



ZÁMĚR ZAJIŠTĚNÍ MONITOROVÁNÍ VÝPUSTÍ Z JADERNÉHO ZAŘÍZENÍ



Zpracováno v souladu s požadavky uvedenými v § 47 zákona č. 263/2016 Sb. atomový zákon a dle Příl. 1 odst. 1. a) tohoto zákona, která předepisuje rozsah dokumentace pro povolenou činnost, kterou je umístění jaderného zařízení.

Leden 2021



Elektrárna Dukovany II, a. s.

Duhová 2/1444

140 53 Praha 4



1 ÚVOD

Záměr zajištění monitorování výpustí z jaderného zařízení je dokumentem, dle přílohy č. 1 zákona č. 263/2016 Sb. Atomový zákon [L. 1], který je zpracován jako součást dokumentace pro povolovanou činnost, kterou je povolení k umístění. Záměr zajištění monitorování výpustí z jaderného zařízení je tedy základním dokumentem, který je nutné předložit Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost v rámci posouzení naplnění požadavků AtZ a jeho prováděcích právních předpisů (zejména vyhlášky č. 360/2016 Sb.).

Struktura tohoto dokumentu odpovídá požadavkům na obsah záměru zajištění monitorování výpustí z jaderného zařízení, které jsou uvedené v §19 ve vyhlášce č. 360/2016 Sb. o monitorování radiační situace. Navrhovaný záměr monitorování výpustí z NJZ EDU vychází z programu monitorování výpustí EDU1-4 (provozní dokument B116, [L. 4]) a z programu monitorování výpustí ETE1,2 (systémový provozní předpis 0TS626, [L. 5]).

NJZ EDU bude využívat stejně jako EDU1-4 a ETE1,2 technologie tlakovodních reaktorů. Principiálně budou tudíž obdobné i systémy zpracování kapalných a plyných radioaktivních látek. Výpustí látek z těchto systémů budou do životního prostředí rovněž uváděny běžnou formou (kapalnou do recipientu vodní nádrže Mohelno, respektive plynou z ventilačních komínů) jako v případě EDU1-4. **Z těchto důvodů lze záměr zajištění monitorování výpustí z NJZ EDU ideově navrhnout obdobně jako současný program monitorování výpustí s nezbytnými úpravami.**

Důraz bude kladen na respektování stávající úrovně vědy a techniky a správné praxe v souladu s AtZ, §5, odst. (2), písm. a). Tomu bude odpovídat i reálné zvolené monitorovací místo, měřená veličina, použité měřicí zařízení atd. V současném procesu umístování NJZ EDU však nelze plně definovat všechny tyto parametry vzhledem k tomu, že úprava projektu na specifické podmínky lokality bude teprve probíhat.

Popis systémů uvedený v následujících kapitolách je tak nutné chápat jako obecný, předběžný, který koncepčně vyhovuje požadavkům legislativy při současné úrovni znalostí. Nelze jej chápat jako finální stav, při jakém bude monitorování výpustí reálně prováděno.

Informace uvedené v tomto dokumentu jsou čerpány zejména z platného programu monitorování výpustí EDU1-4 (provozní dokument B116 [L. 4] a ETE1,2 systémový provozní předpis 0TS626, [L. 5]).

**Tab. 1: Naplnění osnovy požadavků dle §19 vyhlášky č. 360/2016 Sb.**

Požadavek na obsah dokumentu	Kapitola
a) popis předpokládaného množství, typu a složení výpustí,	kapitola 2.2
b) předpokládanou dobu zahájení vypouštění a monitorování výpustí uvažovaných podle písmene a),	kapitola 2.2.1
c) přehled předpokládaných monitorovacích sítí s výčtem uvažovaných monitorovacích míst a uvedením údajů podle § 5 odst. 2,	kapitoly 3.1, 3.2, respektive příloha 7.1,
d) výčet předpokládaných měřených fyzikálních veličin a monitorovaných položek s uvedením členění položek do všech úrovní,	kapitoly 3.1, 3.2, respektive příloha č. 7.1
e) výčet předpokládaných měřicích a odběrových zařízení a návrh frekvence provádění kontrol stálosti jejich parametrů,	kapitola 3
f) popis předpokládaného způsobu nakládání se vzorky, včetně způsobu likvidace vzorků odebíraných při havarijním monitorování,	kapitola 3
g) výčet předpokládaných měřicích laboratoří,	kapitola 3.3.1
h) výčet předpokládaných postupů pro všechny činnosti monitorování včetně bilancování,	kapitola 3.3.3
i) návrh rozsahu a frekvence monitorování,	kapitoly 3
j) návrh předpokládaného způsobu předávání dat podle § 11 a uchovávání záznamů.	kapitola 3.4



