

ZPRÁVA O VÝSLEDKÁCH ČINNOSTI SÚJB PŘI VÝKONU STÁTNÍHO
DOZORU NAD JADERNOU BEZPEČNOSTÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ A
RADIČNÍ OCHRANOU
ZA ROK 2019

ČÁST II

OBSAH

1	MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE NA ÚZEMÍ ČR.....	4
1.1	Informace o funkci a organizaci monitorování	4
1.2	Sítě pro zevní ozáření	4
1.3	Sítě pro zevní a vnitřní ozáření	5
1.4	Sítě pro vnitřní ozáření	5
2	TERITORIÁLNÍ SÍTĚ – MONITOROVÁNÍ ÚZEMÍ ČR	6
2.1	Monitorovací sítě pro zevní ozáření.....	6
2.1.1	Sít včasného zjištění	6
2.1.2	Sít integrálního měření.....	7
2.1.3	Sít okamžitého měření	7
2.1.4	Sít monitorovacích tras.....	7
	Pozemní monitorování – mobilní skupiny	7
	Letecké monitorování – letecká skupina	7
2.2	Monitorovací sítě pro zevní a vnitřní ozáření – síť odběru vzorků životního prostředí	8
2.2.1	Ovzduší	8
2.2.2	Půda, porost.....	10
2.2.3	Pitné a povrchové vody	10
2.2.4	Vodárenské kalý, říční sedimenty	10
2.3	Monitorovací sítě pro vnitřní ozáření	11
2.3.1	Sít odběru vzorků potravního řetězce.....	11
2.3.2	Sít měření lidského těla	11
3	LOKÁLNÍ SÍTĚ – MONITOROVÁNÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ	12
3.1	Monitorování JZ prováděné provozovatelem	12
3.1.1	Monitorování výpustí radionuklidů z JZ	12
3.1.1.1	Monitorování výpustí radionuklidů z JE Dukovany	13
3.1.1.3	Monitorování výpustí radionuklidů z ÚJV Řež	14
3.1.2	Monitorování okolí JZ	14
3.1.2.1	Sítě pro zevní ozáření	14
3.1.2.2	Sítě pro zevní a vnitřní ozáření – síť odběru vzorků životního prostředí, včetně výpustí.....	15
3.1.2.3	Sítě pro vnitřní ozáření – síť odběru vzorků potravního řetězce.....	16
3.2	Monitorování JZ zabezpečené SÚJB	16
3.2.1	Monitorování výpustí radionuklidů z JZ	16
3.2.1.1	Monitorování výpustí z JE Dukovany	16
3.2.1.2	Monitorování výpustí z JE Temelín	17
3.2.1.3	Monitorování výpustí z ÚJV Řež.....	17
3.2.2	Monitorování okolí JZ	17
3.2.2.1	Sítě pro zevní ozáření	17
3.2.2.2	Sítě pro zevní a vnitřní ozáření – síť odběru vzorků životního prostředí, včetně výpustí.....	18
3.2.2.3	Sítě pro vnitřní ozáření – síť odběru vzorků potravního řetězce.....	18
3.3	Hodnocení následků havárie černobylské a fukušimské JE.....	19
4	ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ	19
5	SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH VE ZPRÁVĚ	21

6	STRUČNÝ VÝKLAD HLAVNÍCH POJMŮ, VELIČIN A JEDNOTEK.....	22
7	PŘÍLOHA 1: PŘEHLED TABULEK	23
8	PŘÍLOHA 2: PŘEHLED OBRÁZKŮ	24

1 MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE NA ÚZEMÍ ČR

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky monitorování radiační situace na území ČR za rok 2019 získané prostřednictvím monitorovacích sítí pro zevní a vnitřní ozáření. 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 monitorování

Právní rámec pro systém radiační ochrany v ČR, včetně systému monitorování radiační situace na území ČR, vytváří zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon (AZ) a na něj navazující prováděcí předpisy. Zákon vymezuje základní náležitosti monitorování radiační situace, určuje osoby, které se na monitorování podílejí. Monitorování radiační situace na území ČR je organizováno prostřednictvím monitorovacích sítí, které jsou členěny podle účelu a použitých metod na sítě pro zevní a vnitřní ozáření, podle monitorovaného území na sítě teritoriální, lokální, popřípadě hraniční. Dělení na síť řídkou a hustou odpovídá požadavku doporučení 2000/473/Euratom.

Řízením monitorování radiační situace je pověřen Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Na činnostech monitorování se kromě SÚJB podílejí osoby uvedené v § 216 až 218 AZ, tj. Ministerstvo obrany (MO), Ministerstvo zemědělství (MZe) a Ministerstvo životního prostředí (MŽP), a v § 220 až 223 AZ – Hasičský záchranný sbor ČR (HZS ČR), Policie ČR (PČR), orgány Celní správy ČR (CS) a Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI).

Ke dni 1. ledna 2019 SÚJB v souladu s § 234 AZ vydal národní program monitorování (NPM), kterým se řídí monitorování prováděné výše uvedenými osobami. Na přizpůsobení se všem požadavkům NPM mají osoby podílející se na monitorování radiační situace na území ČR další 2 roky v souladu s výše uvedeným § 234 AZ. V přechodném období se monitorování řídí kromě NPM také smlouvami uzavřenými mezi SÚJB a jednotlivými osobami podílejícími se na monitorování.

Podrobnosti o monitorování radiační situace jsou upraveny vyhláškou č. 360/2016 Sb., do které byly zapracovány i požadavky z nařízení vlády č. 11/1999 Sb., o zóně havarijního plánování. Náležitosti programů monitorování, které mimo jiné stanovují rozsah monitorování výpustí a okolí jaderných zařízení zajišťovaného držiteli povolení k provozu těchto zařízení, určuje též vyhláška č. 422/2016 Sb. Držitelé povolení k provozu jaderných zařízení se při monitorování řídí programy monitorování výpustí a okolí jaderného zařízení schválenými SÚJB.

V roce 2019 bylo prováděno monitorování radiační situace na území ČR prostřednictvím následujících sítí:

1.2 Síť pro zevní ozáření

Sít' včasného zjištění (SVZ) tvoří systém měřicích míst, v nichž se provádí nepřetržité měření dávkového příkonu. Data z měřicích míst jsou průběžně v desetiminutových intervalech předávána do datového střediska SÚJB a ukládána v databázi Monitorování radiační situace (MonRaS). Součástí sítě je teledozimetrický systém (TDS) umístěný na hranici areálu a v okolí

jaderné elektrárny (JE) tak, aby při radiační mimořádné události nebo podezření na ni byl bezprostředně zaznamenán a vyhodnocen případný únik radionuklidů do ovzduší. Činnost SVZ v roce 2019 v teritoriální síti zajišťovaly SÚJB (Regionální centra – RC, Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. – SÚRO), MŽP (Český hydrometeorologický ústav – ČHMÚ), MO (Armáda ČR – AČR), HZS ČR a v lokální síti ČEZ, a.s.

