

ZPRÁVA O VÝSLEDČÍCH ČINNOSTI SÚJB PŘI VÝKONU STÁTNÍHO
DOZORU NAD JADERNOU BEZPEČNOSTÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ A
RADIČNÍ OCHRANOU
ZA ROK 2016

ČÁST II

OBSAH

1.	MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE RADIAČNÍ MONITOROVACÍ SÍTÍ.....	3
1.1.	Informace o funkci a organizaci RMS	3
1.2.	Monitorování zevního ozáření.....	4
1.2.1.	Sít včasného zjištění	4
1.2.2.	TLD sítě	5
1.2.3.	Mobilní skupiny	6
1.2.4.	Letecké skupiny	6
1.3.	Monitorování složek životního prostředí	6
1.3.1.	Ovzduší	6
1.3.1.1.	Aerosoly a plynné formy jódu.....	6
1.3.1.2.	Monitorování ^{85}Kr , ^{14}C a ^3H v ovzduší	7
1.3.1.3.	Spady a srážky	8
1.3.2.	Půdy, porost	8
1.3.3.	Pitné a povrchové vody	8
1.3.4.	Vodárenské kalý, říční sedimenty	9
1.4.	Monitorování potravních řetězců.....	9
1.5.	Monitorování vnitřní kontaminace	10
2.	MONITOROVÁNÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ.....	10
2.1.	Monitorování JZ prováděné provozovatelem	10
2.1.1.	Monitorování výpustí radionuklidů z JZ	10
2.1.1.1.	Monitorování výpustí radionuklidů z JE Dukovany.....	11
2.1.1.2.	Monitorování výpustí radionuklidů z JE Temelín.....	11
2.1.1.3.	Monitorování výpustí radionuklidů z ÚJV Řež	12
2.1.2.	Monitorování okolí JZ.....	12
2.1.2.1.	Monitorování zevního ozáření.....	12
2.1.2.2.	Monitorování složek životního prostředí.....	13
2.1.2.3.	Monitorování složek potravních řetězců	14
2.2.	Monitorování JZ zabezpečené SÚJB	14
2.2.1.	Monitorování výpustí radionuklidů z JZ	14
2.2.1.1.	Monitorování výpustí z JE Dukovany	14
2.2.1.2.	Monitorování výpustí z JE Temelín	14
2.2.1.3.	Monitorování výpustí z ÚJV Řež.....	15
2.2.2.	Monitorování okolí JZ.....	15
2.2.2.1.	Monitorování zevního ozáření.....	15
2.2.2.2.	Monitorování složek životního prostředí.....	16
2.2.2.3.	Monitorování složek potravních řetězců	16
2.3.	Hodnocení následků havárie černobylské a fukušimské JE.....	16
3.	ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ	17
4.	SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH VE ZPRÁVĚ	18
5.	STRUČNÝ VÝKLAD HLAVNÍCH POJMŮ, VELIČIN A JEDNOTEK.....	19
6.	PŘÍLOHA 1: PŘEHLED TABULEK	20
7.	PŘÍLOHA 2: PŘEHLED OBRÁZKŮ	21

1. MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE RADIAČNÍ MONITOROVACÍ SÍTÍ

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky monitorování radiační situace na území ČR za rok 2016 získané Celostátní radiační monitorovací sítí (RMS). Aktuální informace z monitorování radiační situace na území ČR jsou prezentovány na internetových stránkách www.sujb.cz (Monitorování radiační situace – MonRaS).

Tabulky a obrázky, na které je odkazováno v textu, jsou uvedeny v přílohách 1 a 2 této části zprávy.

1.1. Informace o funkci a organizaci RMS

Právní rámec pro systém radiační ochrany v ČR, včetně systému monitorování radiační situace na území ČR, vytváří [v roce 2016](#) zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění pozdějších předpisů, a na něj navazující prováděcí předpisy. Zákon jednak vymezuje základní náležitosti radiačního monitorování, jednak určuje instituce, které se na něm podílejí. Radiační situace na území ČR je zjišťována především pomocí Radiační monitorovací sítě (RMS). Jejím řízením je pověřen Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Na činnosti RMS se kromě SÚJB podílejí Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. (SÚRO), držitelé povolení k provozu jaderných zařízení a organizace resortů Ministerstva financí (MF), Ministerstva obrany (MO), Ministerstva vnitra (MV), Ministerstva zemědělství (MZe) a Ministerstva životního prostředí (MŽP). Podrobnosti k funkci a organizaci RMS byly upraveny vyhláškou 319/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 27/2006 Sb. Další požadavky na zajištění monitorování radiační situace jsou stanoveny nařízením vlády č. 11/1999 Sb. (pro zónu havarijního plánování) a schválenými programy monitorování. Náležitosti programů monitorování, které mimo jiné stanovují rozsah monitorování okolí jaderných zařízení zajišťovaného držiteli povolení k provozu těchto zařízení, určuje vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

V roce 2016 prováděly monitorování radiační situace na území ČR stálé složky RMS:

1. Síť včasného zjištění (SVZ), kterou tvoří systém měřicích míst provádějících nepřetržitě měření dávkového příkonu. Data z měřicích míst jsou průběžně předávána do centrální databáze MonRaS. Součástí sítě je teledozimetrický systém (TDS) umístěný na hranici areálu a v okolí jaderné elektrárny (JE) tak, aby při radiační mimořádné situaci nebo podezření na ni byl bezprostředně zaznamenán a vyhodnocen únik radionuklidů do ovzduší. Činnost SVZ v roce 2016 zajišťovaly resorty SÚJB (Regionální centra – RC, SÚRO), MŽP (Český hydrometeorologický ústav – ČHMÚ), MO (Armáda ČR – AČR), MV (HZS) a ČEZ, a.s.
2. Síť termoluminiscenčních dozimetrů (TLD), kterou je systém pro měření dávky záření gama, se skládá z teritoriální sítě TLD, kterou provozuje resort SÚJB, a lokálních sítí TLD, tj. měřicích míst v okolí jaderných elektráren, které provozuje ČEZ, a.s., a resort SÚJB.
3. Měřicí místa kontaminace ovzduší (MMKO), kterými jsou prostředky pro měření dávkového příkonu, odběr vzorků aerosolů a spadů a stanovení aktivity radionuklidů v těchto vzorcích. Činnost měřicích míst byla v roce 2016 zajištěna resorty SÚJB (RC, SÚRO), MŽP (ČHMÚ) a ČEZ, a.s.
4. Měřicí místa kontaminace potravin (MMKP), kterými jsou prostředky pro odběr vzorků a stanovení aktivity radionuklidů v článcích potravních řetězců. Činnost těchto měřicích

míst byla v roce 2016 zajištěna resorty SÚJB (RC, SÚRO) a MZe (Státní veterinární ústav Praha – SVÚ, Státní zemědělská a potravinářská inspekce – SZPI, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – ÚKZÚZ, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. – VÚLHM) a ČEZ, a.s.

5. Měřicí místa kontaminace vody (MMKV), kterými jsou prostředky pro odběr vzorků a stanovení aktivity radionuklidů ve vodě, říčních sedimentech a ve vybraných vzorcích vodních živočichů. Činnost těchto měřicích míst byla v roce 2016 zajištěna resorty SÚJB (RC, SÚRO) a MŽP (Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i. – VÚV TGM, ČHMÚ) a ČEZ, a.s.
6. Mobilní skupiny (MS), které provádějí monitorování dávek, dávkových příkonů a aktivity radionuklidů v terénu, odběry vzorků složek životního prostředí a potravních řetězců, rozmístění a výměnu dozimetrů v sítích termoluminiscenčních dozimetrů. Činnost těchto skupin v roce 2016 zajišťovaly resorty SÚJB (RC, SÚRO), MF (Generální ředitelství cel – GŘC), MO (AČR) a MV (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky – GŘ HZS ČR a Policie ČR – PČR) a ČEZ, a.s.
7. Letecká skupina, která provádí v případě potřeby monitorování velkoplošných území (měření dávkových příkonů a plošných, resp. hmotnostních aktivit umělých či přírodních radionuklidů). Její činnost je zajišťovaná resortem SÚJB (SÚRO) ve spolupráci s resortem MO (AČR).
8. Laboratorní skupiny, které zajišťují odběry a zpracování vzorků z životního prostředí a potravních řetězců a provádějí jejich spektrometrické, popř. radiochemické analýzy. Jejich činnost v roce 2016 zajišťovaly SÚJB, SÚRO, MZe (SVÚ, SZPI, VÚLHM, ÚKZÚZ), MŽP (VÚV TGM a Povodí, s.p.) a ČEZ, a.s.
9. Centrální laboratoř monitorovací sítě, která koordinuje měření vzorků odebraných laboratorními a mobilními skupinami, zajišťuje vybraná měření těchto vzorků a hodnocení výsledků měření a koordinuje a zajišťuje měření vnitřní kontaminace osob. Činnost laboratoře byla v roce 2016 zajištěna SÚRO.
10. Meteorologická služba, která získává meteorologické údaje nezbytné k modelování šíření uniklých radionuklidů v ovzduší, k vyhodnocení radiační situace a stanovení prognózy jejího vývoje. Činnost této služby průběžně zajišťuje resort MŽP (ČHMÚ).

Přehled druhů vzorků odebraných v rámci monitorování RMS ze životního prostředí a článků potravních řetězců a jejich počty za rok 2016 jsou uvedeny v tab. 1 přílohy 1 této části zprávy.