Obsah

1	ÚVOD	2
2	CHARAKTERISTIKA PROJEKTU Z HLEDISKA MONITOROVÁNÍ VÝPUSTÍ	6
2.1	Umístění NJZ EDU.....	6
2.2	Vypouštění radioaktivních látek z NJZ EDU	8
2.2.1	Obecný popis systému výпустí z NJZ EDU	8
2.2.1.1	Předpokládaný systém výпустí do ovzduší	8
2.2.1.1.1	Vzácné plyny, plynný jód, aerosoly ve ventilačním komíně	8
2.2.1.1.2	Převod tritiových vod do ventilačního komínu a chladicích věží	10
2.2.1.2	Předpokládaný systém výпустí do vodotečí	10
2.2.1.3	Seznam přepokládaných míst výпустí RA látek	12
2.2.2	Zdroje radioaktivních látek z NJZ EDU za provozních stavů	12
2.2.3	Zdroje radioaktivních látek z NJZ EDU za havarijních stavů.....	13
2.3	Návrh konceptu monitorování výпустí z NJZ EDU.....	14
3	ZÁMĚR ZAJIŠTĚNÍ MONITOROVÁNÍ VÝPUSTÍ Z JADERNÉHO ZAŘÍZENÍ	17
3.1	NORMÁLNÍ MONITOROVÁNÍ – za obvyklé radiační situace	17
3.1.1	Výпустí do ovzduší	17
3.1.1.1	Bilanční měření vzácných plynů ve ventilačním komíně	17
3.1.1.2	Bilanční měření plynných jódů ve ventilačním komíně	17
3.1.1.3	Bilanční měření aerosolů ve ventilačním komíně	17
3.1.1.4	Bilanční měření stroncia v aerosolech ve ventilačním komíně	18
3.1.1.5	Bilanční měření radionuklidů alfa v aerosolech ve ventilačním komíně	18
3.1.1.6	Bilanční měření ³ H ve ventilačním komíně.....	18
3.1.1.7	Bilanční měření ¹⁴ C ve ventilačním komíně.....	18
3.1.1.8	Kontrolní měření vzácných plynů ve ventilačním komíně.....	19
3.1.1.9	Kontrolní měření jódů ve ventilačním komíně	19
3.1.1.10	Kontrolní měření aerosolů ve ventilačním komíně	19
3.1.2	Výпустí do vodotečí.....	20
3.1.2.1	Bilanční měření radionuklidů gama	20
3.1.2.2	Bilanční měření radionuklidů alfa	20
3.1.2.3	Bilanční měření stroncia	20
3.1.2.4	Bilanční měření ³ H	21
3.1.2.5	Bilanční měření ¹⁴ C.....	21
3.1.2.6	Kontrolní měření radionuklidů gama	21
3.1.2.7	Operativní měření v dešťových vodách.....	22
3.1.2.8	Povolení k vypouštění – aktivita radionuklidů gama.....	22



