

ZPRÁVA O VÝSLEDKÁCH ČINNOSTI

**STÁTNÍHO ÚŘADU PRO JADERNOU BEZPEČNOST
PŘI VÝKONU STÁTNÍHO DOZORU**

**NAD JADERNOU BEZPEČNOSTÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ
A RADIAČNÍ OCHRANOU**

ZA ROK 2021

ČÁST II

Obsah

Seznam použitých zkratk	2
Stručný výklad hlavních pojmů, veličin a jednotek	4
1 Monitorování radiační situace na území ČR	6
1.1 Informace o funkci a organizaci monitorování.....	6
1.2 Sítě pro zevní ozáření	6
1.3 Sítě pro zevní a vnitřní ozáření	7
1.4 Sítě pro vnitřní ozáření	7
Sít odběru vzorků potravního řetězce (PŘ)	7
Sít měření lidského těla	8
2 Teritoriální sítě – monitorování území ČR	9
2.1 Monitorovací sítě pro zevní ozáření.....	9
2.1.1 Sít včasného zjištění	9
2.1.2 Sít integrálního měření.....	9
2.1.3 Sít okamžitého a spektrometrického měření.....	10
2.1.4 Sít monitorovacích tras.....	10
Pozemní monitorování – mobilní skupiny	10
Letecké monitorování – letecká skupina	10
2.2 Monitorovací sítě pro zevní a vnitřní ozáření – sít odběru vzorků životního prostředí	10
2.2.1 Ovzduší	11
2.2.2 Půda, porost	12
2.2.3 Pitné a povrchové vody	13
2.2.4 Vodárenské kaly, říční sedimenty.....	13
2.3 Monitorovací sítě pro vnitřní ozáření.....	13
2.3.1 Sít odběru vzorků potravního řetězce.....	13
2.3.2 Sít měření lidského těla	14
3 Lokální sítě – monitorování jaderných zařízení	16
3.1 Monitorování JZ prováděné provozovatelem	16
3.1.1 Monitorování výпустí radionuklidů z JZ	16
3.1.2 Monitorování okolí JZ	18
3.2 Monitorování JZ zabezpečované SÚJB	20
3.2.1 Monitorování výпустí radionuklidů z JZ	20
3.2.2 Monitorování okolí JZ	21
3.3 Hodnocení následků havárie černobylské a fukušimské JE	23
4 Závěrečné hodnocení	24
Příloha 1: Přehled tabulek	25
Příloha 2: Přehled obrázků	27

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AČR	Armáda České republiky
AZ	Atomový zákon (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 zařízení
JE	jaderná elektrárna
JZ	jaderné zařízení
KŠ	krizový štáb
LeS	letecká skupina
LRKO	laboratoř radiační kontroly okolí
MM	měřicí místo
MO	Ministerstvo obrany ČR
MonRaS	Monitorování radiační situace
MS	mobilní skupina
MV	Ministerstvo vnitra ČR
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NPM	Národní program monitorování
NVA	nejmenší významná aktivita
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	Sít 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

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. Jednotkou je gray 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 nacházejícím se vně těla.

Vnitřní ozáření: ozáření lidského těla v důsledku vnitřní kontaminace radionuklidu přijatými do organismu vdechováním vzduchu nebo požíváním potravin a vody. Jeho mírou je aktivita radionuklidu, která vstoupila do těla, tzv. příjem radionuklidu. Od příjmu se odvozuje **úvazek efektivní dávky**, což je efektivní dávka, kterou člověk obdrží od radionuklidu během doby jeho pobytu v těle. Orgány nebo tkáně, ve kterých se daný radionuklid přednostně hromadí, např. štítná žláza koncentrující radioaktivní jód, popřípadě orgány nebo tkáně, které jsou citlivější k radiačnímu poškození v důsledku příjmu radionuklidu danou cestou, se označují jako **kritické orgány**.