1.2. Monitorování zevního ozáření

Monitorování zevního ozáření zajišťují SVZ, síť TLD, mobilní a letecké skupiny.

1.2.1. Síť včasného zjištění

Rozložení měřicích míst SVZ na území ČR ukazuje obr. 1 přílohy 2 této části zprávy. Měřicí místa, která jsou vybavena dvojicí sond zajišťujících kontinuální měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) v rozsahu 5×10^{-8} až 1 Sv/hod, předávají získané hodnoty (průměrné hodnoty PFDE za 10 minut) centrálnímu pracovišti RMS umístěnému na SÚJB a záložnímu pracovišti na SÚRO v pravidelných intervalech. Z 9 míst situovaných v MMKO při

RC SÚJB a SÚRO a ze 7 míst situovaných na pracovištích HZS byly hodnoty předávány každých 10 minut; z 37 měřicích míst situovaných v observatořích a na pracovištích ČHMÚ každou hodinu. Za radiační mimořádné situace lze tento interval zkrátit na 30 minut.

Armáda ČR má v provozu 16 měřicích míst SVZ, vybavených pro automatické průběžné měření a předávání dat na centrální pracoviště AČR, odkud jsou data předávána každých 10 minut na centrální pracoviště RMS.

Monitorování PFDE prováděné provozovatelem jaderných zařízení je uvedeno v kapitole 2.1. této části zprávy.

Aktuální data ze SVZ byla zpracovávána centrálně a průběžně zveřejňována na internetové stránce SÚJB – www.sujb.cz, záložka Monitorování radiační situace.

Pro ilustraci jsou na obr. 2a až 2f uvedeny distribuce průměrných hodnot PFDE v šesti měřicích místech SVZ (Praha, Dukovany, Temelín, Lysá Hora, Hradec Králové a Opava). Z obrázků jsou patrné časové změny hodnot přírodního pozadí v různých lokalitách a sezónní vlivy, kdy v nižších polohách jsou variace hodnot PFDE během ročních období méně výrazné, ve srovnání se stanicemi umístěnými ve vyšších polohách (Lysá Hora – obr. 2d).

V roce 2016 na žádném z měřicích míst SVZ nebylo zaznamenáno překročení 2. informační úrovně (nastavené pro všechna měřicí místa na 500 nSv/h) v důsledku mimořádné radiační situace. Pokud došlo k překročení 1. informační úrovně (nastavené na úrovni horní meze obvykle se vyskytujících hodnot v daném místě), pak se jednalo o vliv dešťových srážek v daném místě. Hodnoty PFDE odpovídající prováděným kalibračním měřením, či zkeslené jinými faktory nebo vlivy (poruchy detektorů, chyby v přenosu dat, apod.), avšak nezpůsobené změnou radiační situace v daném místě, byly po identifikaci vyřazeny.

Ve 4. čtvrtletí 2016 začala v rámci obměny vybavení MM SVZ probíhat postupná instalace nového zařízení MM, a to jak vlastní měřicí sondy, tak i podpůrného přístrojového vybavení. Hodnoty PFDE naměřené novou sondou vykazují (při zachování shody střední měřené hodnoty PFDE s hodnotami měřenými původním detektorem v rámci statisticky akceptovatelné odchylky) zřetelně větší rozptyl daný tím, že nové měřicí sondy používají detektor s odlišnými jak fyzikálními vlastnostmi (Geiger-Müllerova trubice oproti původnímu proporcionálnímu počítači), tak i provozními parametry (zejména nižší účinnost a z toho plynoucí horší statistika měření). Tento efekt je patrný na grafu zobrazujícím hodnoty z MM Praha (obr. 2a).

1.2.2. TLD síť

Plošné monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření se provádí TLD rozmístěnými na území ČR v teritoriální síti. Síť tvoří celkem 180 měřicích míst, 127 z nich je umístěno 1 metr nad zemí ve volném prostranství nezastíněném budovami nebo vegetací, zbývajících 53 v budovách tak, aby v případě radiační havárie bylo možno posoudit účinnost ukrytí obyvatel.

Monitorování PPDE, respektive PFDE, prostřednictvím TLD v lokálních sítích v okolí jaderných zařízení je popsáno v kapitolách 2.1 a 2.2 této části zprávy.

Měření je realizováno formou integrálního měření po dobu 3 měsíců, v případě potřeby se interval zkracuje. Rozložení měřicích míst sítě TLD na území státu je znázorněno na obr. č. 3.

Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu ve vybraných měřicích místech teritoriální sítě TLD naměřené v roce 2016 jsou uvedeny v tab. 2.

V průběhu roku 2016 nebyly zaznamenány případy překročení informačních úrovní. Výsledky měření získávané SVZ a teritoriální sítí TLD v roce 2016 byly, stejně jako v minulých letech, vzájemně srovnatelné.

1.2.3. Mobilní skupiny

V průběhu roku 2016 mobilní skupiny (MS) monitorovaly radiační situaci po určených trasách v rámci rozvozu a svozu TLD, dále v rámci nácviků prováděných každý měsíc všemi MS a v průběhu havarijních cvičení. Měsíčně MS prováděly cvičné hodnocení radiační situace metodikou MRAK (na základě 4 jednoduchých měření dávkového příkonu záření beta a gama v různých výškách nad terénem je možné posoudit radiační situaci).

Při monitorování prováděném MS v roce 2016 v žádné lokalitě nebylo zjištěno zvýšení dávkových příkonů; výsledky měření odpovídají výsledkům monitorování prováděného ostatními složkami RMS.

V dubnu 2016 se konalo cvičení mobilních skupin resortu SÚJB v areálu Státního ústavu jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i., (SÚJCHBO) v Kamenné. Byly procvičeny činnosti MS při povrchové kontaminaci prostředí, důraz byl kladen na správné použití ochranných prostředků osob.

Na obr. 4 je ilustrace měření dávkového příkonu po trasách pojezdu jednotlivých mobilních skupin při svozu a rozvozu TLD ve druhém čtvrtletí roku 2016.

1.2.4. Letecké skupiny

Činnost letecké skupiny (LeS) je zajišťovaná resortem SÚJB (SÚRO) ve spolupráci s resortem MO (AČR). V rámci procvičení součinnosti proběhla dvě letecká měření, jedno nad CHKO a NP Šumava a druhé během mezinárodního přeshraničního monitorování v okolí Železné Rudy (měření zajišťovala AČR spolu s LeS SÚRO). Výsledky přeshraničního měření jsou znázorněny na obr. 5. Během monitorování byly měřeny obvyklé hodnoty přírodního pozadí, pouze v některých lokalitách na Šumavě byly zjištěny vyšší hodnoty dávkových příkonů, které jsou způsobeny vyššími aktivitami ^{137}Cs v půdě v důsledku havárie v Černobylu.

1.3. Monitorování složek životního prostředí

Na monitorování složek životního prostředí se podílejí Centrální laboratoř monitorovací sítě, MMKO, MMKV a laboratorní skupiny. Při odběrech vzorků spolupracují MS.

V roce 2016 byly monitorovány tyto složky životního prostředí: ovzduší (aerosoly, plyny, vzdušná vlhkost, spady a srážky), pitné a povrchové vody, vodárenské kaly a říční sedimenty, půda a porost.

1.3.1. Ovzduší

1.3.1.1. Aerosoly a plynné formy jódu

Monitorování aerosolů provádějí vybraná MMKO. Mapka, znázorňující umístění jednotlivých zařízení pro odběr atmosférického aerosolu, je uvedena na obr. 6.

Jednotlivá MMKO jsou vybavena zařízeními pro odběr aerosolu a plynné formy jódu, vzdušina je prosávána nepřetržitě, obsah radionuklidů ve vzorcích ovzduší se vyhodnocuje v týdenních intervalech.

Standardně je v aerosolových filtrech monitorován umělý radionuklid ^{137}Cs . Obvyklé hodnoty aktivity ^{137}Cs v aerosolech se pohybují v rozmezí od desetin až po jednotky $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Kromě ^{137}Cs se v aerosolech v týdenních intervalech vyhodnocuje ^7Be , které je kosmogenního původu, a ^{210}Pb , které je produktem přeměny ^{222}Rn .

V některých MMKO může být zaznamenána v aerosolech aktivita ^{131}I větší než mez detekce, stává se tak z důvodu blízkosti těchto MMKO pracovišti s ^{131}I (např. lékařská pracoviště), aktivita však nebývá zjištěna na více místech současně.

Jako příklad je na obr. 7a uvedena časová řada objemových aktivit ^{137}Cs v aerosolech odebraných z ovzduší MMKO Kamenná v roce 2016 a na obr. 7b z ovzduší MMKO Plzeň. Část aktivity ^{137}Cs v ovzduší pochází z globálního spadu, který je důsledkem dřívějších zkoušek jaderných zbraní v atmosféře, část z havarovaného reaktoru v Černobylu. Časová variabilita hodnot i jejich místní odlišnosti jsou způsobeny především fluktuacemi prašnosti resuspendovaného spadu a nehomogenitou rozložení spadu po havárii JE Černobyl. Některé hodnoty minimální významné aktivity (MVA) jsou z důvodu rozdílné citlivosti jednotlivých měření vyšší než nejnižší naměřené hodnoty. Podobně je tomu i u dalších monitorovaných položek.