Meteorologická služba, která získává meteorologické údaje nezbytné k modelování šíření uniklých radionuklidů v ovzduší, k vyhodnocení radiační situace a stanovení prognózy jejího vývoje, je průběžně zajišťována MŽP (ČHMÚ).

Sít integrálního měření tvořená měřicími místy osazenými termoluminiscenčními dozimetry (TLD) 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.

Sít okamžitého měření je tvořena měřicími místy pro ocenění radiační situace při nehodové expoziční situaci, je provozována SÚJB.

Sít monitorovacích tras se skládá z monitorování pozemního a leteckého. Pozemní monitorování provádějí mobilní skupiny (MS) resortů SÚJB (RC, SÚRO), CS, MO (AČR), HZS ČR, PČR a ČEZ, a.s. Letecká monitorování provádí v případě potřeby monitorování velkoplošných území letecká skupina, jejíž činnost zajišťuje SÚJB (SÚRO) ve spolupráci s MO (AČR) nebo s PČR.

1.3 Síť pro zevní a vnitřní ozáření

Sít odběru vzorků životního prostředí (ŽP), včetně výpustí

Odběry vzorků ŽP, především monitorovaných položek aerosolů, spadů, vody a půdy, v odběrových místech v teritoriální síti zajišťují SÚJB (RC, SÚRO) a MŽP (ČHMÚ, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., v. v. i. – VÚV). Kromě výše uvedených monitorovaných položek jsou v lokálních sítích monitorovány také výpusti, toto monitorování provádí SÚJB, ČEZ, a.s. a ÚJV Řež, a.s. Stanovení aktivity radionuklidů v těchto vzorcích provádí měřicí laboratoře SÚJB (SÚRO), MŽP (VÚV), ČEZ, a.s. a ÚJV. Přehled vzorků odebíraných v rámci monitorování radiační situace v teritoriální síti odběru vzorků ŽP a jejich počty za rok 2019 jsou uvedeny v tabulce 1 přílohy 1 této části zprávy. Přehledy vzorků ŽP odebíraných provozovatelem JZ v lokálních sítích jsou uvedeny v tabulkách 22 a 23, vzorků odebíraných resortem SÚJB v tabulkách 33 a 34 v příloze 1 této části zprávy.

1.4 Síť pro vnitřní ozáření

Sít odběru vzorků potravního řetězce (PŘ)

Odběry vzorků PŘ, především monitorovaných položek mléka, smíšené stravy, krmiv a jednotlivých položek smíšené stravy provádějí SÚJB (RC, SÚRO), MZe (Státní veterinární ústav Praha – SVÚ, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – ÚKZÚZ, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. – VÚLHM), SZPI, MŽP (VÚV) a ČEZ, a.s. Stanovení aktivity radionuklidů v těchto vzorcích provádí měřicí laboratoře SÚJB (SÚRO), MŽP (VÚV), MZe (SVÚ) a ČEZ, a.s. Přehled vzorků odebraných v rámci monitorování radiační situace v teritoriální síti odběru vzorků PŘ a jejich počty za rok 2019 jsou uvedeny v tabulce 1 přílohy 1 této části zprávy. Přehledy vzorků PŘ odebíraných provozovatelem JZ v lokálních sítích jsou uvedeny v tabulkách 22 a 23, vzorků odebíraných resortem SÚJB v tabulkách 33 a 34 v příloze 1 této části zprávy.

Sít měření lidského těla

Činnost této sítě zajišťuje a koordinuje SÚRO, podílejí se RC SÚJB. Pravidelně se provádějí měření obsahu radionuklidů přímo v lidském těle na celotělovém počítači v laboratoři SÚRO, popřípadě se provádí stanovení obsahu radionuklidů v těle nepřímo měřením exkret.

2 TERITORIÁLNÍ SÍŤ – MONITOROVÁNÍ ÚZEMÍ ČR

2.1 Monitorovací síť pro zevní ozáření

2.1.1 Sít včasného zjištění

Rozložení měřicích míst (MM) SVZ na území ČR ukazuje obr. 1 přílohy 2 k této části zprávy. Měřicí místa jsou vybavena sondou zajišťující kontinuální měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) v rozsahu 5×10^{-8} až 1 Sv/hod, předávají získané hodnoty (průměrné hodnoty PPDE za 10 minut) do datového střediska SÚJB ihned po každém provedeném měření. Přenos dat z MM je po obnově zařízení, která proběhla v roce 2017, zajištěn ve formátu dat IRIX (International Radiological Information Exchange Format) webovou službou.

Armáda ČR provozuje 16 MM SVZ, vybavených pro automatické průběžné měření a předávání dat na centrální pracoviště AČR, odkud jsou data předávána každých 10 minut do datového střediska SÚJB. V roce 2019 byla dlouhodobě mimo provoz celá řada MM AČR; kromě 6 MM neprovozuschopných ke dni 31. 12. 2019 (MM Bechyně – mimo provoz od 21. 8. 2019, MM Klatovy – od 27. 8. 2019, MM Jince – od 4. 5. 2018, MM Strakonice – od 29. 5. 2018, MM Žatec – od 1. 6. 2018 a MM Stará Boleslav – od 6. 11. 2018) jsou to MM Tábor (mimo provoz od 11. 7. 2019 do 25. 11. 2019), MM Pardubice (od 29. 4. 2018 do 14. 8. 2019), MM Jindřichův Hradec (od 6. 3. 2019 do 25. 11. 2019). MM Jindřichův Hradec do 6. 3. 2019 opakovaně vykazovalo hodnoty přesahující zásahovou úroveň 500 nSv/h, což bylo způsobeno poruchou detektoru, nyní po opravě toto MM dodává data bez výpadků a převýšení. AČR připravuje obnovu zařízení SVZ v roce 2021.

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

Pro ilustraci jsou na obr. 2a až 2d uvedeny distribuce průměrných hodnot PPDE ve čtyřech měřicích místech SVZ (Praha, Lysá hora, Plzeň a Opava). Z obrázků jsou patrné časové změny hodnot přírodního pozadí v různých lokalitách a sezónní vlivy, kdy v nižších polohách jsou variace hodnot PPDE během ročních období méně výrazné, ve srovnání s MM umístěnými ve vyšších polohách (Lysá hora – obr. 2d).