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

1 MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE NA ÚZEMÍ ČR

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky monitorování radiační situace na území ČR za rok 2021 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 měly osoby podílející se na monitorování radiační situace na území ČR 2 roky v souladu s výše uvedeným § 234 AZ. Monitorování se kromě NPM řídí také smlouvami uzavřenými mezi SÚJB a jednotlivými osobami podílejícími se na monitorování.

Podrobnosti o monitorování radiační situace jsou upraveny vyhláškou č. 360/2016 Sb. 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 2021 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 příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE). 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 2021 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 a spektrometrického 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., ÚJV Řež, a.s. a DIAMO, s.p. Stanovení aktivity radionuklidů v těchto vzorcích provádí měřicí laboratoře SÚJB (SÚRO, SÚJCHBO), MŽP (VÚV), ČEZ, a.s., DIAMO a ÚJV. Přehled vzorků odebíraných v rámci monitorování radiační situace v teritoriální síti odběru vzorků ŽP a jejich počty za rok 2021 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 2021 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 a podílejí se RC SÚJB. Pravidelně se provádí přímá měření obsahu radionuklidů v lidském těle na celotělovém počítači v laboratoři SÚRO a stanovení obsahu radionuklidů v těle nepřímo měřením exkret.

2 TERITORIÁLNÍ SÍŤ – MONITOROVÁNÍ ÚZEMÍ ČR

2.1 Monitorovací síť pro zevní ozáření

2.1.1 Síť 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 PPDE v rozsahu 5×10^{-8} až 1 Sv/hod. Získané hodnoty (průměrné hodnoty PPDE za 10 minut) se předávají do datového střediska SÚJB ihned po každém provedeném měření. Přenos dat z MM je 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 do datového střediska SÚJB. V roce 2021 byla dlouhodobě mimo provoz řada MM AČR; od 28. 12. 2020 nebyla předávána do MonRaS žádná data z MM AČR z důvodu nekompatibility přenosu dat. AČR připravuje obnovu zařízení SVZ s možností předávání dat ve formátu IRIX až v roce 2023.

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 2c uvedeny distribuce průměrných hodnot PPDE ve třech měřicích místech SVZ (Praha, Ostrava a Pec pod Sněžkou). 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 (Pec pod Sněžkou – obr. 2c).

V roce 2021 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 vydatných 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.

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 radiační mimořádné události 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 2021 jsou uvedeny v tab. 2.

V průběhu roku 2021 nebyly zaznamenány případy překročení monitorovacích úrovní. Výsledky měření získávané SVZ a teritoriální sítě TLD v roce 2021 byly, stejně jako v minulých letech, vzájemně srovnatelné.

2.1.3 Sít' okamžitého a spektrometrického měření

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

2.1.4 Sít' monitorovacích tras

Pozemní monitorování – mobilní skupiny

V průběhu roku 2021 mobilní skupiny (MS) prováděly monitorování radiační situace po určených trasách v rámci rozvozu a svozu TLD a dále v rámci nácviků prováděných každý měsíc všemi MS. Při monitorování prováděném MS v roce 2021 v žádné lokalitě nebylo zjištěno zvýšení příkonů prostorového dávkového ekvivalentu, které by bylo způsobeno radiační mimořádnou událostí; výsledky měření odpovídají výsledkům monitorování prováděného ostatními sítěmi pro zevní ozáření.

Na obr. 4 je ilustrace měření příkonů prostorového dávkového ekvivalentu po trasách pojezdu jednotlivých mobilních skupin při svozu a rozvozu TLD v roce 2021.

Letecké monitorování – letecká skupina

Činnost letecké skupiny je zajišťovaná pracovníky SÚRO ve spolupráci s AČR a PČR. Letecká skupina SÚRO v roce 2021 provedla nácvik monitorování v oblasti města Vlašim a města Příbram. Naměřená data z leteckého monitorování odpovídají běžnému pozadí. Pouze na odkališti v okolí Příbrami byly zjištěny zvýšené dávkové příkony způsobené radionuklidy uranové řady, jejichž původ je z dřívější těžby uranové rudy. Během nácviků byly ověřeny činnosti, které jsou nezbytné při monitorování radiační situace na území ČR.