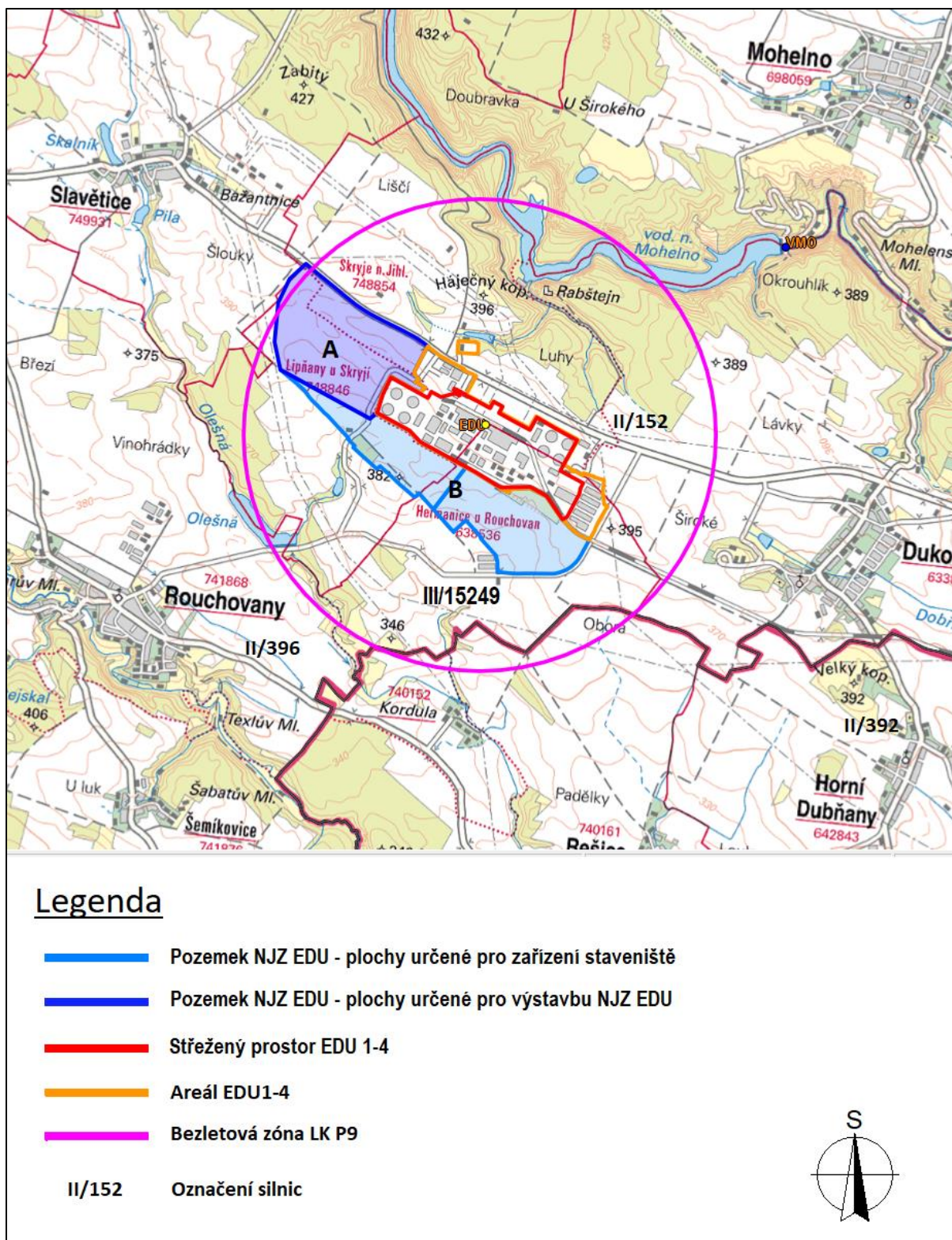
3.1.2.9	Povolení k vypouštění – aktivita ^3H	22
3.1.2.10	Povolení k vypouštění – celková aktivita beta (bez ^3H a ^{14}C).....	23
3.1.3	Výpusti přes chladicí věže.....	24
3.1.3.1	Bilanční měření ^3H na odluhu z chladicích věží	24
3.1.3.2	Bilanční měření ^{14}C na odluhu z chladicích věží	24
3.2	HAVARIJNÍ MONITOROVÁNÍ – za nehodové expoziční situace	25
3.3	Výčet předpokládaných měřicích laboratoří a předpokládaných postupů pro činnosti monitorování.....	26
3.3.1	Měřicí laboratoře	26
3.3.2	Nakládání se vzorky a jejich likvidace	27
3.3.3	Předpokládané postupy pro monitorovací činnosti	27
3.4	Návrh předpokládaného způsobu předávání dat a uchovávání záznamů	28
3.4.1	Navrhovaný způsob uchovávání záznamů	28
3.4.2	Navrhovaný způsob předávání dat.....	29
4	PODKLADY.....	30
5	VYMEZENÍ POJMŮ.....	31
6	ZKRATKY.....	33
7	PŘÍLOHY.....	34
7.1	Přehled předpokládaných monitorovaných míst a souvisejících údajů .	34
7.2	Přehled radionuklidů uvolňovaných z energetických jaderných reaktorů během jejich normálního provozu a požadavky na nejmenší detekovatelnou objemovou aktivitu pro výpusti do ovzduší	35
7.3	Přehled radionuklidů uvolňovaných z energetických jaderných reaktorů během jejich normálního provozu a požadavky na nejmenší detekovatelnou objemovou aktivitu pro výpusti do vodotečí.....	36



2 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU Z HLEDISKA MONITOROVÁNÍ VÝPUSTÍ

2.1 Umístění NJZ EDU

NJZ EDU bude umístěn na PNpU v těsné blízkosti bloků EDU1-4, které jsou v lokalitě Dukovany provozovány, viz Obr. 1. NJZ EDU je uvažován, až na drobné výjimky, jako plně autonomní/nezávislý na provozu EDU1-4, viz kapitola 1.3.2 ZBZ. Detailnější popis vlastností území k umístění NJZ EDU je uveden v kapitole 2 ZBZ [L. 8].