Na obr. 8a je zaznamenán časový průběh měsíčních průměrů objemových aktivit ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb v aerosolech na MMKO SÚRO v Praze za období od roku 1986. Jsou na něm vidět sezónní variace obsahu ^7Be a také dlouhodobý, v současné době velice pozvolný, pokles objemové aktivity ^{137}Cs , nicméně i v měsíčních průměrech je vidět krátkodobý vliv havarované JE Fukušima v roce 2011. Nejvyšší hodnoty objemových aktivit vybraných radionuklidů v aerosolech z jednotlivých MMKO za rok 2016 jsou uvedeny v tab. 3; aktuální informace jsou průběžně prezentovány na internetové stránce SÚJB (<http://www.suib.cz>).

V aerosolech odebraných v MMKO Praha byla v každém čtvrtletí rovněž stanovována ve spojených týdenních vzorcích objemová aktivita ^{90}Sr , ^{238}Pu a $^{239,240}\text{Pu}$ (výsledky těchto měření v roce 2016 jsou uvedeny v tab. 4; dlouhodobé trendy měřených veličin od roku 1995 jsou znázorněny na obr. 8b).

1.3.1.2. Monitorování ^{85}Kr , ^{14}C a ^3H v ovzduší

Do systému sledování obsahu radionuklidů v ovzduší je zařazeno i sledování ^{85}Kr . Tento umělý radioizotop se do ovzduší dostává hlavně ze závodů na přepracování jaderného paliva a v malé míře též z výпустí z jaderných elektráren. Časový průběh objemových aktivit ^{85}Kr v ovzduší, monitorovaný na odběrovém místě v Praze od roku 1986 do současné doby, je uveden na obr. 9a. V průběhu posledních let nedochází k výrazným meziročním změnám průměrných hodnot objemové aktivity tohoto radioizotopu.

Od roku 2001 se sleduje v ovzduší i aktivita izotopu ^{14}C . Jedná se o měření objemové aktivity ^{14}C ve formě CO_2 . Další možné formy uhlíku v ovzduší sledovány nejsou, neboť jejich koncentrace jsou ve srovnání s koncentrací CO_2 řádově nižší (koncentrace CH_4 a CO činí obvykle zlomky procenta koncentrace CO_2 , koncentrace ostatních uhlovodíků jsou o dalších několik řádů nižší). Současná aktivita ^{14}C v ovzduší je dána zejména jeho přirozenou produkcí ve vyšších atmosférických vrstvách působením kosmického záření. V malé míře je tento radioizotop uvolňován do ovzduší i z jaderných zařízení. K navýšení objemové aktivity ^{14}C v ovzduší až o 80% nad přirozené hodnoty došlo v první polovině 60. let 20. století. Příčinou byly zkoušky jaderných zbraní v atmosféře. Od té doby aktivita ^{14}C klesá především vlivem jeho ukládání v oceánských sedimentech. Výsledky měření ^{14}C ve formě CO_2 ukazuje obr. 9b.

Dalším sledovaným radionuklidem je ^3H . Na obr. 9c je uveden průběh objemové aktivity ^3H ve vzdušné vlhkosti v MMKO Praha.

1.3.1.3. Spady a srážky

Proměnlivost hodnot aktivit sledovaných radioizotopů (^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb) je dána, stejně jako v případě aerosolů, především variabilitou prašnosti a nehomogenitou černobylského spadu.

Jako příklad jsou na obr. 10a a 10b uvedeny měsíční časové řady plošné aktivity ^{137}Cs ve spadech z odběrových míst Ostrava a Hradec Králové. Na obr. 11a je dlouhodobý časový průběh plošné aktivity ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb stanovené ve spadech v MMKO Praha, a to za období od černobylské havárie. Nejvyšší hodnoty plošné aktivity ve spadech jsou pro jednotlivá odběrová místa uvedeny v tab. 5.

Na obr. 11b je uvedena objemová aktivita ^3H ve srážkách sbíraných dlouhodobě v MMKO Praha.

1.3.2. Půdy, porost

Vzorky půdy byly v roce 2016 odebrány během cvičení mobilních skupin v Kamenné (viz kapitola 1.2.3.) a jejich analýza byla provedena laboratorními skupinami resortu SÚJB (v tomto případě se nejedná o sledování časových řad, ale o procvičování odpovídající metodické a technické úrovně). Výsledky analýz neprokázaly zvýšenou kontaminaci půdy umělými radionuklidy ve srovnání s měřeními na území ČR v minulých letech. Výsledky měření 7 vzorků odebraných v areálu SÚJCHBO Kamenná vykazovaly dobrou shodu, průměrná hodnota hmotnostní aktivity ^{137}Cs byla 4 Bq/kg, v přepočtu na průměrnou plošnou aktivitu 204 Bq/m². V Kamenné mobilní skupiny také prováděly měření půdy in-situ, při kterém nebyly zjištěny žádné umělé radionuklidy, průměrná hmotnostní aktivita ^{40}K byla 621 Bq/kg.

SÚRO dále provedlo odběry půdy v říjnu 2016 v Jeseníkách (2 vzorky) a na Šumavě (7 vzorků). Průměrná naměřená plošná aktivita ^{137}Cs byla 497 Bq/m² a 4029 Bq/m², což odpovídá vyššímu černobylskému spadu ^{137}Cs na Šumavě.

1.3.3. Pitné a povrchové vody

Ve vzorcích pitné vody byla MMKV sledována aktivita ^{137}Cs , ^{90}Sr a ^3H . Ve vzorcích povrchové vody byla navíc sledována celková objemová aktivita beta. Monitorovány byly zejména velké zdroje pitné vody a vzorky odebírané z veřejných vodovodů (tab. 6a až 6c) a vybrané povrchové vody (tab. 7a až 7c). Na monitorování se podílely SÚRO, RC SÚJB, VÚV TGM a Povodí, s. p.

Objemové aktivity ^3H ve vzorcích odebraných z míst neovlivněných výpustmi z jaderných zařízení jsou nízké a přibližně shodné. Vyšší hodnoty a jejich proměnlivost v profilech Labe – Hřensko a Morava – Lanžhot – Moravský Svatý Ján (odběr se provádí na výstupu z ČR) jsou způsobeny výpustmi z JE; časový průběh hodnot objemové aktivity ^3H v těchto lokalitách za posledních 5 let je uveden na obr. 12a a 12b. Objemová aktivita ^3H měřená týdně ve vzorcích povrchové vody z odběrového místa Vltava – Podolí v Praze za rok 2016 je znázorněna na obr. 12c.

Objemové aktivity ^{137}Cs a ^{90}Sr jsou ve všech sledovaných místech velmi nízké, hodnoty jsou na úrovni tisíců Bq/l, popřípadě pod mezí detekce.

V rámci sledování jakosti vod zjišťuje ČHMÚ kromě jiných ukazatelů také celkovou objemovou aktivitu alfa, objemovou aktivitu ^{226}Ra , koncentraci uranu a objemovou aktivitu ^3H . Výsledky těchto stanovení jsou publikovány na internetové stránce ČHMÚ – www.chmi.cz.

1.3.4. Vodárenské kaly, říční sedimenty

V roce 2016 zajišťovalo odběry vodárenského kalu a říčního sedimentu Povodí, s. p., měření aktivity ^{137}Cs prováděl VÚV TGM. Hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vodárenském kalu a říčních sedimentech jsou v rozmezí jednotek až desítek Bq/kg (tab. 8).

1.4. Monitorování potravních řetězců

Na monitorování složek potravních řetězců se podílejí – Centrální laboratoř monitorovací sítě, laboratorní skupiny a měřicí místa kontaminace potravin (MMKP), která zajišťují resorty SÚJB (SÚRO, RC, MS), MZe a MŽP.

Monitorovány jsou vzorky mléka, masa, ryb, zvěřiny, brambor, obilí, zeleniny, ovoce, medu, lesních plodů, hub a krmiv, které se odebírají jak od distributorů (z obchodní sítě), tak od producentů, popřípadě samosběrem (lesní plody a houby). Subjekty v resortu SÚJB odebírají vzorky většinou u distributorů (kromě obilí), při odběru dávají přednost produkci v ČR, pokud je místo produkce známé; subjekty mimo resort SÚJB odebírají vzorky většinou u producentů.

Výsledky stanovení hmotnostní, popř. objemové aktivity ^{137}Cs v jednotlivých monitorovaných položkách jsou uvedeny v tab. 9a a 9b. Hodnoty hmotnostních aktivit ^{137}Cs v lesních plodech, houbách a zvěřině jsou ve srovnání s ostatními potravinami poměrně vysoké (různé lokality vykazují značnou variabilitu aktivit ^{137}Cs v důsledku nerovnoměrného černobylského spadu) a jejich pokles je velmi pomalý. I přes relativně malou spotřebu těchto komodit je příspěvek k celkovému úvazku efektivní dávky z ingesce ^{137}Cs pro průměrného obyvatele významný, zvláště u skupin osob, u nichž je jejich spotřeba vysoká (např. myslivci). Nicméně v porovnání s průměrným přírodním ozářením obyvatele ČR je celkový úvazek z ingesce zanedbatelný.

Výsledky radiochemického stanovení obsahu ^{90}Sr v konzumním a sušeném mléce jsou uvedeny v tab. 10.