Na obr. 5 je ilustrace leteckého monitorování v okolí města Příbram.

2.2 Monitorovací sítě pro zevní a vnitřní ozáření – sít' 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 2021 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 Ústí nad Labem – Habrovice v roce 2021 a na obr. 7b z ovzduší OM Brno - Arboretum. 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 nejmenší významné aktivity (NVA) 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 2021 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 2021 jsou uvedeny v tab. 4; dlouhodobé trendy měřených veličin od roku 1995 jsou znázorněny na obr. 8b).

V roce 2021 nedošlo na území ČR k detekci žádných významných aktivit umělých radionuklidů v ovzduší. Pouze ve 2 případech byla v OM Praha detekována stopová množství radioaktivního ^{131}I (v lednu a v únoru, obě hodnoty byly $0,2 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$). V roce 2021 byl několikrát detekován ^{131}I také v dalších evropských zemích, zejména během zimních měsíců, kdy díky zhoršeným meteorologickým podmínkám nedochází k dostatečnému promíchávání

atmosféry. Jednalo o nízké koncentrace na úrovni maximálně jednotek $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Konkrétní zdroj tohoto ^{131}I nelze většinou identifikovat a je jím pravděpodobně celosvětově rozšířené využívání ^{131}I v medicíně. Zjištěné koncentrace ^{131}I byly z hlediska eventuálních zdravotních rizik zcela zanedbatelné.

Monitorování ^{14}C a ^3H v ovzduší

Aktivita izotopu ^{14}C se sleduje v ovzduší od roku 2001 a to 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. 9a.

Dalším sledovaným radionuklidem je ^3H . Na obr. 9b 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 tritiumu přispívají zbytky tritia vzniklého následkem zkoušek jaderných zbraní a jeho současná antropogenní produkce převážně z jaderně energetických zařízení.

Monitorování ^{85}Kr bylo v roce 2021 ukončeno z důvodu konce životnosti příslušného měřicího zařízení. Jeho obnova je příliš nákladná vzhledem k informační hodnotě, kterou výsledky přinášely. V průběhu posledních let nedocházelo k výrazným meziročním změnám průměrných hodnot objemové aktivity. Poslední data jsou uvedena ve Zprávě za rok 2020.

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 OM Plzeň a Ostrava. 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 2021 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

Zpracování a analýza vzorků půdy odebraných mobilními skupinami v září 2021 v rámci součinnostního cvičení byly provedeny měřícími laboratořemi SÚRO (vzorky byly odebrány v blízkosti regionálních center SÚJB; v tomto případě se nejednalo o sledování časových řad, ale o procvičování odpovídající metodické a technické úrovně činností). Výsledky analýz neprokázaly zvýšenou kontaminaci půdy umělými radionuklidy ve srovnání s měřeními

na území ČR provedenými v minulých letech. Průměrná plošná aktivita ^{137}Cs ve vzorcích povrchové vrstvy půdy (do hloubky 5 cm) odebraných v roce 2021 byla 811 Bq/m^2 .

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 navíc sledována celková objemová aktivita beta po odečtení příspěvku od ^{40}K . 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 2021 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 mBq/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 2021 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 sítě 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 ^{137}Cs 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 mase 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 NVA. V letech 2015 až 2020 byly SVÚ výsledky měření mléka a vepřového masa mírně nadhodnoceny. Příčinou byla kontaminace detektoru v důsledku měření velkého počtu vzorků zvěřiny s vyššími aktivitami (cca stovky až tisíce Bq/kg). V roce 2021 po provedené dekontaminaci detektoru SVÚ se hodnoty snížily na úroveň hodnot dosahovaných u vzorků měřených SÚJB a SÚRO. Na obr. 13 jsou pro srovnání uvedeny střední roční hodnoty jak za všechny laboratoře, tak v období 2015 až 2020 samostatně za SÚJB a SÚRO.