Obr. 1: Schématické znázornění vymezení Pozemku NJZ EDU vůči STP EDU1-4 (červeně), (zpracoval ČEZ, a. s.).



2.2 Vypouštění radioaktivních látek z NJZ EDU

2.2.1 Obecný popis systému výpustí z NJZ EDU

Uvolňování radioaktivní látky z pracoviště, na němž se vykonává radiační činnost, bude probíhat dle § 76 a § 81 AtZ. Radioaktivní látky budou uvolňovány z NJZ EDU za provozních stavů projektem určenými cestami. K tomuto uvolňování je zapotřebí povolení SÚJB. Za havarijních podmínek (havarijních stavů) pak radioaktivní látky budou unikat potenciálními cestami úniku.

Monitorování výpustí a jiných cest uvolňování radioaktivních látek do životního bude zahrnovat v souladu s §73 vyhlášky č. 422/2016 Sb.:

- 1) „bilanční měření“, tj. soustavné monitorování všech radionuklidů, které se nezanedbatelně podílejí na ozáření obyvatelstva,
- 2) „kontrolní měření“, tj. nepřetržité monitorování reprezentativních radionuklidů, které je schopné rychle signalizovat odchylky od běžného provozu a,
- 3) „operativní měření“, tj. monitorování jiných potenciálních cest uvolňování radioaktivních látek z pracoviště.

Nad rámec toho se předpokládají další doplňující měření, jejichž účel bude například potvrzovat plnění povolení k vypouštění odpadních vod vydávané příslušným vodoprávním úřadem. Uvolňování radioaktivních látek do životního prostředí bude projektově realizováno formou výpustí do ovzduší a do vodotečí (viz popis níže).

Monitorování výpustí bude kompletně zprovozněno souběžně s povolením k provozu pracoviště IV. kategorie, před prvním fyzikálním spouštěním NJZ EDU, respektive před prvním zavezením paliva do reaktorové nádoby (odhadováno nejdříve v roce 2035, reálně však 2040). Od tohoto okamžiku lze předpokládat vznik významnějšího množství radioaktivních kapalin a plynů, které bude nutné po přečištění uvolňovat do životního prostředí na základě povolení. Systém monitorování výpustí bude muset být v tomto okamžiku plně provozuschopný.

Navržený systému monitorování výpustí bude vždy pro každý možný typ elektrárny unikátní a nelze tak v tomto stupni licenčního řízení popsat konkrétní charakteristiky. Vždy však bude vycházet z projektem stanovených míst uvolňování radioaktivních látek do životního prostředí, předpokládané aktivity kapalin a plynů v provozních systémech elektrárny, podmínek lokality (vodnost řeky Jihlavy, rozptylové podmínky apod.) a požadavků kladených na monitorování výpustí.

Popis systémů uvedený v následujících kapitolách je tak nutné chápat jako obecný, předběžný, který koncepčně vyhovuje požadavkům legislativy při současné úrovni znalostí. Nelze jej chápat jako finální stav.

2.2.1.1 Předpokládaný systém výpustí do ovzduší

2.2.1.1.1 Vzácné plyny, plynný jód, aerosoly ve ventilačním komíně

Aktivní plyny či kontaminované plyny, které budou zdrojem plynných výpustí z NJZ EDU, budou vznikat především při odplynění chladiva primárního okruhu, ve kterém jsou obsaženy vlivem úniku plynných štěpných produktů přes mikronetěsnosti v pokrytí jaderného paliva a aktivací chladiva primárního okruhu. Dalšími zdroji plynných výpustí budou radioaktivní



plyny a aerosoly z ostatních technologických systémů a nádrží NJZ EDU, které budou trvale odvětrávané a odváděné do systémů zpracování plynného RAO a v menší míře i vzduch odváděný z prostoru šachty reaktoru. Z výčtu zdrojů radioaktivních plynných látek je patrné, že tyto nebudou vznikat dříve než s prvním aktivním vyzkoušením NJZ EDU. Vypouštění aktivních plynů se tak očekává až s činností prvního fyzikálního spouštění NJZ EDU.