V roce 2019 na žádném z MM SVZ nebylo zaznamenáno překročení zásahové monitorovací úrovně (nastavené pro všechna měřicí místa na 500 nSv/h) v důsledku radiační mimořádné události. Pokud došlo k překročení vyšetřovací úrovně (nastavené na úrovni horní meze obvykle se vyskytujících hodnot v daném místě), pak se jednalo o vliv dešťových srážek v daném místě. Hodnoty PPDE odpovídající prováděným kalibračním měřením, či zkreslené jinými faktory nebo vlivy (poruchy detektorů, chyby v přenosu dat, apod.), avšak nezpůsobené radiační mimořádnou událostí v daném místě, byly po identifikaci z přehledů dat vyřazeny (např. hodnoty přesahující 500 nSv/h z MM Jindřichův Hradec – viz výše).

2.1.2 Síť integrálního měření

Plošné monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření se provádí pomocí TLD rozmístěných 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.

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. 3.

Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu ve vybraných měřicích místech teritoriální sítě TLD naměřené v roce 2019 jsou uvedeny v tab. 2.

V průběhu roku 2019 nebyly zaznamenány případy překročení monitorovacích úrovní. Výsledky měření získávané SVZ a teritoriální sítě TLD v roce 2019 byly, stejně jako v minulých letech, vzájemně srovnatelné.

2.1.3 Síť okamžitého měření

Měsíčně prováděly mobilní skupiny cvičné hodnocení radiační situace metodikou MRAK (na základě 4 měření dávkového příkonu záření beta a gama v různých výškách nad terénem). Měřicí místa jsou stanovena poblíž zařízení SVZ na RC SÚJB a SÚRO Praha. Při tomto měření nebyly zjištěny žádné odchylky od běžně se vyskytujících hodnot.

2.1.4 Síť monitorovacích tras

Pozemní monitorování – mobilní skupiny

V průběhu roku 2019 mobilní skupiny (MS) prováděly monitorování radiační situace po určených trasách v rámci rozvozu a svozu TLD, dále v rámci nácviků prováděných každý měsíc všemi MS a také v rámci havarijního cvičení ZÓNA 2019. Při monitorování prováděném MS v roce 2019 v žádné lokalitě nebylo zjištěno zvýšení dávkových příkonů, které by bylo způsobeno radiační mimořádnou událostí; výsledky měření odpovídají výsledkům monitorování prováděného ostatními sítěmi pro zevní ozáření.

Na obr. 4 je ilustrace měření dávkového příkonu po trasách pojezdu jednotlivých mobilních skupin při cvičení ZÓNA 2019.

Letecké monitorování – letecká skupina

Činnost letecké skupiny je zajišťovaná pracovníky SÚRO ve spolupráci s AČR a PČR. Letecká skupina se v r. 2019 aktivně zúčastnila mezinárodního leteckého cvičení ve Francii (Airborne Gamma spektrometry Campaign – AGC2019), monitorování během havarijního cvičení ZÓNA 2019 v ZHP JE Temelín a leteckého měření nad bývalou chemickou úpravnou uranové rudy MAPE Mydlovary. Během cvičení byly ověřeny činnosti, které jsou nezbytné při monitorování radiační situace na území ČR. Naměřená data z leteckého měření nad MAPE Mydlovary reflektují sanační činnosti, které jsou zaměřené na odstranění starých ekologických zátěží.

Na obr. 5 je ilustrace leteckého monitorování v okolí jaderné elektrárny Temelín při havarijním cvičení ZÓNA 2019.

2.2 Monitorovací síť pro zevní a vnitřní ozáření – síť odběru vzorků životního prostředí

Odběry vzorků monitorovaných položek ŽP zajišťují SÚJB (RC, SÚRO, podílejí se MS), MŽP (ČHMÚ, VÚV, podílejí se jednotlivá Povodí). Stanovení aktivity radionuklidů v odebraných vzorcích ŽP provádí měřicí laboratoře SÚJB (SÚRO), MŽP (VÚV).

V roce 2019 byly monitorovány především následující monitorované položky ŽP: ovzduší (aerosoly, plyny, vzdušná vlhkost, spady a srážky), pitné a povrchové vody, vodárenské kaly a říční sedimenty, půda a porost.

2.2.1 Ovzduší

Aerosoly a plynné formy jódu

Odběry aerosolů provádějí RC SÚJB, pobočky SÚRO a pracoviště ČHMÚ v Holešově a Chebu. Mapa, znázorňující umístění odběrových míst (OM) a přehled používaných zařízení pro odběr atmosférického aerosolu, je uvedena na obr. 6.

Jednotlivá OM jsou vybavena zařízeními pro odběr aerosolu a plynné formy jódu. Vzdušina je prosávána nepřetržitě, obsah radionuklidů ve vzorcích ovzduší se vyhodnocuje v týdenních intervalech ve 4 měřicích laboratořích SÚRO (Praha, Ostrava, České Budějovice a Hradec Králové).

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 .

Jako příklad je na obr. 7a uvedena časová řada objemových aktivit ^{137}Cs v aerosolech odebraných z ovzduší OM Hradec Králové v roce 2019 a na obr. 7b z ovzduší OM Ostrava. Část aktivity ^{137}Cs v ovzduší pochází z globálního spadu, který je důsledkem dřívějších zkoušek jaderných zbraní v atmosféře, část z havarovaného reaktoru v Černobyli. 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 OM 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 OM za rok 2019 jsou uvedeny v tab. 3; aktuální informace jsou průběžně prezentovány na internetové stránce SÚJB (<http://www.sujb.cz>).

V aerosolech odebraných v OM 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 2019 jsou uvedeny v tab. 4; dlouhodobé trendy měřených veličin od roku 1995 jsou znázorněny na obr. 8b).

V roce 2019 nedošlo na území ČR k detekci žádných významných aktivit umělých radionuklidů v ovzduší. Stopové množství radioaktivního ^{131}I byla v OM v ČR detekována v 5 případech: 2x v Praze a 1x v Ostravě, Českých Budějovicích a v Holešově. Objemové aktivity se pohybovaly od 0,1 do 2,0 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Zjištěné koncentrace ^{131}I byly z hlediska eventuelních zdravotních rizik zcela zanedbatelné. ^{131}I byl několikrát v roce 2019 detekován rovněž v dalších evropských zemích; vždy se jednalo o nízké koncentrace na úrovni jednotek $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Konkrétní zdroj tohoto ^{131}I nelze v podstatě identifikovat, je jím pravděpodobně celosvětově rozšířené využívání ^{131}I v medicíně.