Na obr. 13 jsou uvedeny časové průběhy průměrných ročních objemových, resp. hmotnostních aktivit ^{137}Cs v mléce a v hovězím a vepřovém masu za období od roku 1986. Stanovení aritmetických průměrů je v mnoha případech velmi obtížné, neboť hodnoty se pohybují v širokém rozmezí a obvykle značná část z nich leží pod hodnotami MVA.

V tab. 11 jsou uvedeny výsledky stanovení hmotnostní aktivity ^{137}Cs v obilovinách a v tab. 12a a 12b jsou výsledky stanovení ^{90}Sr a ^{137}Cs ve smíšené stravě (ve vzorcích sestavených z 15 různých potravin představujících průměrnou denní porci celodenní stravy) vyjádřené v Bq/den. Vzorky jsou připravovány z jednotlivých potravin na základě spotřebního koše, zelenina a ovoce jsou vybírány s ohledem na sezónní spotřebu jednotlivých druhů. Potravin jsou odebírány z obchodní sítě podle plánu odběrů střídavě v největších městech regionů tak, aby bylo pokryto celé území ČR. Hmotnost denní dávky se pohybuje mezi 1,2 až 1,4 kg.

V tab. 13 jsou uvedeny výsledky monitorování vybraných krmiv, odebíraných ÚKZÚZ a měřených SVÚ.

1.5. Monitorování vnitřní kontaminace

Na celotělovém počítači SÚRO v Praze pokračovalo v roce 2016 monitorování vnitřní kontaminace ^{137}Cs u referenční skupiny celkem 30 osob (15 mužů, 15 žen), převážně obyvatel Prahy ve věku od 27 do 77 let. Vzhledem k velmi nízkému obsahu ^{137}Cs u populace se celotělové měření provádí již jen jednou ročně, přičemž k dosažení co nejnižší meze detekovatelnosti je používána dlouhá doba měření. Průměrná aktivita ^{137}Cs v těle jedné osoby byla na základě těchto měření odhadnuta na 23 Bq.

Stejně jako v předchozích letech byl proveden celostátní průzkum vnitřní kontaminace ^{137}Cs prostřednictvím měření aktivity ^{137}Cs vyloučeného močí za 24 hodiny. Vzorky byly sebrány v květnu 2016 celkem od 26 mužů a 44 žen, kteří svými stravovacími návyky představují zhruba průměrnou populaci. Průměrná hodnota aktivity ^{137}Cs , vyloučená močí za 24 hodin, byla 0,12 Bq a tomu odpovídající přepočtený průměrný obsah (retence) aktivity ^{137}Cs v těle 20 Bq. Odhad úvazku efektivní dávky, založený na výsledcích celostátního průzkumu, je pro ^{137}Cs roven 0,69 μSv .

Časový průběh retence ^{137}Cs u české populace, získaný měřeními referenční skupiny a měřeními obsahu ^{137}Cs v moči od roku 1986, je na obr. 14. Meziroční změny vnitřní kontaminace ^{137}Cs jsou téměř nepozorovatelné, obdobně jako tomu bylo v delším časovém období po zkouškách jaderných zbraní v atmosféře.

V roce 2016 byla rovněž měřena skupina osob se zvýšeným příjmem ^{137}Cs v důsledku zvláštních stravovacích návyků (myšlivci se zvýšenou konzumací zvěřiny). Roční příjem ^{137}Cs u jednotlivce ve skupině je na základě střední hodnoty exkrece v moči odhadován na 7300 Bq. Tento příjem vede k úvazku efektivní dávky 95 μSv .

2. MONITOROVÁNÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ

Zabezpečit monitorování jaderného zařízení (JZ), výpustí do životního prostředí a monitorování okolí jaderného zařízení je povinností držitele povolení k provozu (provozovatel) tohoto zařízení. SÚJB prověřuje dodržování zákonných povinností provozovatele JZ v rámci pravidelných kontrol. Mimo to SÚJB zajišťuje nezávislé monitorování výpustí a okolí JZ.

2.1. Monitorování JZ prováděné provozovatelem

2.1.1. Monitorování výpustí radionuklidů z JZ

Maximální množství radionuklidů, která může provozovatel uvádět výpustmi z JE Dukovany a z JE Temelín do ovzduší i do vodotečí, jsou dána tzv. autorizovanými limity. Tyto limity stanovuje SÚJB v rozhodnutích o povolení uvádění radionuklidů do životního prostředí. Autorizované limity jsou vyjádřeny součtem roční efektivní dávky z vnějšího ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatel příslušející dané expoziční cestě. Dodržení limitů se prokazuje pomocí výpočtových programů schválených SÚJB, a to pro aktuální výpust radionuklidů do ovzduší resp. do vodoteče za reálných meteorologických resp. hydrologických podmínek v daném roce.

Pro výpustí do ovzduší mají obě JE autorizovaný limit 40 μSv . Pro výpustí do vodoteče jsou stanoveny autorizované limity 6 μSv pro JE Dukovany a 3 μSv pro JE Temelín.

SÚJB stanovil pro provoz jaderného reaktoru ÚJV Řež autorizovaný limit 30 μSv společný pro oba druhy výpustí (do ovzduší a do vodotečí) a schválil Limitní podmínky, ve kterých jsou stanoveny maximální roční bilanční aktivity výpustí.

Sledované radionuklidy ve výpustech do ovzduší z ÚJV Řež:

Skupina radionuklidů	Referenční radionuklid	Limit (Bq/r)
Tritium	^3H	1×10^{14}
Vzácné plyny	^{41}Ar	1×10^{15}
Radioaktivní jód	^{131}I	2×10^{10}
Beta aerosoly	^{137}Cs	1×10^{10}
Alfa aerosoly	^{239}Pu	7×10^6
Uhlík	^{14}C	1×10^{12}

Sledované radionuklidy ve výpustech do vodoteče z ÚJV Řež:

Skupina radionuklidů	Referenční radionuklid	Limit (Bq/r)
Tritium	^3H	$2,0 \times 10^{12}$
Zářiče beta	^{137}Cs	$2,2 \times 10^9$
Zářiče alfa s poločasem >5 let	^{239}Pu	$4,0 \times 10^6$
Uhlík	^{14}C	$2,0 \times 10^{10}$

2.1.1.1. Monitorování výpustí radionuklidů z JE Dukovany

Ve zprávě JE Dukovany „D57 - Radiační situace v okolí JE Dukovany rok 2016“ je zhodnoceno monitorování výpustí do ovzduší a čerpání autorizovaného limitu vypočteného programem RDEDU, který umožňuje zohlednění skutečné meteorologické situace v lokalitě JE Dukovany v roce 2016 a bere v úvahu odpovídající expoziční cesty příjmu radionuklidů. Takto vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu dvou až sedmi let v obci Dukovany a činila 0,0204 μSv , což představuje 0,051 % čerpání z ročního autorizovaného limitu 40 μSv . Největší podíl (95,5 %) na celkové výpusti do ovzduší představují výpusti ^{14}C . Výsledky měření výpustí JE Dukovany do ovzduší jsou uvedeny v tab. 14.

Bilanční měření obsahu radionuklidů v kapalných výpustech JE Dukovany potvrzují, že v roce 2016 nebyl překročen roční autorizovaný limit 6 μSv pro kapalnou výpust. Program RDEDU umožňuje při výpočtu čerpání ročního autorizovaného limitu výpustí do vodotečí zohlednit skutečnou hydrologickou situaci v roce 2016 (průměrný průtok v řece Jihlavě v profilu Mohelno nádrž byl 3,05 m^3/s) a odpovídající expoziční cesty. Vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu do jednoho roku v osídlené zóně (obce Mohelno, Lhánice a Senorady) do vzdálenosti 3 až 10 km od místa výpusti a činila 1,612 μSv , což představuje 26,9 % čerpání z autorizovaného limitu 6 μSv . Výpust ^3H se na celkové hodnotě kapalných výpustí podílí 96,5 %. Výsledky měření výpustí JE Dukovany do vodotečí v roce 2016 jsou uvedeny v tab. 15.

2.1.1.2. Monitorování výpustí radionuklidů z JE Temelín

Ve zprávě JE Temelín „D 02 – Výsledky monitorování výpustí a radiační situace v okolí JE Temelín za rok 2016“ je zhodnoceno monitorování výpustí do ovzduší a čerpání

autorizovaného limitu vypočteného programem RDETE, který umožňuje zohlednění skutečné meteorologické situace v lokalitě JE Temelín v roce 2016 a bere v úvahu odpovídající expoziční cesty příjmu radionuklidů. Takto vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu dvou až sedmi let v obci Litoradlice a činila 0,0144 μSv , což představuje 0,036 % čerpání z ročního autorizovaného limitu 40 μSv . Největší podíl (95,8 %) na celkové výpusti do ovzduší představují výpusti ^{14}C . Výsledky měření výpustí JE Temelín do ovzduší jsou uvedeny v tab. 16.

Bilanční měření obsahu radionuklidů v kapalných výpustech z JE Temelín potvrzují, že v roce 2016 nebyl překročen roční autorizovaný limit 3 μSv pro kapalnou výpust. Program RDETE umožňuje při výpočtu čerpání ročního autorizovaného limitu výpustí do vodotečí zohlednit skutečnou hydrologickou situaci v roce 2016 (průměrný roční průtok v profilu Vltava – Kořensko byl 39,05 m^3/s) a odpovídající expoziční cesty. Vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu do jednoho roku v osídlené zóně (obce Pašovice a Neznašov) ve vzdálenosti 5 až 7 km severně od místa výpusti a činila 0,647 μSv , což představuje 21,6 % čerpání z autorizovaného limitu 3 μSv . Výpust ^3H se na celkové hodnotě kapalných výpustí podílí 99,9 %. Výsledky měření aktivit jednotlivých radionuklidů vypuštěných z nádrží JE Temelín v roce 2016 do vodotečí jsou uvedeny v tab. 17.