Aktivní plyny budou odváděny z technologie do systému zpracování plynných RAO, z kterého bude následně po přečištění média realizována výpust do životního prostředí. Tento systému bude pravděpodobně sestaven ze série čistících a zpožďovacích linek, kde budou radioaktivní plyny nejdříve filtrovány pro odstranění větších pevných mikroskopických složek (aerosolů) a vlhkosti. V adsorpčních kolonách a na vysoce účinných aerosolových a jodových filtrech budou následně odstraňovány radioaktivní aerosoly a jód a ve zpožďovacích linkách bude vlivem dlouhé doby zdržení snížena aktivita obtížně zachytitelných radionuklidů přirozeným rozpadem. Použité filtry budou následně likvidovány jako pevný radioaktivní odpad. Zbylá část radioaktivních plynů, kterou nebude možné účinně zachytit, bude po opuštění zpožďovacích linek uvolňována kontrolovaným způsobem do životního prostředí formou výpustí z ventilačního komína, která podléhá autorizovanému limitu a povolení SÚJB.

Ventilační komín NJZ EDU bude součástí budovy reaktoru nebo bude umístěn v její bezprostřední blízkosti a bude dosahovat minimálně výšky, která je uvedena v kapitole 2.9.4.3.2.3 ZBZ NJZ EDU [L. 8]. Předpokládá se však výška okolo 100 m. V důsledku použité technologie čištění plynů budou na výstupu z ventilačního komína převládat radioaktivní vzácné plyny (izotopy Kr, Xe, Ar), ^{14}C a ^3H , tedy pouze ty plyny, které nelze účinně zachycovat čistícím systémem a které představují pouze velmi malou zátěž pro reprezentativní osobu a životní prostředí.

Bilanční měření plynných výpustí bude zajištěno reprezentativním odběrem vypouštěných látek z tohoto systému pravděpodobně přímo ve ventilačním komíně. Budou měřeny aktivity radionuklidů, které budou přispívat k ozáření obyvatelstva a životního prostředí a budou stanoveny v programu monitorování v souladu s požadavky vyhlášky č. 360/2016 Sb. Bilanční měření se předpokládá provádět pro vzácné plyny, jód, stroncia, ^3H , ^{14}C a aerosoly (viz kap. 3.). Na základě bilančního měření bude prováděna kontrola plnění autorizovaného limitu, vyjádřeného v úvazku efektivní dávky pro reprezentativní osobu.

Kontrolní měření výpustí do ovzduší bude zajištěno měřením aktivity takových radionuklidů, které lze rychle a bez obtíží identifikovat a které lze spojit například s poruchami systémů, netěsností paliva a podobně. Kontrolní měření se předpokládá provádět rovněž přímo ve ventilačním komíně pro aerosoly, jód a vzácné plyny (viz kap. 3.).

Vypouštění RA látek do ovzduší z NJZ EDU bude probíhat průběžně během celého roku. Předpokládá se přibližně rovnoměrné rozložení vypuštěné aktivity v čase, přestože bude existovat určitá závislost aktivity výpustí na provozu/odstavení reaktoru¹, přičemž při vypouštění budou zohledněny aktuální atmosférické podmínky a také fakt, jestli k výpustem dochází i na EDU1-4.

¹ Nejvýznamnějším činitelem bude především těsnost samotného paliva.

2.2.1.1.2 Převod tritiových vod do ventilačního komínu a chladicích věží

Zároveň se předpokládá, že může být do výpustí do ovzduší řízeně uvolňována i část tritia a ^{14}C z kapalných radioaktivních výpustí, a to například formou odpařování tritiových vod do ventilačního komína nebo uvolněním tritiových vod do systému cirkulační chladicí vody (chladicích věží). Uvedení takové kapalně vypustě do ovzduší bude předcházet přečištění tak, aby jiné radionuklidy (kromě ^3H a ^{14}C) vykazovaly pouze stopové aktivity. Předpokládá se takto převádět tritium na úrovni desítek $\text{TBq } ^3\text{H}$ za rok.