V květnu proběhla tiskem zpráva o úniku malého množství radioaktivního ^{75}Se z belgického jaderného výzkumného centra (SCK-CEN), sídlícím ve městě Mol (^{75}Se se používá například v defektoskopii). K úniku ventilačním systémem došlo během manipulace s kapslí obsahující uvedený radionuklid. Na našem území nebyl ^{75}Se detekován. O úniku ^{75}Se informoval SÚJB na svých internetových stránkách.

V létě řada médií informovala o nehodě (explozi), ke které došlo v srpnu 2019 při testování vojenského raketového pohonu poblíž města Nyonoksa (záliv Dvina, Archangelská oblast) v Rusku. Ruské úřady ohlásily krátkodobé zvýšení dávkového příkonu v uvedené oblasti, na území ČR nebyly žádné neobvyklé hodnoty zaznamenány.

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 výpustí 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 v OM Praha jsou uvedeny na obr. 9b.

Dalším sledovaným radionuklidem je ^3H . Na obr. 9c je uveden průběh objemové aktivity ^3H ve vzdušné vlhkosti v OM Praha. Tritium je globálně se vyskytujícím radionuklidem, který vzniká hlavně interakcí kosmického záření s atmosférou. K přirozeně vzniklému tritiu přispívají zbytky tritia vzniklého následkem zkoušek jaderných zbraní a současná antropogenní produkce převážně z jaderně energetických zařízení.

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 Brno a Kamenná. Na obr. 11a je dlouhodobý časový průběh plošné aktivity ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb stanovené ve spadech v OM Praha, a to za období od černobylské havárie. Nejvyšší hodnoty plošné aktivity ve spadech naměřené v roce 2019 jsou pro jednotlivá odběrová místa uvedeny v tab. 5.

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

2.2.2 Půda, porost

Vzorky půdy byly v roce 2019 odebrány mobilními skupinami v rámci cvičení Zóna 2019 v zóně havarijního plánování (ZHP) jaderné elektrárny Temelín v červnu 2019, zpracování a analýza vzorků půdy byla provedena měřicími laboratořemi SÚRO (v tomto případě se nejedná o sledování časových řad, ale o procvičování odpovídající metodické a technické úrovně činností). Výsledky analýz neprokázaly zvýšenou kontaminaci půdy umělými radionuklidy v ZHP ve srovnání s měřeními na území ČR v minulých letech (hmotnostní aktivita ^{137}Cs ve vzorcích odebraných v rámci cvičení Zóna 2019 byla 19,6 Bq/kg, v přepočtu na plošnou aktivitu 902 Bq/m²).

2.2.3 Pitné a povrchové vody

Ve vzorcích pitné vody byla sledována aktivita ^{137}Cs , ^{90}Sr a ^3H . Ve vzorcích povrchové vody byla 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 podílejí SÚRO, RC SÚJB, VÚV a Povodí, s. p.

Objemové aktivity ^3H ve vzorcích odebraných z míst neovlivněných výpustmi z jaderných zařízení jsou na úrovni přírodního pozadí (jednotky Bq/l), popřípadě pod mezí detekce. Vyšší hodnoty a jejich proměnlivost v profilech Labe – Hřensko a Morava – Lanžhot – Moravský Svätý 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 2019 je znázorněna na obr. 12c. I zde je patrný vliv výpustí z JE Temelín.

Objemové aktivity ^{137}Cs a ^{90}Sr jsou ve všech sledovaných OM 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.

2.2.4 Vodárenské kaly, říční sedimenty

V roce 2019 zajišťovalo odběry vodárenského kalu a říčního sedimentu Povodí, s. p., měření aktivity ^{137}Cs prováděla měřicí laboratoř VÚV. Hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vodárenském kalu a říčních sedimentech jsou v rozmezí jednotek až desítek Bq/kg a v průběhu posledních let se příliš nemění (tab. 8).

2.3 Monitorovací síť pro vnitřní ozáření

2.3.1 Síť odběru vzorků potravního řetězce

Odběry vzorků monitorovaných položek PŘ zajišťují SÚJB (RC, SÚRO, podílejí se MS), MŽP (VÚV) a MZe (SVÚ, ÚKZÚZ, VÚLHM, SZPI). Stanovení aktivity radionuklidů v odebraných vzorcích PŘ provádějí měřicí laboratoře SÚJB (SÚRO), MŽP (VÚV) a MZe (SVÚ).

Monitorovány jsou především 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) a při odběru dávají přednost produkci v ČR, pokud je místo produkce známé. Subjekty mimo resort SÚJB odebírají vzorky většinou přímo u producentů.

Výsledky stanovení hmotnostní, popř. objemové aktivity ^{137}Cs v jednotlivých monitorovaných položkách PŘ 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 může být příspěvek k celkovému úvazku efektivní dávky z ingesce ^{137}Cs pro průměrného obyvatele významný, zvláště u skupin osob, u nichž je spotřeba zvěřiny vysoká. 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 ^{137}Cs a ^{90}Sr 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 pro průměrného obyvatele ČR, zelenina a ovoce jsou vybírány s ohledem na sezónní spotřebu jednotlivých druhů. Potraviny jsou odebírány z obchodní sítě podle plánu odběrů střídavě v největších městech regionů tak, aby bylo pokryto 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 laboratoří SVÚ.

2.3.2 Síť měření lidského těla

Na celotělovém počítači SÚRO, v.v.i. v Praze pokračovalo v roce 2019 monitorování vnitřní kontaminace ^{137}Cs u referenční skupiny 30 osob (15 mužů, 15 žen), převážně obyvatel Prahy ve věku od 26 do 65 let. Vzhledem k velmi nízkému obsahu ^{137}Cs u populace se celotělové měření provádí již jen jednou ročně, přičemž k dosažení co nejnižší meze detekce je používána dlouhá doba měření. Průměrná aktivita ^{137}Cs v těle jedné osoby byla na základě těchto měření odhadnuta na 20 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 2019 celkem od 32 mužů a 38 žen, kteří svými stravovacími návyky představují zhruba průměrnou populaci. Průměrná hodnota aktivity ^{137}Cs vyloučená močí za 24 hodiny byla 0,13 Bq a tomu odpovídající přepočtený průměrný obsah (retence) aktivity ^{137}Cs v těle 22 Bq. Odhad úvazku efektivní dávky založený na výsledcích celostátního průzkumu je pro ^{137}Cs roven 0,80 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 2019 byla rovněž měřena skupina osob se zvýšeným příjmem ^{137}Cs v důsledku zvláštních stravovacích návyků (myslivci se zvýšenou konzumací zvěřiny). Roční příjem ^{137}Cs u jednotlivce ve skupině je na základě střední hodnoty exkrece v moči odhadován na 890 Bq. Tento příjem vede k úvazku efektivní dávky 12 μSv .