2.1.1.3. Monitorování výpustí radionuklidů z ÚJV Řež

Největší část výpustí do ovzduší představují dle údajů ÚJV Řež výpusti ^{41}Ar , které v roce 2016 činily $4,85 \times 10^{13}$ Bq, což je 4,85 % zdrojové hodnoty autorizovaného limitu. Autorizovaný limit pro aerosoly emitující záření beta byl čerpán z 0,02 %, pro radioaktivní jód z 0,07 %, pro aerosoly emitující záření alfa z 3,6 %, pro ^3H z 0,51 % a pro ^{14}C z 0,65 %. Hodnoty ročních výpustí jsou uvedeny v tab. 18. Roční hodnoty aktivity ^{41}Ar ve výpustích do ovzduší jsou uvedeny na obr. 15a. Na obr. 15b jsou uvedeny hodnoty aktivity ^{131}I .

V roce 2016 bylo do vodotečí z ÚJV Řež vypuštěno 48,3 m^3 kapalných výpustí ve formě kondenzátu, což představuje 0,45 % z ročního limitu objemu vypouštěného kondenzátu. Hodnoty ročních výpustí do vodotečí jsou uvedeny v tab. 19. Roční hodnoty celkové aktivity beta vypuštěné do vodotečí (odběry z čistící stanice) od roku 1995 (s výjimkou roků 2011 a 2013, kdy nebyly vypouštěny žádné kapalně odpadové výpusti) jsou uvedeny na obr. 15c.

Roční efektivní dávka (součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření) na kritickou skupinu obyvatel sídliště v obci Řež za rok 2016 je 0,07 μSv , dosahuje tak 0,2 % autorizovaného limitu 30 μSv pro výpust z ÚJV Řež. Roční efektivní dávka je stejně nízká jako v letech 2014 a 2015, kdy byla 0,06 (resp. 0,08) μSv , a její snížení ve srovnání s předchozími roky je způsobeno především změnou směru převládajícího proudění vzduchu v okolí zdroje výpustí v posledních letech.

2.1.2. Monitorování okolí JZ

2.1.2.1. Monitorování zevního ozáření

Monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření zajišťuje provozovatel JZ ČEZ, a.s., prostřednictvím teledozimetrického systému (TDS), lokálních sítí TLD a mobilních skupin.

Sít' včasného zjištění

V okolí jaderných elektráren Dukovany a Temelín je teritoriální SVZ doplněna systémy TDS, které v případě JE Temelín tvoří 24 měřicích míst na hranici areálu JE Temelín (TDS 1) a 7 měřicích stanic v sídelních jednotkách v okolí JE Temelín. V případě JE Dukovany je 27 detektorů (TDS 1) umístěno na hranici areálu JE a 8 stanic v okolních obcích (TDS 2). Časový průběh hodnot PFDE v roce 2016 na vybraných měřicích místech TDS je znázorněn na obr.16a až 16d.

TLD síť

Plošné monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření provádí provozovatel JZ termoluminiscenčními dozimetry (TLD) rozmístěnými v lokální síti TLD v okolí JE Dukovany a JE Temelín. Síť jsou tvořeny 55 měřicími místy (MM) v okolí JE Dukovany a 42 MM v okolí JE Temelín. Polovina měřicích míst TLD v okolí JE Temelín je umístěna ve výšce 1 metr nad zemí ve volném prostranství nezastíněném budovami nebo vegetací, zbývající polovina MM v okolí JE Temelín a všechna MM v lokální síti JE Dukovany jsou ve výšce 3 m nad zemí. Výsledky měření v lokálních sítích TLD provozovaných ČEZ, a.s., jsou prezentovány v tab. 20 a 21.

V roce 2016 nebylo žádnou z těchto sítí zaznamenáno překročení informačních úrovní.

V areálu ÚRAO Dukovany jsou provozována další čtyři měřicí místa vybavená TLD, výsledky měření poskytuje JE Dukovany.

Mobilní skupiny

Provozovatel JZ zajišťuje činnost MS, které provádějí výměnu TLD, odběry vzorků a měření dávkových příkonů po trasách v zóně havarijního plánování (ZHP).

Během roku 2016 se konala dvě havarijní cvičení v ZHP JE Dukovany a JE Temelín, při nichž byla procvičována činnost mobilních skupin provozovatele při radiační nehodě na jaderné elektrárně.

2.1.2.2. Monitorování složek životního prostředí

Monitorování složek životního prostředí v okolí JE Dukovany a JE Temelín provádí provozovatel JZ v souladu se schválenými programy monitorování. Výsledky monitorování prováděného provozovatelem JE Dukovany a JE Temelín v roce 2016 jsou uvedeny v tab. 22 a 23. Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolech v okolí JE Dukovany a JE Temelín je znázorněna na obr. 17a a 17b.

V tab. 22 a 23 jsou v přehledu uvedeny monitorované položky životního prostředí, odděleně jsou uvedeny objemové aktivity ^3H v povrchových vodách, které mohou být ovlivněny kapalnými výpustmi z JE. Odběrová místa na řece Jihlavě (vodní nádrž Mohelno a Dalešice a odběrová místa pod nimi) jsou ovlivněna kapalnými výpustmi z JE Dukovany, odběrová místa Hladná a Solenice na řece Vltavě – výpustmi z JE Temelín. Obě tabulky obsahují také výsledky monitorování vodotečí a studní, které by mohly být ovlivněny průsaky a výpustmi ^3H z JE.

Monitorování okolí JE Dukovany a JE Temelín prokázalo, že neexistují rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých složkách životního prostředí monitorovaných v okolí jaderných elektráren a na ostatním území státu, kromě vodních toků ovlivněných ^3H .

2.1.2.3. Monitorování složek potravních řetězců

Monitorování složek vybraných složek potravního řetězce (pěstované zemědělské plodiny v ZHP, kravské surové mléko, ryby, popřípadě lesní plody) v okolí JE Dukovany a JE Temelín provádí provozovatel JZ v souladu se schválenými programy monitorování. Výsledky monitorování prováděného provozovatelem JE Dukovany a JE Temelín v roce 2016 jsou uvedeny v tab. 22 a 23. Objemová aktivita ^{137}Cs v mléce odebíraném v kravínu v ZHP JE Dukovany a JE Temelín je uvedena na obr. 18a a 18b. Hodnoty objemové aktivity ^{137}Cs v mléce se nacházejí pod mezí detekce.

Monitorování okolí JE Dukovany a JE Temelín prokázalo, že neexistují rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých složkách potravních řetězců monitorovaných v okolí jaderných elektráren a na ostatním území státu.

2.2. Monitorování JZ zabezpečované SÚJB

2.2.1. Monitorování výпустí radionuklidů z JZ

2.2.1.1. Monitorování výпустí z JE Dukovany

V rámci nezávislého monitorování výпустí z jaderných zařízení do ovzduší, prováděného resortem SÚJB, byly také v roce 2016 odebrány vzorky vzdušiny z ventilačních komínů VK-1 a VK-2 JE Dukovany. Ve vzorcích byly stanoveny objemové aktivity vzácných plynů. Při odběrech byla vzdušina vzorkována do tlakových nádob a měřena polovodičovou spektrometrií gama. Výsledky měření jsou uvedeny v tab. 24. Hodnoty naměřené při jednorázovém odběru vzorků nejsou v rozporu s měřeními, která provádí provozovatel monitory umístěnými ve ventilačních komínech VK-1 a VK-2.

V tabulce 25a jsou uvedeny výsledky měření radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolů odebraných z ventilačních komínů VK-1 a VK-2 v průběhu odstávek bloků JE Dukovany. Výsledky měření jsou v dobré shodě s výsledky měření stejných aerosolových filtrů, která provádí provozovatel JE Dukovany.

V průběhu odstávek bloků JE Dukovany jsou rovněž odebírané vzorky z VK-1 a VK-2, v nichž se stanovují objemové aktivity radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I . Výsledky těchto měření jsou uvedeny v tab. 25b.

Hodnoty aktivit ^{90}Sr a transuranových radionuklidů ve spojeném vzorku aerosolových filtrů z ventilačních komínů JE Dukovany jsou uvedeny v tab. 26. Hodnoty z nezávislého monitorování nejsou v rozporu s hodnotami stanovenými provozovatelem.

V rámci nezávislého monitorování kapalných výпустí byl měřen obsah radionuklidů emitujících záření gama v měsíčních slévaných vzorcích z kontrolních nádrží BAPP I a BAPP II a v týdenních slévaných vzorcích vod odebraných na stanici kontroly odpadních vod v místě vyústění odpadního kanálu do vodoteče. Ve stejných vzorcích byla stanovena aktivita ^3H . Na obr. 19a jsou uvedeny měsíční hodnoty aktivit ^3H v kapalných výпустech v kontrolních nádržích a na obr. 19b týdenní hodnoty objemové aktivity ^3H v kapalných výпустech v odpadním kanále JE Dukovany. Hodnoty z nezávislého monitorování jsou srovnatelné s hodnotami stanovenými provozovatelem.