Na návrh monitorovacího systému ve ventilačním komíně bude kladen patřičný důraz tak, aby za projektových podmínek dokázal tento systém správně monitorovat i při odpařování tritiové vody (systém bude navržen pro odpovídající zvýšenou vlhkost měřené vzdušiny). Bilanční monitorování původně kapalného tritia by probíhalo ještě před samotným odparem do ovzduší vyhodnocením aktivity reprezentativního vzorku z vypouštěné kontrolní nádrže. Veškerá bilanční a kontrolní měření přímo přítomná ve ventilačním komíně budou tomuto způsobu vypouštění odpovídat. Bilancování radioaktivních látek v plynné výpusti proběhne ještě před přidáním odpařené tritiové vody tak, aby obě výpusti byly jednoznačně odlišitelné. Zavedení tritiových vod formou páry do ventilačního komína se tak předpokládá až ve vyšší úrovni ventilačního komína po provedení všech měření uvedených v kap. 3.1.1, viz Obr. 2.

V případě uvádění tritiových vod do cirkulační chladicí vody (chladicích věží) se očekává, že by bilanční měření radionuklidů opět proběhlo před uvedením tritiové vody do terciálního okruhu (chladicích věží). Rovněž by bylo navrženo měření pro identifikaci množství tritia reálně odpařeného z věží. Neodpařené tritium by bylo jako součást odluhu z terciálního okruhu vypouštěno jako původně předpokládaná výpust do vodotečí, viz Obr. 2. Množství vody vypouštěné z terciálního okruhu v rámci odluhů se bude pohybovat cca do $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ v závislosti na stupni zahuštění chladicí vody.

Rozdíl mezi aktivitou uvedenou z vypouštěných kontrolních nádrže do terciálního okruhu a aktivitou měřenou na odluhu z cirkulační chladicí vody uváděného přes sběrnou JOV a odpadní řady do Mohelna by pak byl prohlášen za aktivitu uvedenou do ovzduší pomocí chladicích věží a zahrnut do výpočtu úvazku efektivní dávky reprezentativní osoby z výpustí do ovzduší. V případě nejistot výpočtu by se přiklábělo ke konzervativnějšímu výpočtu. Bilancování ^3H a ^{14}C odpařovaného z chladicích věží může být postaveno i na jiných principech než těch uvedených výše.

Přirozeně stále probíhá vývoj dalších technologií nakládání s aktivními plynnými médii v JZ využíváním různých fyzikálně-chemických principů. Je pravděpodobné, že některé z nich budou pro NJZ EDU rovněž využity a přispějí k dalšímu snížení objemu produkce plynných i kapalných radioaktivních látek v NJZ EDU, a tedy i ke snížení aktivity plynných výpustí. Bilance prezentované v této dokumentaci s nimi však konzervativně zatím nepočítají.

2.2.1.2 Předpokládaný systém výpustí do vodotečí

Kapalné radioaktivní látky budou na NJZ EDU vznikat především aktivací chladiva primárního okruhu či kontaminací chladiva radioaktivními látkami unikajícími přes mikronetěsnosti paliva v reaktoru a v menší míře i v bazénech² pro skladování vyhořelého jaderného paliva z nichž se dále šíří do pomocných systémů primárního okruhu.

² Koncentrace radioaktivních látek ve vodě bazénu skladování se předpokládá výrazně menší ve srovnání s chladivem primárního okruhu.



Organizované i neorganizované úniky či drenáže těchto systémů jsou pak největším zdrojem radioaktivních kapalin v systémech nakládání s kapalným radioaktivním odpadem. Dalším zdrojem radioaktivních kapalin z NJZ EDU, avšak s významně nižšími aktivitami, mohou být všechny reálně i potenciálně kontaminované vody pocházející ze speciální kanalizace místností kontrolovaného pásma, také z prádeln kontaminovaných ochranných oděvů, sprch hygienických smyček a roztoky pocházející z dekontaminací. V drtivé většině se tedy bude jednat o kontaminovanou vodu. Z výčtu zdrojů radioaktivních kapalných látek je patrné, že tyto nebudou vznikat dříve než s prvním aktivním vyzkoušením NJZ EDU. Vypouštění aktivních kapalin se tak očekává až s činností prvního fyzikálního spouštění NJZ EDU.

Uvedené zdroje kapalného RAO budou sbírány do sběrných nádrží, odkud budou čerpány na další zpracování. Kontaminované vody se navrhuje dále čistit v systémech zpracování kapalného RAO, kde budou radioaktivní látky zakoncentrovány například pomocí sedimentace, filtrováním, odpařováním a následným zkondenzováním, iontovýměnou na ionexech atd. Tím na jedné straně vznikne relativně malý objem koncentrovaných radioaktivních látek, které budou na NJZ EDU dočasně skladovány a následně (periodicky) upravovány do formy vhodné pro uložení, a na druhé straně relativně velký objem přečištěné vody obsahující pouze radionuklidy, které nelze prakticky vyčistit (například ^3H a ^{14}C), a reziduální aktivitu ostatních radionuklidů.