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 2021 monitorování vnitřní kontaminace ^{137}Cs u referenční skupiny celkem 30 osob (15 mužů, 15 žen), převážně obyvatel Prahy ve věku od 25 do 67 let. Celotělové měření se provádí 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 20 Bq. Tomu odpovídá úvazek efektivní dávky z příjmu ^{137}Cs v roce 2021 o velikosti 0,73 μSv .

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 2021 celkem od 36 mužů a 34 žen, kteří svými stravovacími návyky představují zhruba průměrnou populaci ČR. Průměrná hodnota aktivity ^{137}Cs vyloučená močí za 24

hodiny byla 0,16 Bq a tomu odpovídá přepočtená průměrná aktivita (retence) ^{137}Cs v těle 26 Bq. Odhad úvazku efektivní dávky založený na výsledcích celostátního průzkumu je pro příjem ^{137}Cs roven 0,98 μSv , což je v dobré shodě s hodnotami získanými z měření referenční skupiny na celotělovém počítači.

Časový průběh retence ^{137}Cs u české populace, získaný měřením referenční skupiny a měřením obsahu ^{137}Cs v moči od roku 1986, je uveden na obr. 14. Meziroční změny vnitřní kontaminace ^{137}Cs jsou téměř nepozorovatelné.

V roce 2021 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 7153 Bq. Tento příjem vede k úvazku efektivní dávky 93 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 vodotečí 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 2021“ 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 2021 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 0,038 μSv , což představuje 0,095 % čerpání z ročního autorizovaného limitu 40 μSv . Největší podíl (95,8 %) 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 2021 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 2021 (průměrný průtok v řece Jihlavě v profilu Mohelno nádrž byl 5,5 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 Hrubšice) do vzdálenosti 10 až 15 km od místa výpusti a činila 1,9 μSv , což představuje 31,7 % čerpání z autorizovaného limitu 6 μSv . Výpust ^3H se na celkové hodnotě kapalných výpustí podílí 98,6 %. Výsledky měření výpustí JE Dukovany do vodotečí v roce 2021 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 2021“ 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 2021 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 0,0184 μSv , což představuje 0,046 % čerpání z ročního autorizovaného limitu 40 μSv . Největší podíl (92,6 %) 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 2021 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 2021 (průměrný roční průtok v profilu Vltava – Kořensko byl 48,3 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 (Dvůr Újezd) ve vzdálenosti 5 až 7 km severně od místa výpusti a činila 0,405 μSv , což představuje 13,5 % 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 2021 do vodotečí jsou uvedeny v tab. 17.

3.1.1.3 Monitorování výпустí radionuklidů z ÚJV Řež

Největší část výпустí do ovzduší představují dle údajů ÚJV Řež výpusti ^{41}Ar , které v roce 2021 činily $4,55 \times 10^{13}$ Bq, což je 4,55 % zdrojové hodnoty autorizovaného limitu (viz hodnoty uvedené v tabulce sledovaných radionuklidů výše). Autorizovaný limit pro aerosoly emitující záření beta byl čerpán z 0,03 %, pro radioaktivní jód z 0,60 %, pro aerosoly emitující záření alfa z 4,3 %, pro ^3H z 0,92 % a pro ^{14}C z 1,0 %. Hodnoty ročních výпустí jsou uvedeny v tab. 18. Roční hodnoty aktivity ^{41}Ar ve výпустech do ovzduší jsou uvedeny na obr. 15a. Na obr. 15b jsou uvedeny hodnoty aktivit ^{131}I .

V roce 2021 nebyly do vodotečí z ÚJV Řež vypuštěny žádné kapalné výpusti ve formě kondenzátu. Hodnoty ročních výпустí 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, 2013, 2020 a 2021, kdy nebyly vypouštěny žádné kapalné odpady) jsou uvedeny na obr. 15c.

Roční efektivní dávka vypočtená na modelu padesátileté individuální dávky (součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření) reprezentativní osoby ve věku 0 až 5 let za rok 2021 je $0,503 \mu\text{Sv}$, dosahuje tak 1,67 % autorizovaného limitu $30 \mu\text{Sv}$ pro výpusti z ÚJV Řež.