2.2.1.2. Monitorování výпустí z JE Temelín

V roce 2016 byly v rámci nezávislého monitorování provedeny odběry vzorků vzdušiny z vnitřních a vnějších ventilačních komínů HVB-1 a HVB-2 (vnější VK jsou v činnosti pouze

v období odstávek jaderných reaktorů) a z ventilačního komínu BAPP. Ve vzorcích byly stanoveny objemové aktivity vzácných plynů. Při odběrech byla vzdušina vzorkována do tlakových nádob a měřena polovodičovou spektrometrií gama. Výsledky měření jsou uvedeny v tab. 27. Hodnoty nezávisle naměřených aktivit jednorázových odběrů vzdušiny nejsou v rozporu s měřeními prováděnými provozovatelem JE.

V tabulce 28a jsou uvedeny výsledky měření radionuklidů zachycených na aerosolovém filtru a emitujících záření gama ve vzorcích aerosolů odebraných z vnitřního a vnějšího ventilačního komínu HVB-1 a HVB-2 a z ventilačního komínu BAPP v průběhu odstávek bloků JE Temelín. Výsledky měření jsou v dobré shodě s výsledky měření stejných aerosolových filtrů, která provádí provozovatel JE Temelín.

V průběhu odstávek bloků JE Temelín jsou odebírány vzorky z ventilačních komínů, ve kterých se stanovuje objemová aktivita radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I . Výsledky těchto měření jsou uvedeny v tab. 28b.

Hodnoty aktivit ^{90}Sr a transuranových radionuklidů ve spojeném vzorku aerosolových filtrů z ventilačních komínů JE Temelín jsou uvedeny v tab. 29. Hodnoty z nezávislého monitorování nejsou v rozporu s hodnotami stanovenými provozovatelem.

V rámci nezávislého monitorování kapalných výpustí byl měřen obsah radionuklidů emitujících záření gama v měsíčních slévaných vzorcích z kontrolních nádrží (BAPP a prádelenských vod) a ve čtrnáctidenních slévaných vzorcích vod odebraných na stanici odpadních vod. Ve stejných vzorcích byla stanovována i aktivita ^3H . Na obr. 20a jsou uvedeny měsíční hodnoty aktivity ^3H v kapalných výpustech v kontrolních nádržích a na obr. 20b čtrnáctidenní hodnoty objemové aktivity ^3H v kapalných výpustech v odpadním kanále JE Temelín. Hodnoty z nezávislého monitorování vzorků vod z kontrolních nádrží jsou srovnatelné s hodnotami stanovenými provozovatelem. Nezávislé měření objemových aktivit ^3H ve vzorcích vod z odpadního kanálu potvrzuje, že nebyly překročeny povolené hodnoty obsahu radionuklidů ve vypouštěných vodách.

2.2.1.3. Monitorování výpustí z ÚJV Řež

V roce 2016 byl proveden odběr a vyhodnocena objemová aktivita radioaktivních vzácných plynů z ventilačního komínu ÚJV Řež. Výsledky jsou uvedeny v tab. 30. Dominantní podíl celkové aktivity výpustí, jako každý rok, tvoří aktivita ^{41}Ar . Hodnoty nezávisle naměřených aktivit jsou v dobrém souladu s hodnotami uváděnými ÚJV Řež.

2.2.2. Monitorování okolí JZ

2.2.2.1. Monitorování zevního ozáření

Monitorování zevního ozáření v okolí JZ zajišťuje SÚJB prostřednictvím lokálních sítí TLD a mobilních skupin.

TLD síť

Plošné monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření provádí SÚJB prostřednictvím termoluminiscenčních dozimetrů rozmístěných v lokální síti TLD v okolí JE Dukovany a JE Temelín. Síť tvoří v okolí JE Dukovany 15 dozimetrů a v okolí JE Temelín 11 dozimetrů. TLD v okolí JE jsou umístěny 1 metr nad zemí ve volném prostranství nezastíněném budovami nebo vegetací. Výsledky měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu v lokálních sítích TLD provozovaných SÚJB jsou prezentovány v tab. 31 a 32.

V roce 2016 nebylo žádnou z těchto sítí zaznamenáno překročení informačních úrovní.

Výsledky měření získávané lokálními sítěmi TLD provozovanými SÚJB v roce 2016 byly, stejně jako v minulých letech, srovnatelné s výsledky poskytovanými provozovatelem JE.

Mobilní skupiny

MS se podílejí na výměně TLD v lokálních sítích v okolí JE, odebírají vzorky životního prostředí a potravních řetězců v okolí JE Dukovany a JE Temelín

2.2.2.2. Monitorování složek životního prostředí

Na obr. 21 jsou uvedeny výsledky nezávislého měření objemové aktivity ^3H ve vzorcích povrchové vody odebíraných měsíčně v profilech Mohelno řeky Jihlava, resp. Újezd řeky Vltava, ovlivněných výpustí ^3H z JE Dukovany, resp. JE Temelín.

Výsledky nezávislého měření plošné aktivity ^{137}Cs ve spadech sbíraných v okolí JE jsou uvedeny pro dvě lokality v okolí JE Dukovany na obr. 22a a pro čtyři lokality v okolí JE Temelín na obr. 22b.

Výsledky nezávislého monitorování vzorků složek životního prostředí odebíraných v okolí JE jsou uvedeny v tab. 33 a 34.

Monitorování okolí JE Dukovany a JE Temelín prokázalo, že neexistují rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých složkách životního prostředí monitorovaných v okolí jaderných elektráren a na ostatním území státu, kromě obsahu ^3H ve vodních tocích ovlivněných výpustmi z JE.

Výsledky nezávislého monitorování prováděného resortem SÚJB, případně dalšími resorty podílejícími se na činnosti RMS, jsou v dobré shodě s výsledky monitorování zajišťovaného provozovatelem JE.

2.2.2.3. Monitorování složek potravních řetězců

Výsledky nezávislého monitorování vzorků potravních řetězců v okolí JE zajišťovaného resortem SÚJB jsou uvedeny v tab. 33 a 34.

Hodnoty hmotnostních aktivit radionuklidů ve složkách potravních řetězců se pohybují na stejných úrovních jako hodnoty zjišťované při teritoriálním monitorování RMS.

2.3. Hodnocení následků havárie černobylské a fukušimské JE

Součástí hodnocení radiační situace na území ČR i v roce 2016 bylo hodnocení dlouhodobých následků havárie černobylské JE, které spočívá zejména ve sledování obsahu ^{137}Cs v ovzduší (aerosoly a spady), v potravních řetězcích a v lidském těle u vybraných skupin populace.

Havárie JE Fukušima se projevila na území ČR jen v krátké době po tom, kdy k nám kontaminace v březnu 2011 dorazila. Vzhledem k mnohonásobně (až 5000x) menšímu spadu v porovnání s havárií JE Černobyl a s testy jaderných zbraní v ovzduší (i když už uplynuly desítky let) je velikost resuspenze fukušimského Cs zanedbatelná (fukušimský spad dosáhl maximálně jednotek Bq/m^2).

Obsah ^{137}Cs v mnohých vzorcích byl v roce 2016, tak jako v několika předcházejících letech, pod mezí detekovatelnosti.

3. ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Na základě výsledků monitorování radiační situace v rámci RMS a monitorování jaderných zařízení včetně jejich okolí lze konstatovat, že v roce 2016 nedošlo na území České republiky k žádnému významnému úniku radionuklidů do prostředí. Na žádném z měřicích míst nebylo zaznamenáno překročení stanovených zásahových úrovní, které by vyžadovalo jakákoliv opatření na ochranu obyvatel či životního prostředí. Variace v hodnotách dávkového příkonu jsou způsobovány fluktuacemi přírodního pozadí.

Ve složkách životního prostředí, složkách potravních řetězců i v lidském těle je stále ještě měřitelná nízká aktivita ^{137}Cs , které se do prostředí dostalo zejména po černobylské havárii a zkouškách jaderných zbraní v atmosféře, naměřené hodnoty aktivity ^{137}Cs se již téměř nemění. Rovněž jsou v některých obdobích měřitelné velmi nízké aktivity ^{90}Sr a $^{239,240}\text{Pu}$ v ovzduší a ^{90}Sr v mléku a ve smíšené stravě, které pocházejí hlavně ze zkoušek jaderných zbraní.

Výpusti do ovzduší ani do vodotečí z JE Dukovany i z JE Temelín v roce 2016 nepřekročily stanovené autorizované limity.

Maximální efektivní dávka z výpustí do ovzduší z JE Dukovany vypočtená programem RDEDU činila $0,0204 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,051 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $40 \mu\text{Sv}$. Nejvyšší efektivní dávka z výpustí do ovzduší z JE Temelín vypočtená programem RDETE činila $0,0144 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,036 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $40 \mu\text{Sv}$. Největší podíl na celkové výpusti do ovzduší představují výpusti ^{14}C , více než 95% pro JE Dukovany i pro JE Temelín.