Tuto přečištěnou vodu lze potenciálně dále v elektrárně využít pro potřeby technologických systémů primárního okruhu. V případě, že bude odběr do technologických systémů malý, bude nadbytečná voda vypouštěna z kontrolních nádrží mimo areál NJZ EDU do životního prostředí do řeky Jihlavy. Tato vypouštěná voda tedy bude zdrojem kapalných výpustí z NJZ EDU.

Pro výpustě do vodotečí se předpokládá, že budou projektově uváděny do životního prostředí prostřednictvím dvou nových odpadních řadů ústících do vodní nádrže Mohelno na řece Jihlavě. Před jejich uvedením do životního prostředí projdou radiologickou kontrolou, budou zředěny pomocí neaktivních technologických odpadních vod a přečištěnými splaškovými vodami v plánované sběrné jímce odpadních vod. Homogenizace samotných výpustí bude zajištěna promísením v turbínách plánované malé vodní elektrárny na odpadních řadech, viz Obr. 2. Homogenizace s povrchovou vodou se plánuje zajistit promísením v turbínách vodní elektrárny Mohelno a častým přečerpáváním vody do vodního díla Dalešice pomocí reverzních turbín vodní elektrárny Dalešice.

Bilanční měření výpustí do vodotečí bude zajištěno reprezentativním odběrem aktivních kapalin z kontrolních nádrží systémů nakládajících s radioaktivními kapalinami a jejich radiochemickou kontrolou. Budou měřeny aktivity všech radionuklidů, které budou přispívat k ozáření obyvatelstva a životního prostředí a budou stanoveny v programu monitorování. Bilanční měření se předpokládá provádět především pro ^3H , ^{89}Sr , ^{90}Sr , gama radionuklidy a transurany (viz kap. 3.).

Kontrolní měření výpustí do vodotečí bude zajištěno kontinuálním měřením aktivity takových radionuklidů, které lze rychle a bez obtíží identifikovat v potrubí odpadních vod a sběrné jímce odpadních vod a které lze spojit například s poruchami systémů a podobně. Kontrolní měření se předpokládá provádět především pro objemovou aktivitu gama radionuklidů (viz kap. 3.).



Operativní měření bude zajištěno periodickým měřením všech potenciálních cest uvolňování radioaktivní látky z pracoviště v případě jejího úniku. Nyní se předpokládá především případný únik vody kontaminované ^3H do dešťové kanalizace.

Měření pro povolení k vypouštění odpadních vod bude prováděno před vypuštěním každé z jednotlivých kontrolních nádrží a následně průběžně ve sběrné jímce odpadních vod pro kontrolu nakládání s odpadními vodami (viz kap. 3.). Rozsah monitorování pro povolení k vypouštění se bude odvíjet od hodnoty autorizovaného limitu a případně od vodoprávního povolení k vypouštění odpadních vod z NJZ EDU.

Vypouštění kapalných RA látek z NJZ EDU bude probíhat průběžně během celého roku. Předpokládá se přibližně rovnoměrné rozložení vypuštěné aktivity, přestože bude existovat určitá závislost množství výpustí na provozu/odstavení reaktoru, přičemž při vypouštění budou zohledněny aktuální hydrologické podmínky a také fakt, jestli k výpustem dochází i na EDU1-4. Zároveň se předpokládá, že může být řízeně uvolňována i část tritia a ^{14}C z kapalných radioaktivních výpustí do ovzduší a to například formou odpařování tritiových vod do ventilačního komína nebo uvolněním tritiových vod do terciálního okruhu (chladicích věží), viz kapitola 2.2.1.1.2.

Přirozeně stále probíhá vývoj dalších technologií nakládání s kapalnými aktivními médii v JZ využíváním různých fyzikálně-chemických principů. Je pravděpodobné, že některé z nich budou pro NJZ EDU rovněž využity a přispějí ke snížení objemu produkce plyných i kapalných radioaktivních látek v NJZ EDU, a tedy i ke snížení aktivity kapalných výpustí a množství upraveného kapalného RAO určeného k uložení. Bilance prezentované v této dokumentaci s nimi však konzervativně zatím nepočítají.