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 výпустí) 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 síť monitorovacích tras pozemního monitorování prostřednictvím mobilních skupin.

Síť včasného zjištění

V okolí jaderných elektráren Dukovany a Temelín je teritoriální SVZ doplněna systémy TDS, které v případě JE Temelín tvoří 24 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 zóně havarijního plánování (ZHP) za pětikilometrovou hranicí (systém TDS 3). Umístění MM SVZ v okolí JZ je znázorněno na obr. 1.

Časový průběh hodnot PPDE v roce 2021 na vybraných měřicích místech TDS je znázorněn na obr. 16a až 16d.

Sít TLD

Plošné monitorování dávkového ekvivalentu od zevního ozáření provádí provozovatel JZ termoluminiscenčními dozimetry 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 prostranství 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 2021 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 ZHP.

Během roku 2021 se konala havarijní cvičení v ZHP JE Dukovany a JE Temelín, při nichž by 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 2021 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 níže po toku řeky Jihlavy) 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 2021 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 odebírány 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 monitorů 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 nejsou v rozporu s výsledky měření, která provádí provozovatel JE Dukovany a 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 JE Dukovany.

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 JE Dukovany.

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). 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 Temelín.

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 nejsou v rozporu s výsledky měření, která provádí provozovatel JE Temelín a 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 JE Temelín.

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 JE Temelín. 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 2021 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 2021 v MM v okolí JE Dukovany a Temelín je znázorněn na obr. 16e a 16f.

Síť 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 2021 nebylo žádnou z těchto sítí zaznamenáno překročení monitorovacích úrovní.

Síť 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 činnostech monitorování radiační situace, 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 potravního řetězce v okolí JE zajišťovaného resortem SÚJB jsou uvedeny v tab. 33 a 34.

Hodnoty hmotnostních aktivit radionuklidů ve vzorcích monitorovaných položek potravního řetězce 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 2021 bylo hodnocení dlouhodobých následků havárie černobylské JE, které spočívá zejména ve sledování obsahu ^{137}Cs v ovzduší (aerosoly a spady), v potravním řetězci 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 5000 krát) 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 2021, tak jako v několika předcházejících letech, pod mezí detekovatelnosti.

4 ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Na základě výsledků monitorování radiační situace na celém území ČR a monitorování jaderných zařízení včetně jejich okolí lze konstatovat, že v roce 2021 nedošlo na území České republiky k žádnému významnému úniku radionuklidů do životního 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 potravního řetězce 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 2021 nepřekročily stanovené autorizované limity.

Maximální efektivní dávka z výpustí do ovzduší z JE Dukovany vypočtená programem RDEDU činila $0,038 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,095 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $40 \mu\text{Sv}$. Nejvyšší efektivní dávka z výpustí do ovzduší z JE Temelín vypočtená programem RDETE činila $0,018 \mu\text{Sv}$, což představuje $0,046 \%$ 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 a 92% pro JE Temelín.

Maximální efektivní dávka z výpustí do vodotečí z JE Dukovany vypočtená programem RDEDU činila $1,9 \mu\text{Sv}$, což představuje $31,7 \%$ čerpání z ročního autorizovaného limitu $6 \mu\text{Sv}$. Nejvyšší efektivní dávka z výpustí do vodotečí z JE Temelín vypočtená programem RDETE činila $0,405 \mu\text{Sv}$, což představuje $13,5 \%$ 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 2021 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 2021 představuje výpust ^{41}Ar . Do vodotečí nebyly z ÚJV Řež vypuštěny v roce 2021 žádné kapalně výpusti. Maximální roční efektivní dávka (stanovená na základě modelu padesátileté individuální dávky výpočtem programem RD UJV) pro reprezentativní osobu za rok 2021 je rovna $0,503 \mu\text{Sv}$ a dosahuje tak $1,67 \%$ autorizovaného limitu $30 \mu\text{Sv}$ pro plynné a kapalně výpusti z ÚJV Řež.