Maximální efektivní dávka z výpustí do vodotečí z JE Dukovany vypočtená programem RDEDU činila $1,612 \mu\text{Sv}$, což představuje $26,9 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $6 \mu\text{Sv}$. Nejvyšší efektivní dávka z výpustí do vodotečí z JE Temelín vypočtená programem RDETE činila $0,647 \mu\text{Sv}$, což představuje $21,6 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $3 \mu\text{Sv}$. Dominantním radionuklidem ve výpustech do vodotečí z jaderných elektráren je radionuklid ^3H , jehož obsah ve výpustech je dán technologií jaderné elektrárny a během let se při normální provozu (mimo odstávky) výrazně nemění. Na celkové hodnotě kapalných výpustí se v roce 2016 tento radionuklid podílel více než 99% pro JE Temelín a téměř 97% pro JE Dukovany.

Největší část výpustí jednotlivých radionuklidů do ovzduší z ventilačního komínu ÚJV Řež v roce 2016 představuje výpust ^{41}Ar . V roce 2016 bylo do vodotečí z ÚJV Řež vypuštěno $48,3 \text{ m}^3$ kapalných výpustí ve formě kondenzátu. Roční efektivní dávka (součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření) na kritickou skupinu obyvatel sídliště v obci Řež za rok 2016 je $0,07 \mu\text{Sv}$, dosahuje tak $0,2 \%$ autorizovaného limitu $30 \mu\text{Sv}$ pro plynné a kapalné výpusti z ÚJV Řež.

Nebyly nalezeny významné rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých složkách životního prostředí a potravních řetězců v okolí jaderných elektráren Dukovany a Temelín a na ostatním území státu.

4. SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH VE ZPRÁVĚ

AČR	Armáda České republiky
ARMS	Armádní radiační monitorovací síť
BAPP	Budova aktivních pomocných provozů
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
GŘC	Generální ředitelství cel
GŘ HZS ČR	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru
HVB	hlavní výrobní blok
IZ	ionizující záření
JE	jaderná elektrárna
JZ	jaderné zařízení
KŠ	krizový štáb
LRKO	laboratoř radiační kontroly okolí
MDA	minimální detekovatelná aktivita
MF	Ministerstvo financí ČR
MMKO	měřicí místo kontaminace ovzduší
MMKP	měřicí místo kontaminace potravin
MMKV	měřicí místo kontaminace vody
MO	Ministerstvo obrany ČR
MS	mobilní skupina
MV	Ministerstvo vnitra ČR
MVA	minimální významná aktivita
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
ODZ	oddělení dozimetrie záření
PČR	Policie České republiky
PDE	příkon dávkového ekvivalentu
PFDE/PPDE	příkon fotonového/prostorového dávkového ekvivalentu
RC SÚJB	Regionální centrum Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
RMS	radiační monitorovací síť
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i.
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.
SVÚ	Státní veterinární ústav
SVZ	Síť včasného zjištění
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
TLD	termoluminiscenční dozimetr
ÚJF AV ČR	Ústav jaderné fyziky Akademie věd ČR
ÚJV	Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s.
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
ÚRAO	Úložiště radioaktivních odpadů
VK	ventilační komín
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.

5. STRUČNÝ VÝKLAD HLAVNÍCH POJMŮ, VELIČIN A JEDNOTEK

Radioaktivita: samovolná přeměna atomových jader spojená s emisí ionizujícího záření (přírodní jev, vlastnost látek nikoli veličina).

Aktivita: počet radioaktivních přeměn radionuklidu za jednotku času.

Becquerel: jednotka SI pro aktivitu. Jeden becquerel (Bq) se rovná jedné přeměně za sekundu (1/s). Dřívější jednotka aktivity 1 curie (Ci) je $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq. Hmotnostní aktivita se měří v Bq na kilogram (Bq/kg), objemová v Bq/m³ nebo Bq/l, plošná v Bq/m², popřípadě Bq/cm².

Dávka: množství energie předané určité látce ionizujícím zářením v objemu s jednotkovou hmotností. Míra účinků ionizujícího záření.

Gray: jednotka SI pro dávku ionizujícího záření, 1 gray (Gy) je 1 joule na kilogram (J/kg).

Expozice (ozáření): vystavení ionizujícímu záření. Ozáření může být buď zevní, nebo vnitřní.

Expoziční cesty: cesty, jimiž radioaktivní látka může ozářit člověka.

Dávkový příkon: rychlost, se kterou dávka narůstá. Měří se v grayích za sekundu (Gy/s), za hodinu (Gy/h) apod.

Ekvivalentní dávka: veličina beroucí ohled na rozdíly v působení různých druhů ionizujícího záření na buňky lidské tkáně, vyjádřená jako součin dávky a radiačního váhového faktoru pro různé druhy záření. Při větší hustotě ionizace jsou účinky záření větší a tomu odpovídá větší radiační váhový faktor. Pro záření beta, gama a rentgenové platí, že dávce 1 Gy odpovídá ekvivalentní dávka 1 Sv, pro částice alfa a neutrony podle jejich energie odpovídá dávce 1 Gy ekvivalentní dávka vyšší v souladu s radiačními váhovými faktory pro tyto druhy záření.

Sievert: jednotka SI pro ekvivalentní a efektivní dávku, 1 sievert (Sv) je 1 joule na kilogram (J/kg), stejně jako 1 Gy. Dřívější používaná jednotka byla rem (1 rem = 0,01 Sv).

Efektivní dávka: Veličina umožňující hodnotit ozáření lidského organismu jako celku, i když je lidské tělo ozářeno nerovnoměrně, rovná se součinu ekvivalentní dávky a tkáňového váhového faktoru, který respektuje různou citlivost jednotlivých orgánů a tkání lidského těla z hlediska vzniku zhoubného bujení a dědičnosti (tzv. stochastické účinky). Roční limity ozáření lidí se stanovují v této veličině. Měří se v jednotkách sievert.

Kolektivní efektivní dávka: součet efektivních dávek všech jednotlivců v určité skupině, popřípadě všeho obyvatelstva. Je to míra celospolečenské zdravotní újmy způsobené ozářením lidí.

Zevní ozáření: ozáření lidského těla způsobené zdrojem ionizujícího záření ležícím vně těla.

Vnitřní ozáření (vnitřní kontaminace): ozáření lidského těla radionuklidy přijatými do organismu vdechováním vzduchu nebo požíváním potravin a vody. Jeho mírou je aktivita radionuklidu, která vstoupila do těla, tzv. příjem radionuklidu. Od něj se odvozuje **úvazek efektivní dávky**, což je efektivní dávka, kterou člověk obdrží od radionuklidu během doby jeho pobytu v těle. Pro jednotlivé radionuklidy jsou roční limity různé, podle toho, jak velký úvazek odpovídá jednotce aktivity přijatého radionuklidu. Existují **kritické orgány**, ve kterých se mohou některé radionuklidy přednostně hromadit, např. jód ve štítné žláze.

6. PŘÍLOHA 1: PŘEHLED TABULEK

Tab. 1	Druhy a počty vzorků analyzovaných v roce 2016 v rámci RMS
Tab. 2	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu naměřené teritoriální sítí TLD na území ČR v roce 2016
Tab. 3	Objemová aktivita ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb v aerosolech v ovzduší v roce 2016
Tab. 4	Objemová aktivita ^{90}Sr , ^{238}Pu a $^{239, 240}\text{Pu}$ ve vzdušném aerosolu v roce 2016 v odběrovém místě Praha - Bartoškova
Tab. 5	Plošná aktivita ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb ve spadech v roce 2016
Tab. 6a	Objemová aktivita ^3H ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2016
Tab. 6b	Objemová aktivita ^{137}Cs ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2016
Tab. 6c	Objemová aktivita ^{90}Sr ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2016
Tab. 7a	Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě v roce 2016
Tab. 7b	Objemová aktivita ^{137}Cs v povrchové vodě v roce 2016
Tab. 7c	Hodnoty celkové objemové aktivity beta po odečtení ^{40}K a objemové aktivity ^{90}Sr v povrchové vodě v roce 2016
Tab. 8	Hodnoty hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vodárenském kalu a říčním sedimentu v roce 2016
Tab. 9a	Hmotnostní a objemová aktivita ^{137}Cs ve vybraných poživatinách v roce 2016 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)
Tab. 9b	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs ve vybraných poživatinách v roce 2016 (dodavatel dat SVÚ)
Tab. 10	Objemová aktivita ^{90}Sr v konzumním a sušeném mléce v roce 2016
Tab. 11	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v obilovinách v roce 2016
Tab. 12a	Aktivita na den ^{137}Cs ve smíšené stravě v roce 2016
Tab. 12b	Aktivita na den ^{90}Sr ve smíšené stravě v roce 2016
Tab. 13	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v krmivech v roce 2016
Tab. 14	Přehled aktivit jednotlivých radionuklidů vypouštěných do ovzduší z JE Dukovany v roce 2016 (převzato ze zprávy JE Dukovany)
Tab. 15	Přehled radioaktivních látek vypouštěných z JE Dukovany do vodotečí v roce 2016 (převzato ze zprávy JE Dukovany)
Tab. 16	Přehled aktivit jednotlivých radionuklidů vypouštěných do ovzduší z JE Temelín v roce 2016 (převzato ze zprávy JE Temelín)
Tab. 17	Přehled radioaktivních látek vypouštěných z JE Temelín do vodotečí v roce 2016 (převzato ze zprávy JE Temelín)
Tab. 18	Přehled plyných výpusť ÚJV Řež v roce 2016 (převzato z ÚJV Řež)
Tab. 19	Přehled kapalných výpusť ÚJV Řež v roce 2016 (převzato z ÚJV Řež)
Tab. 20	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu fotonového dávkového ekvivalentu naměřené lokální sítí TLD v okolí JE Dukovany v r. 2016
Tab. 21	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu fotonového dávkového ekvivalentu naměřené lokální sítí TLD v okolí JE Temelín v roce 2016
Tab. 22	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravních řetězců v okolí JE Dukovany v roce 2016 (dodavatel dat provozovatel)
Tab. 23	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravních řetězců v okolí JE Temelín v roce 2016 (dodavatel dat provozovatel)