3 LOKÁLNÍ SÍŤ – 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. Součástí kontrol je i nezávislé monitorování výpustí a okolí JZ.

3.1 Monitorování JZ prováděné provozovatelem

3.1.1 Monitorování výpustí radionuklidů z JZ

Odběry a stanovení obsahu radionuklidů provádí provozovatel JZ na základě programu monitorování výpustí schváleného SÚJB.

Výpusti radioaktivních látek z JE Dukovany a z JE Temelín do ovzduší i do vodotečí jsou omezeny tzv. autorizovanými limity, které stanovil SÚJB v rozhodnutí o povolení uvolňování radioaktivních látek z pracoviště. Autorizované limity jsou vyjádřeny součtem roční efektivní dávky z vnějšího ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření pro reprezentativní osobu 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 výpusti do ovzduší mají obě JE autorizovaný limit 40 μSv . Pro výpusti do vodoteče jsou stanoveny autorizované limity 6 μSv pro JE Dukovany a 3 μSv pro JE Temelín.

SÚJB stanovil pro provoz jaderného reaktoru, který se nachází v areálu ÚJV Řež a je provozován Centrem výzkumu 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 areálu 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 areálu 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	$2,0 \times 10^{10}$

3.1.1.1 Monitorování výpustí radionuklidů z JE Dukovany

Ve zprávě JE Dukovany „D57 - Radiační situace v okolí JE Dukovany rok 2019“ 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 2019 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 osob ve věku 0 až 5 let v obci Dukovany a činila $0,0291 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,073 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $40 \mu\text{Sv}$. 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 2019 nebyl překročen roční autorizovaný limit $6 \mu\text{Sv}$ pro kapalnou výpusti. Program RDEDU umožňuje při výpočtu čerpání ročního autorizovaného limitu výpustí do vodotečí zohlednit skutečnou hydrologickou situaci v roce 2019 (průměrný průtok v řece Jihlavě v profilu Mohelno nádrž byl $2,93 \text{ m}^3/\text{s}$) a odpovídající expoziční cesty. Vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu 0 až 5 let v osídlené zóně (obce Mohelno, Lhánice a Senorady) do vzdálenosti 3 až 10 km od místa výpusti a činila $3,7110 \mu\text{Sv}$, což představuje $61,9 \%$ čerpání z autorizovaného limitu $6 \mu\text{Sv}$. Výpust ^3H se na celkové hodnotě kapalných výpustí podílí $98,6 \%$. Výsledky měření výpustí JE Dukovany do vodotečí v roce 2019 jsou uvedeny v tab. 15.

3.1.1.2 Monitorování výpustí radionuklidů z JE Temelín

Ve zprávě JE Temelín „Výsledky monitorování výpustí a radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2019“ 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 2019 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 0 až 5 let v obci Litoradlice a činila 0,0165 μSv , což představuje 0,041 % čerpání z ročního autorizovaného limitu 40 μSv . Největší podíl (95,4 %) 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 2019 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 2019 (průměrný roční průtok v profilu Vltava – Kořensko byl 36,07 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 0 až 5 let v osídlené zóně (obce Pašovice a Neznašov) ve vzdálenosti 5 až 7 km severně od místa výpusti a činila 0,577 μSv , což představuje 19,2 % 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 2019 do vodotečí jsou uvedeny v tab. 17.

3.1.1.3 Monitorování výpustí radionuklidů z ÚJV Řež

Největší část výpustí do ovzduší představují dle údajů ÚJV Řež výpusti ^{41}Ar , které v roce 2019 činily $5,43 \times 10^{13}$ Bq, což je 5,43 % zdrojové hodnoty autorizovaného limitu (viz hodnoty uvedené v tabulce sledovaných radionuklidů výše). Autorizovaný limit pro aerosoly emitující záření beta byl čerpán z 0,02 %, pro radioaktivní jód z 0,10 %, pro aerosoly emitující záření alfa z 2,33 %, pro ^3H z 0,47 % a pro ^{14}C z 0,50 %. 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 aktivit ^{131}I .

V roce 2019 bylo do vodotečí z ÚJV Řež vypuštěno 29,5 m^3 kapalných výpustí ve formě 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 odpady) jsou uvedeny na obr. 15c.

Roční efektivní dávka (součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření) reprezentativní osoby ze sídliště v obci Řež za rok 2019 je 0,44 μSv , dosahuje tak 1,47 % autorizovaného limitu 30 μSv pro výpust z ÚJV Řež. Roční efektivní dávka reprezentativní osoby pro rok 2019 byla vypočtena na modelu padesátileté individuální dávky, zatímco v minulých letech byl použit model jednoleté individuální dávky.

3.1.2 Monitorování okolí JZ

Monitorování okolí JZ se provádí v rámci sítí pro zevní ozáření (SVZ, síť integrálního měření a síť monitorovacích tras), sítí pro zevní a vnitřní ozáření (síť odběru vzorků ŽP, včetně výpustí) a sítí pro vnitřní ozáření (síť odběru vzorků PŘ). Měření dávkových příkonů, odběry vzorků ŽP a PŘ a stanovení obsahu radionuklidů ve vzorcích provádí provozovatel JZ podle programu monitorování okolí JZ schváleného SÚJB.

3.1.2.1 Síť pro zevní ozáření

Monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření zajišťuje provozovatel JZ ČEZ, a.s., v rámci lokálních sítí v okolí JZ – síť SVZ, tzv. teledozimetrického systému (TDS), síť

integrálního měření (TLD) a sítě monitorovacích tras pozemního monitorování prostřednictvím 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 (MM) na hranici areálu JE Temelín (TDS 1) a 7 MM v sídelních jednotkách v okolí JE Temelín ve vzdálenosti do 5 km. V případě JE Dukovany je 27 detektorů (TDS 1) umístěno na hranici areálu JE a 8 MM v okolních obcích (TDS 2). Od roku 2017 je zprovozněno měření v dalších 16 MM v okolí JE Temelín a 16 MM v okolí JE Dukovany v ZHP za pětikilometrovou hranicí (systém TDS 3). Umístění MM SVZ v okolí JZ je znázorněno na obr. 1.