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

PŘÍLOHA 1: PŘEHLED TABULEK

Tab. 1	Druhy a počty vzorků analyzovaných v roce 2021 v rámci monitorování radiační situace na území ČR v síti odběru vzorků životního prostředí a potravního řetězce
Tab. 2	Průměrné čtvrtletní, popřípadě pololetní, hodnoty PPDE naměřené teritoriální sítí integrálního měření (TLD) na území ČR v roce 2021
Tab. 3	Objemová aktivita ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb v aerosolech v ovzduší v roce 2021
Tab. 4	Objemová aktivita ^{90}Sr , ^{238}Pu a $^{239, 240}\text{Pu}$ ve vzdušném aerosolu v roce 2021 v odběrovém místě Praha - Bartoškova
Tab. 5	Plošná aktivita ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb ve spadech v roce 2021
Tab. 6a	Objemová aktivita ^3H ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2021
Tab. 6b	Objemová aktivita ^{137}Cs ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2021
Tab. 6c	Objemová aktivita ^{90}Sr ve vybraných zdrojích pitné vody v roce 2021
Tab. 7a	Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě v roce 2021
Tab. 7b	Objemová aktivita ^{137}Cs v povrchové vodě v roce 2021
Tab. 7c	Hodnoty celkové objemové aktivity beta po odečtení ^{40}K a objemové aktivity ^{90}Sr v povrchové vodě v roce 2021
Tab. 8	Hodnoty hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vodárenském kalu a říčním sedimentu v roce 2021
Tab. 9a	Hmotnostní a objemová aktivita ^{137}Cs ve vybraných monitorovaných položkách potravního řetězce v roce 2021 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)
Tab. 9b	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs ve vybraných monitorovaných položkách potravního řetězce v roce 2021 (dodavatel dat SVÚ)
Tab. 10	Objemová aktivita ^{90}Sr v konzumním a sušeném mléce v roce 2021
Tab. 11	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v obilovinách v roce 2021
Tab. 12a	Aktivita ^{137}Cs ve smíšené stravě v roce 2021
Tab. 12b	Aktivita ^{90}Sr ve smíšené stravě v roce 2021
Tab. 13	Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v krmivech v roce 2021
Tab. 14	Přehled aktivit jednotlivých radionuklidů vypouštěných do ovzduší z JE Dukovany v roce 2021 (převzato ze zprávy JE Dukovany)
Tab. 15	Přehled radioaktivních látek vypouštěných z JE Dukovany do vodotečí v roce 2021 (převzato ze zprávy JE Dukovany)
Tab. 16	Přehled aktivit jednotlivých radionuklidů vypouštěných do ovzduší z JE Temelín v roce 2021 (převzato ze zprávy JE Temelín)
Tab. 17	Přehled radioaktivních látek vypouštěných z JE Temelín do vodotečí v roce 2021 (převzato ze zprávy JE Temelín)
Tab. 18	Přehled plyných výpusť ÚJV Řež v roce 2021 (převzato ze zprávy ÚJV Řež)
Tab. 19	Přehled kapalných výpusť ÚJV Řež v roce 2021 (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 2021
Tab. 21	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Temelín v roce 2021

Tab. 22	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Dukovany v roce 2021 (dodavatel dat provozovatel JZ)
Tab. 23	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Temelín v roce 2021 (dodavatel dat provozovatel JZ)
Tab. 24	Objemové aktivity vzácných plynů z odběrů ve ventilačních komínech JE Dukovany v roce 2021
Tab. 25a	Objemové aktivity radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolových filtrů z ventilačních komínů JE Dukovany v roce 2021
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 2021
Tab. 27	Objemové aktivity vzácných plynů z odběrů ve ventilačních komínech JE Temelín v roce 2021
Tab. 28a	Objemové aktivity radionuklidů emitujících záření gama ve vzorcích aerosolových filtrů z ventilačních komínů JE Temelín v roce 2021
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 2021
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 2021
Tab. 32	Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Temelín v roce 2021
Tab. 33	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Dukovany v roce 2021 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)
Tab. 34	Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Temelín v roce 2021 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO)