Tab. 24	Objemové aktivity vzácných plynů z odběrů ve ventilačních komínech JE Dukovany
Tab. 25a	Objemové aktivity radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolových filtrů z ventilačních komínů JE Dukovany v roce 2016
Tab. 25b	Objemové aktivity radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I ve vzorcích vzdušiny odebíraných z ventilačních komínů JE Dukovany
Tab. 26	Aktivity ^{90}Sr a transuranů vypouštěných do ovzduší z JE Dukovany v roce 2016
Tab. 27	Objemové aktivity vzácných plynů z odběrů ve ventilačních komínech JE Temelín
Tab. 28a	Objemové aktivity radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolových filtrů z ventilačních komínů JE Temelín v roce 2016
Tab. 28b	Objemové aktivity radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I ve vzorcích vzdušiny odebíraných z ventilačních komínů JE Temelín
Tab. 29	Aktivity ^{90}Sr a transuranů vypouštěných do ovzduší z JE Temelín v roce 2016
Tab. 30	Objemové aktivity vzácných plynů z odběru ve ventilačním komínu ÚJV Řež
Tab. 31	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu naměřené lokální sítí TLD v okolí JE Dukovany v roce 2016
Tab. 32	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu naměřené lokální sítí TLD v okolí JE Temelín v roce 2016
Tab. 33	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravních řetězců v okolí JE Dukovany v roce 2016 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)
Tab. 34	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravních řetězců v okolí JE Temelín v roce 2016 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)

7. PŘÍLOHA 2: PŘEHLED OBRÁZKŮ

Obr. 1	Síť včasného zjištění RMS ČR
Obr. 2a	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ SÚRO Praha (měřicí místo resort SÚJB)
Obr. 2b	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ Dukovany (měřicí místo ČHMÚ)
Obr. 2c	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ Temelín (měřicí místo ČHMÚ)
Obr. 2d	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ Lysá Hora (měřicí místo ČHMÚ)
Obr. 2e	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ Hradec Králové (měřicí místo RC SÚJB)
Obr. 2f	Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ Opava (měřicí místo AČR)
Obr. 3	Teritoriální a lokální síť TLD
Obr. 4	Měření dávkového příkonu po trasách pojezdu jednotlivých mobilních skupin při svozu a rozvozu TLD ve druhém čtvrtletí roku 2016
Obr. 5	Výsledky leteckého přeshraničního (CZ-DE) monitorování v okolí Železné Rudy (dávkový příkon, nGy/h)
Obr. 6	Mapa rozmístění zařízení pro odběr aerosolu
Obr. 7a	Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolu v ovzduší v roce 2016 – MMKO Kamenná (vzorkování RC Kamenná, měření SÚRO Ostrava)

- Obr. 7b Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolu v ovzduší v roce 2016 – MMKO Plzeň (vzorkování RC Plzeň, měření RC SÚJB České Budějovice)
- Obr. 8a Objemová aktivita vybraných radionuklidů v aerosolu v ovzduší, měsíční průměry od roku 1986 – MMKO Praha (vzorkování a měření SÚRO Praha)
- Obr. 8b Objemová aktivita ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$ v aerosolu v ovzduší od roku 1995 – MMKO Praha (vzorkování a měření SÚRO Praha)
- Obr. 9a Objemová aktivita ^{85}Kr v ovzduší – MMKO Praha
- Obr. 9b Objemová aktivita ^{14}C v ovzduší ve formě CO_2 , měsíční průměry – MMKO Praha
- Obr. 9c Objemová aktivita ^3H ve formě HTO v ovzduší, měsíční průměry – MMKO Praha
- Obr. 10a Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v roce 2016 – MMKO Ostrava (vzorkování a měření SÚRO Ostrava)
- Obr. 10b Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v roce 2016 – MMKO Hradec Králové (vzorkování a měření SÚRO Hradec Králové)
- Obr. 11a Plošná aktivita vybraných radionuklidů ve spadech od roku 1986 – MMKO Praha (odběr a měření SÚRO Praha)
- Obr. 11b Objemová aktivita ^3H ve srážkách od roku 2002 – MMKO Praha (vzorkování a měření SÚRO Praha)
- Obr. 12a Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě za posledních 5let – povodí Labe – profil Hřensko (Labe) (vzorkování Povodí, s.p., měření VÚV TGM Praha)
- Obr. 12b Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě za posledních 5let – povodí Morava – profil Lanžhot (Morava) (odběrové místo je Moravský Svatý Ján; vzorkování Povodí, s.p., měření VÚV TGM Praha)
- Obr. 12c Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě v roce 2016 – povodí Vltava – profil Praha-Podolí (Vltava) (vzorkování Povodí, s.p., měření VÚV TGM Praha)
- Obr. 13 Průměrné roční hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vepřovém a hovězím mase a objemové aktivity ^{137}Cs v mléce od roku 1986 (vzorkování a měření SÚJB RC, SÚRO a SVÚ)
- Obr. 14 Vývoj retence ^{137}Cs u českého obyvatelstva po černobylské havárii (vzorkování a měření RC SÚJB a SÚRO)
- Obr. 15a Bilance plyných výpustí – vzácné plyny (^{41}Ar) z odběrů ve ventilačním komínu ÚJV Řež v období 1994 - 2016 (celkový roční limit aktivity je 1 000 TBq), (vzorkování a měření ÚJV Řež)
- Obr. 15b Bilance plyných výpustí - ^{131}I z odběrů ve ventilačním komínu ÚJV Řež v období 1994 – 2016 (celkový roční limit aktivity je 20 000 MBq), (vzorkování a měření ÚJV Řež)
- Obr. 15c Bilance kapalných výpustí radionuklidů emitujících záření beta z odběrů v čistící stanici ÚJV Řež v období 1994 – 2016 - celková aktivita beta přepočtená na referenční radionuklid ^{137}Cs (celkový roční limit aktivity je 2200 MBq), (vzorkování a měření ÚJV Řež)
- Obr. 16a Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ TDS1 Dukovany (měřicí místo č. 18)
- Obr. 16b Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ TDS1 Temelín (měřicí místo č. 13)
- Obr. 16c Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ TDS2 Kordula (měřicí místo LRKO JE Dukovany)

- Obr. 16d Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) - SVZ TDS2 Bohunice (měřicí místo LRKO JE Temelín)
- Obr. 17a Objemová aktivita ^{137}Cs ve vzdušném aerosolu v roce 2016 ve vzorcích odebraných na stanicích v okolí a v areálu JE Dukovany (odběr a měření LRKO JE Dukovany)
- Obr. 17b Objemová aktivita ^{137}Cs ve vzdušném aerosolu v roce 2016 ve vzorcích odebraných na stanicích v okolí a v areálu JE Temelín (odběr a měření LRKO JE Temelín)
- Obr. 18a Objemová aktivita ^{137}Cs v mléce v roce 2016 ve vzorcích odebraných v kravínech v ZHP JE Dukovany (odběr a měření LRKO JE Dukovany)
- Obr. 18b Objemová aktivita ^{137}Cs v mléce v roce 2016 ve vzorcích odebraných v kravínech v ZHP JE Temelín (odběr a měření LRKO JE Temelín)
- Obr. 19a Celková aktivita ^3H vypouštěná do vodoteče z JE Dukovany v roce 2016 (porovnání hodnot naměřených SÚJB a LRKO provozovatele, odběr JE Dukovany, měření RC SÚJB Brno a LRKO JE Dukovany)
- Obr. 19b Objemová aktivita ^3H v odpadním kanále JE Dukovany v roce 2016 (porovnání hodnot naměřených SÚJB a LRKO provozovatele, odběr JE Dukovany, měření RC SÚJB Brno a LRKO JE Dukovany)
- Obr. 20a Celková aktivita ^3H vypouštěná do vodoteče z JE Temelín v roce 2016 (porovnání hodnot naměřených SÚJB a LRKO provozovatele, odběr JE Temelín, měření RC SÚJB Brno a LRKO JE Temelín)
- Obr. 20b Objemová aktivita ^3H v odpadním kanále JE Temelín v roce 2016 (čtrnáctidenní slévané vzorky, odběr ETE, měření RC SÚJB Brno)
- Obr. 21 Objemová aktivita ^3H v řece Jihlavě (profil Mohelno) a Vltavě (profil Újezd) v roce 2016 (odběr RC SÚJB Brno a RC SÚJB Č. Budějovice, měření RC SÚJB Brno)
- Obr. 22a Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v okolí JE Dukovany v roce 2016 (měsíční hodnoty; odběr RC SÚJB Brno, měření RC SÚJB České Budějovice)
- Obr. 22b Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v okolí JE Temelín v roce 2016 (měsíční hodnoty v jednotlivých lokalitách; odběr a měření RC SÚJB Č. Budějovice)