Časový průběh hodnot PPDE v roce 2019 na vybraných měřicích místech TDS je znázorněn na obr. 16a až 16f.

Sít TLD

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. Sítě jsou tvořeny 55 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 prostoru nezastíněném budovami nebo vegetací, zbývající polovina MM v okolí JE Temelín a všechna MM v lokální síti JE Dukovany jsou ve výšce 3 metry nad zemí. Výsledky měření v lokálních sítích TLD provozovaných ČEZ, a.s., jsou prezentovány v tab. 20 a 21.

V roce 2019 nebylo v žádné z těchto sítí zaznamenáno překročení monitorovacích úrovní.

V areálu ÚRAO Dukovany jsou provozována další 4 MM vybavená TLD, výsledky měření poskytuje JE Dukovany.

Sít monitorovacích tras – 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 2019 se konala havarijní cvičení v ZHP JE Dukovany a JE Temelín, při nichž byla procvičována činnost mobilních skupin provozovatele při radiační havárii na jaderné elektrárně.

3.1.2.2 Sítě pro zevní a vnitřní ozáření – síť odběru vzorků životního prostředí, včetně výpustí

Výsledky monitorování prováděného provozovatelem JE Dukovany a JE Temelín v roce 2019 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 významné rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých složkách životního prostředí monitorovaných v okolí

jaderných elektráren a na ostatním území státu, kromě vodních toků ovlivněných výpustmi ^3H .

3.1.2.3 Sítě pro vnitřní ozáření – síť odběru vzorků potravního řetězce

Výsledky monitorování vzorků monitorovaných položek potravního řetězce (pěstované zemědělské plodiny v ZHP, kravské surové mléko, ryby, popřípadě lesní plody) prováděného provozovatelem JE Dukovany a JE Temelín v roce 2019 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 významné rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých složkách potravních řetězců monitorovaných v okolí jaderných elektráren a na ostatním území státu.

3.2 Monitorování JZ zabezpečované SÚJB

3.2.1 Monitorování výpustí radionuklidů z JZ

3.2.1.1 Monitorování výpustí z JE Dukovany

V rámci nezávislého monitorování výpustí z jaderných zařízení do ovzduší, prováděného resortem SÚJB, byly 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 byly rovněž odebrány vzorky z VK-1 a VK-2, v nichž se stanovují objemové aktivity radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I v plynné formě. 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 výpustí byl měřen obsah radionuklidů emitujících záření gama v měsíčních slévaných vzorcích z kontrolních nádrží BAPP I a BAPP II a v týdenních slévaných vzorcích odpadní vody odebraných na staničce kontroly odpadních vod (v odpadním kanále) před jejich vypuštěním do vodoteče. Ve stejných vzorcích byla stanovena aktivita ^3H . Na obr. 19a jsou uvedeny měsíční hodnoty aktivit ^3H v kapalných výpustech v kontrolních nádržích a na obr. 19b týdenní hodnoty objemové aktivity ^3H v kapalných výpustech v odpadním kanále JE Dukovany. Hodnoty z nezávislého monitorování jsou srovnatelné s hodnotami stanovenými provozovatelem.

3.2.1.2 Monitorování výpustí z JE Temelín

V rámci nezávislého monitorování byly 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 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 byly odebrány vzorky z ventilačních komínů, ve kterých se stanovuje objemová aktivita radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I v plynné formě. 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 odpadní vody odebraných na stanici odpadních vod (v odpadním kanále). 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.

3.2.1.3 Monitorování výpustí z ÚJV Řež

V roce 2019 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.

3.2.2 Monitorování okolí JZ

3.2.2.1 Síť pro zevní ozáření

Monitorování zevního ozáření v okolí JZ zajišťuje SÚJB prostřednictvím lokálních sítí SVZ, integrálního měření (TLD) a sítě monitorovacích tras pozemního monitorování prováděného mobilními skupinami.

Síť včasného zjištění

4 MM SVZ, historicky zařazená do teritoriální sítě, se územně nacházejí v lokálních sítích v ZHP jaderných elektráren. Jedná se o MM Dukovany (provozovatel ČHMÚ) a MM Náměšť

nad Oslavou (provozovatel AČR) v ZHP JE Dukovany a o MM Temelín (provozovatel ČHMÚ) a MM Týn nad Vltavou (provozovatel SÚJB) v ZHP JE Temelín.

Časový průběh hodnot PPDE v roce 2019 v 6 MM v okolí JE Dukovany a Temelín je znázorněn na obr. 16a až 16f.

Sít TLD

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 MM a v okolí JE Temelín 11 MM. 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 2019 nebylo žádnou z těchto sítí zaznamenáno překročení monitorovacích úrovní.

Sít monitorovacích tras – 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.

3.2.2.2 Síť pro zevní a vnitřní ozáření – síť odběru vzorků životního prostředí, včetně výpustí

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 monitorovaných položek životního prostředí odebíraných v okolí JE jsou uvedeny v tab. 33 a 34.

Monitorování okolí JE Dukovany a JE Temelín prokázalo, že neexistují významné rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých monitorovaných položkách 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.

3.2.2.3 Síť pro vnitřní ozáření – síť odběru vzorků potravního řetězce

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

Hodnoty hmotnostních aktivit radionuklidů ve vzorcích monitorovaných položek potravních řetězců odebíraných v lokálních sítích se pohybují na stejných úrovních jako hodnoty zjišťované při monitorování v teritoriálních sítích.

3.3 Hodnocení následků havárie černobylské a fukušimské JE

Součástí hodnocení radiační situace na území ČR i v roce 2019 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 ^{137}Cs zanedbatelná (fukušimský spad dosáhl maximálně jednotek Bq/m^2).

Obsah ^{137}Cs v mnohých vzorcích byl v roce 2019, tak jako v několika předcházejících letech, pod mezí detekovatelnosti.

4 ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Na základě výsledků monitorování radiační situace v rámci monitorování radiační situace na celém území ČR a monitorování jaderných zařízení včetně jejich okolí lze konstatovat, že v roce 2019 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.

V monitorovaných položkách životního prostředí a 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 radioaktivních látek do ovzduší ani do vodotečí z JE Dukovany i z JE Temelín v roce 2019 nepřekročily stanovené autorizované limity.