PŘÍLOHA 2: PŘEHLED OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Sít včasného zjištění
- Obr. 2a Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ SÚRO Praha (MM resort SÚJB)
- Obr. 2b Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Ostrava (MM RC SÚJB)
- Obr. 2c Příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) – SVZ Pec pod Sněžkou (MM ČHMÚ)
- Obr. 3 Teritoriální a lokální síť integrálního měření (TLD)
- Obr. 4 Měření příkonů prostorového dávkového ekvivalentu po trasách pojezdu jednotlivých mobilních skupin při svozu a rozvozu TLD v lednu 2021
- Obr. 5 Výsledky leteckého monitorování v okolí města Příbram
- Obr. 6 Mapa rozmístění odběrových míst a specifikace zařízení pro odběr aerosolu
- Obr. 7a Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolu v ovzduší v roce 2021 – OM Ústí nad Labem – Habrovice (vzorkování SÚRO Praha, měření SÚRO Hradec Králové)
- Obr. 7b Objemová aktivita ^{137}Cs v aerosolu v ovzduší v roce 2021 – OM Brno – Arboretum (vzorkování a měření SÚRO České Budějovice)
- 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 ^{14}C v ovzduší ve formě CO_2 , měsíční průměry – OM Praha (do 2013 vzorkování a měření ODZ ÚJF AV, od 2014 do roku 2017 také SÚRO Praha)
- Obr. 9b 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 2021, měsíční hodnoty – OM Plzeň (vzorkování a měření SÚRO České Budějovice)
- Obr. 10b Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v roce 2021, měsíční hodnoty – OM Ostrava (vzorkování a měření SÚRO Ostrava)
- 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 Svätý Ján; vzorkování Povodí, s. p., měření VÚV TGM Praha)
- Obr. 12c Objemová aktivita ^3H v povrchové vodě v roce 2021 – 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 SÚRO)
- Obr. 15a Bilance plynných výpustí – vzácné plyny (^{41}Ar) z odběrů ve ventilačním komínu ÚJV Řež v období 2002 – 2021 (celkový roční limit aktivity je 1 000 TBq), (vzorkování a měření ÚJV Řež)
- Obr. 15b Bilance plynných výpustí – ^{131}I z odběrů ve ventilačním komínu ÚJV Řež v období 2002 – 2021 (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 2002 – 2021 – 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. 7)
- 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 2021 ve spojených vzorcích odebraných na odběrných místech v okolí a v areálu JE Dukovany (odběr a měření LRKO JE Dukovany)
- Obr. 17b Objemová aktivita ^{137}Cs ve vzdušném aerosolu v roce 2021 ve spojených vzorcích odebraných na staničkách radiační kontroly v okolí a v areálu JE Temelín (odběr a měření LRKO JE Temelín)
- Obr. 18a Objemová aktivita ^{137}Cs v mléce v roce 2021 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 2021 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 2021 (porovnání hodnot naměřených SÚRO a LRKO provozovatele, odběr JE Dukovany, měření SÚRO České Budějovice a LRKO JE Dukovany)
- Obr. 19b Objemová aktivita ^3H v odpadním kanále JE Dukovany v roce 2021 (porovnání hodnot naměřených SÚRO a LRKO provozovatele, odběr JE Dukovany, měření SÚRO České Budějovice a LRKO JE Dukovany)
- Obr. 20a Celková aktivita ^3H vypouštěná do vodoteče z JE Temelín v roce 2021 (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 2021 (čtrnáctidenní slévané vzorky, odběr JE Temelín, měření SÚRO Č. Budějovice)

- Obr. 21 Objemová aktivita ^3H v řece Jihlavě (profil Mohelno) a v řece Vltavě (profil Újezd) v roce 2021 (odběr a měření SÚRO České Budějovice)
- Obr. 22a Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v okolí JE Dukovany v roce 2021 (měsíční hodnoty; odběr a měření SÚRO České Budějovice)
- Obr. 22b Plošná aktivita ^{137}Cs ve spadech v okolí JE Temelín v roce 2021 (měsíční hodnoty v jednotlivých lokalitách; odběr a měření SÚRO České Budějovice)