Maximální efektivní dávka z výpustí do ovzduší z JE Dukovany vypočtená programem RDEDU činila $0,0291 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,073 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $40 \mu\text{Sv}$. Nejvyšší efektivní dávka z výpustí do ovzduší z JE Temelín vypočtená programem RDETE činila $0,0165 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,041 \%$ 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 $3,711 \mu\text{Sv}$, což představuje $61,9 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $6 \mu\text{Sv}$. Nejvyšší efektivní dávka z výpustí do vodotečí z JE Temelín vypočtená programem RDETE činila $0,577 \mu\text{Sv}$, což představuje $19,2 \%$ 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 normálním provozu (mimo odstávky) výrazně nemění. Na celkové hodnotě kapalných výpustí se v roce 2019 tento radionuklid podílel více než 99% pro JE Temelín a více než 98% pro JE Dukovany.

Největší část výpustí jednotlivých radionuklidů do ovzduší z ventilačního komínu ÚJV Řež v roce 2019 představuje výpust ^{41}Ar . V roce 2019 bylo do vodotečí z ÚJV Řež vypuštěno 29,5 m³ kapalných výpustí ve formě kondenzátu. Maximální roční efektivní dávka (stanovená na základě modelu padesátileté individuální dávky výpočtem programem RD UJV) pro reprezentativní osobu za rok 2019 je rovna 0,44 μSv a dosahuje tak 1,47 % autorizovaného limitu 30 μSv pro plynné a kapalně výpusti z ÚJV Řež.

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

5 SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH VE ZPRÁVĚ

AČR	Armáda České republiky
AZ	Atomový zákon (č. 263/2016 Sb.)
BAPP	Budova aktivních pomocných provozů
CS	Celní správa ČR
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor ČR
HVB	hlavní výrobní blok
IZ	ionizující záření
JE	jaderná elektrárna
JZ	jaderné zařízení
KŠ	krizový štáb
LeS	letecká skupina
LRKO	laboratoř radiační kontroly okolí
MDA	minimální detekovatelná aktivita
MM	měřicí místo
MO	Ministerstvo obrany ČR
MonRaS	Monitorování radiační situace
MS	mobilní skupina
MV	Ministerstvo vnitra ČR
MVA	minimální významná aktivita
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NPM	Národní program monitorování
OM	odběrové místo
PČR	Policie České republiky
PDE	příkon dávkového ekvivalentu
PPDE	příkon prostorového dávkového ekvivalentu
PŘ	potravní řetězec
RC SÚJB	Regionální centrum Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
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
TDS	Teledozimetrický systém
TLD	termoluminiscenční dozimetr
ÚJF AV ČR	Ústav jaderné fyziky Akademie věd ČR
ÚJV	ÚJV 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	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ŽP	životní prostředí

6 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 $3,7 \times 10^{10}$ 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 se dávka mění. 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.

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.

Reprezentativní osoba: jednotlivec z obyvatelstva zastupující modelovou skupinu fyzických osob, které jsou z daného zdroje a danou cestou nejvíce ozařovány.

7 PŘÍLOHA 1: PŘEHLED TABULEK

Tab. 1	Druhy a počty vzorků analyzovaných v roce 2019 v rámci monitorování radiační situace na území ČR v síti odběru vzorků životního prostředí a potravního řetězce
Tab. 2	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu naměřené teritoriální sítí integrálního měření (TLD) na území ČR v roce 2019
Tab. 3	Objemová aktivita ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb v aerosolech v ovzduší v roce 2019
Tab. 4	Objemová aktivita ^{90}Sr , ^{238}Pu a $^{239, 240}\text{Pu}$ ve vzdušném aerosolu v roce 2019 v odběrovém místě Praha - Bartoškova
Tab. 5	Plošná aktivita ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb ve spadech v roce 2019
Tab. 6a	Objemová aktivita ^3H ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2019
Tab. 6b	Objemová aktivita ^{137}Cs ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2019
Tab. 6c	Objemová aktivita ^{90}Sr ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2019
Tab. 7a	Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě v roce 2019
Tab. 7b	Objemová aktivita ^{137}Cs v povrchové vodě v roce 2019
Tab. 7c	Hodnoty celkové objemové aktivity beta po odečtení ^{40}K a objemové aktivity ^{90}Sr v povrchové vodě v roce 2019
Tab. 8	Hodnoty hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vodárenském kalu a říčním sedimentu v roce 2019
Tab. 9a	Hmotnostní a objemová aktivita ^{137}Cs ve vybraných monitorovaných položkách potravního řetězce v roce 2019 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)
Tab. 9b	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs ve vybraných monitorovaných položkách potravního řetězce v roce 2019 (dodavatel dat SVÚ)
Tab. 10	Objemová aktivita ^{90}Sr v konzumním a sušeném mléce v roce 2019
Tab. 11	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v obilovinách v roce 2019
Tab. 12a	Aktivita ^{137}Cs ve smíšené stravě v roce 2019
Tab. 12b	Aktivita ^{90}Sr ve smíšené stravě v roce 2019
Tab. 13	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v krmivech v roce 2019
Tab. 14	Přehled aktivit jednotlivých radionuklidů vypouštěných do ovzduší z JE Dukovany v roce 2019 (převzato ze zprávy JE Dukovany)
Tab. 15	Přehled radioaktivních látek vypouštěných z JE Dukovany do vodotečí v roce 2019 (převzato ze zprávy JE Dukovany)
Tab. 16	Přehled aktivit jednotlivých radionuklidů vypouštěných do ovzduší z JE Temelín v roce 2019 (převzato ze zprávy JE Temelín)
Tab. 17	Přehled radioaktivních látek vypouštěných z JE Temelín do vodotečí v roce 2019 (převzato ze zprávy JE Temelín)
Tab. 18	Přehled plynných výпустí ÚJV Řež v roce 2019 (převzato ze zprávy ÚJV Řež)
Tab. 19	Přehled kapalných výпустí ÚJV Řež v roce 2019 (převzato ze zprávy ÚJV Řež)
Tab. 20	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Dukovany v roce 2019
Tab. 21	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Temelín v roce 2019
Tab. 22	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Dukovany v roce 2019 (dodavatel dat provozovatel JZ)

Tab. 23	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Temelín v roce 2019 (dodavatel dat provozovatel JZ)
Tab. 24	Objemové aktivity vzácných plynů z odběrů ve ventilačních komínkách JE Dukovany v roce 2019
Tab. 25a	Objemové aktivity radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolových filtrů z ventilačních komínků JE Dukovany v roce 2019
Tab. 25b	Objemové aktivity radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I ve vzorcích vzdušiny odebíraných z ventilačních komínků JE Dukovany
Tab. 26	Aktivity ^{90}Sr a transuranů vypouštěných do ovzduší z JE Dukovany v roce 2019
Tab. 27	Objemové aktivity vzácných plynů z odběrů ve ventilačních komínkách JE Temelín v roce 2019
Tab. 28a	Objemové aktivity radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolových filtrů z ventilačních komínků JE Temelín v roce 2019
Tab. 28b	Objemové aktivity radionuklidů ^{14}C , ^3H , ^{131}I ve vzorcích vzdušiny odebíraných z ventilačních komínků JE Temelín
Tab. 29	Aktivity ^{90}Sr a transuranů vypouštěných do ovzduší z JE Temelín v roce 2019
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 integrálního měření (TLD) v okolí JE Dukovany v roce 2019
Tab. 32	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Temelín v roce 2019
Tab. 33	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Dukovany v roce 2019 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)
Tab. 34	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Temelín v roce 2019 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)

8 PŘÍLOHA 2: PŘEHLED OBRÁZKŮ

Obr. 1	Sít včasného zjištění
Obr. 2a	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ SÚJB Praha (MM resort SÚJB)
Obr. 2b	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Plzeň (MM RC SÚJB)
Obr. 2c	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Opava (MM AČR)
Obr. 2d	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Lysá hora (MM ČHMÚ)
Obr. 3	Teritoriální a lokální síť integrálního měření (TLD)
Obr. 4	Měření dávkového příkonu po trasách pojezdu jednotlivých mobilních skupin při cvičení Zóna 2019
Obr. 5	Výsledky leteckého monitorování v okolí jaderné elektrárny Temelín při cvičení Zóna 2019
Obr. 6	Mapa rozmístění odběrových míst a specifikace zařízení pro odběr aerosolu
Obr. 7a	Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolu v ovzduší v roce 2019 – OM Hradec Králové – Piletice (vzorkování a měření SÚRO Hradec Králové)
Obr. 7b	Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolu v ovzduší v roce 2019 – OM Ostrava - Syllabova (vzorkování a měření SÚRO Ostrava)

- Obr. 8a Objemová aktivita vybraných radionuklidů v aerosolu v ovzduší, měsíční průměry od roku 1986 – OM 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 – OM Praha (vzorkování a měření SÚRO Praha)
- Obr. 9a Objemová aktivita ^{85}Kr v ovzduší – OM Praha (vzorkování a měření do roku 2013 ODZ ÚJF AV ČR, od roku 2014 také SÚRO Praha)
- Obr. 9b Objemová aktivita ^{14}C v ovzduší ve formě CO_2 , měsíční průměry – OM Praha
- Obr. 9c Objemová aktivita ^3H ve formě HTO v ovzduší, měsíční průměry – OM Praha (vzorkování a měření SÚRO Praha)
- Obr. 10a Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v roce 2019, měsíční hodnoty – OM Brno - Arboretum (vzorkování RC Brno, měření SÚRO České Budějovice)
- Obr. 10b Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v roce 2019, měsíční hodnoty – OM Kamenná (vzorkování RC Kamenná, měření SÚRO Praha)
- Obr. 11a Plošná aktivita vybraných radionuklidů ve spadech, měsíční hodnoty, od roku 1986 – OM Praha (vzorkování a měření SÚRO Praha)
- Obr. 11b Objemová aktivita ^3H ve srážkách od roku 2002, měsíční odběry – OM 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 2019 – 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 RC SÚJB a SÚRO a od roku 2004 i 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 2001 – 2019 (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 2001 – 2019 (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 2001 – 2019 – celková aktivita beta přepočtená na referenční radionuklid ^{137}Cs (celkový roční limit aktivity je 2200 MBq), (vzorkování a měření ÚJV Řež)
- Obr. 16a Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) - SVZ TDS1 Dukovany (měřicí místo č. 6)
- Obr. 16b Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE)- SVZ TDS1 Temelín (měřicí místo č. 10)
- Obr. 16c Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE)- SVZ TDS2 Horní Dubňany (měřicí místo JE Dukovany)
- Obr. 16d Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE)- SVZ TDS2 Bohunice (měřicí místo JE Temelín)

- Obr. 16e Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Dukovany (MM ČHMÚ)
- Obr. 16f Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Temelín (MM ČHMÚ)
- Obr. 17a Objemová aktivita ^{137}Cs ve vzdušném aerosolu v roce 2019 ve vzorcích z OM v okolí a v areálu JE Dukovany (odběr a měření LRKO JE Dukovany)
- Obr. 17b Objemová aktivita ^{137}Cs ve vzdušném aerosolu v roce 2019 ve vzorcích z OM v okolí a v areálu JE Temelín (odběr a měření LRKO JE Temelín)
- Obr. 18a Objemová aktivita ^{137}Cs v mléce v roce 2019 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 2019 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 2019 (porovnání hodnot naměřených SÚJB a LRKO provozovatele, odběr JE Dukovany, měření SÚRO Č. Budějovice a LRKO JE Dukovany)
- Obr. 19b Objemová aktivita ^3H v odpadním kanále JE Dukovany v roce 2019 (porovnání hodnot naměřených SÚJB a LRKO provozovatele, odběr JE Dukovany, měření SÚRO Č. Budějovice a LRKO JE Dukovany)
- Obr. 20a Celková aktivita ^3H vypouštěná do vodoteče z JE Temelín v roce 2019 (porovnání hodnot naměřených SÚJB a LRKO provozovatele, odběr JE Temelín, měření SÚRO Č. Budějovice a LRKO JE Temelín)
- Obr. 20b Objemová aktivita ^3H v odpadním kanále JE Temelín v roce 2019 (čtrnáctidenní slévané vzorky, odběr ETE, měření SÚRO Č. Budějovice)
- Obr. 21 Objemová aktivita ^3H v řece Jihlavě (profil Mohelno) a v řece Vltavě (profil Újezd) v roce 2019 (odběr RC SÚJB Brno a RC SÚJB Č. Budějovice, měření SÚRO Č. Budějovice)
- Obr. 22a Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v okolí JE Dukovany v roce 2019 (měsíční hodnoty; odběr RC SÚJB Brno, měření SÚRO České Budějovice)
- Obr. 22b Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v okolí JE Temelín v roce 2019 (měsíční hodnoty v jednotlivých lokalitách; odběr a měření SÚRO Č. Budějovice)