2.2.1.3 Seznam předpokládaných míst výpustí RA látek

U NJZ EDU se předpokládá, že budou radioaktivní látky uvolňovány nebo unikat do životního prostředí z těchto míst:

- 1) Plynná výpust do atmosféry skrz ventilační komín
 - Veškeré výpustí aerosolů, plynného jódu, vzácných plynů a plynné formy ^3H a ^{14}C
- 2) Kapalná výpust ze sběrné jímky odpadních vod podzemními odpadními řady
 - Většina kapalných výpustí, především ^3H , ^{14}C a stopového množství dalších štěpných a aktivačních izotopů, které již není možné dále vyčistit
- 3) Odpar vody z chladicích věží terciálního okruhu
 - Omezené množství ^3H , ^{14}C (a stopového množství dalších štěpných a aktivačních izotopů, které již není možné dále vyčistit) po jejich uvedení do oběhu cirkulační chladicí vody
- 4) Úniky kapalných radioaktivních látek do dešťové kanalizace a dále do pojistné nádrže
 - Omezené množství ^3H , a stopového množství dalších štěpných a aktivačních izotopů

2.2.2 Zdroje radioaktivních látek z NJZ EDU za provozních stavů

Za provozních stavů se očekává, že množství radioaktivních výpustí z NJZ EDU bude dosahovat maximálně hodnot uvedených v tabulkách níže a budou uváděny do životního prostředí pouze projektem stanovenými místy, viz kapitola 2.2.1.3.

**Tab. 2 Maximální vypustitelné aktivity radionuklidů za provozních stavů NJZ EDU do ovzduší.**

Skupina radionuklidů	Maximální vypustitelná aktivita [Bq/rok]
^3H	1,1E+14
^{14}C	1,4E+12
^{41}Ar	2,6E+12
jódy (všechny chemické formy)	3,8E+10
Vzácné plyny (kromě ^{41}Ar)	7,7E+14
aerosoly (kromě jódů ve formě aerosolu)	2,1E+10

Tab. 3.: Maximální vypustitelné aktivity radionuklidů za provozních stavů NJZ EDU do vodotečí.

Skupina radionuklidů	Maximální vypustitelná aktivita [Bq/rok]
^3H	9,2E+13
^{14}C	9,5E+10
Korozní aktivační a štěpné produkty (kromě ^3H)	4,9E+10

Tyto hodnoty byly stanoveny obálkově konzervativně pro všechny možné typy PWR reaktorů i s ohledem na potenciální abnormální provozní stav NJZ EDU a jsou tedy výrazně nadhodnocené. Není však záměrem držitele povolení na těchto hodnotách NJZ EDU provozovat. Zreálnění hodnot provozních výpustí bude provedeno v navazujících licenčních řízeních.

2.2.3 Zdroje radioaktivních látek z NJZ EDU za havarijních stavů

Za havarijních stavů lze očekávat poruchy v systémech čištění, respektive skladování radioaktivních látek určených k uvolnění z NJZ EDU.

V případě plyných výpustí lze očekávat například nárůst aktivity vlivem porušení pokrytí paliva, neprovoznost některé z linek čištění plyných radioaktivních médií, porušení některé z bariér proti úniku radioaktivity apod. Veškeré tyto havarijní stavy mohou vést k únikům plyných radioaktivních látek do okolní atmosféry buď přes projektově předpokládané výpustní místo (ventilační komín, chladicí věž) nebo přes jiná neprojektová místa (pojistné ventily, vzduchotechnika atd.) na objektech budov NJZ EDU, které pracují s radioaktivními látkami. V takových případech by docházelo k rozptylu radioaktivních látek v závislosti především na meteorologické situaci.

V případě kapalných výpustí lze zejména předpokládat poruchy při uzavření/neuzavření armatur na odpadních potrubích sběrných a kontrolních nádrží či uvolnění aktivního média do potrubí a kanalizace, kde se projektově aktivita nacházet nemá. Veškeré tyto havarijní stavy mohou vést k únikům kapalných radioaktivních látek do okolních vodotečí buď přes projektově předpokládané výpustní místo (odpadní řady a chladicí věže) nebo přes jiná neprojektová místa (dešťová a průmyslová kanalizace atd.) z objektů budov NJZ EDU, které pracují s radioaktivními látkami.

Ventilační komín i výpustní systém kapalných výpustí, jako projektová místa, budou mít monitorování výpustí zajištěno, viz kap. 3. Monitorování ostatních potenciálních cest úniku (například pojistné ventily sekundárního okruhu, úniky do kanalizací a podobně) budou řešeny v rámci programu monitorování pracoviště NJZ EDU v dalších stupních licenční dokumentace. V souladu s § 81 odst. 2, písm. c) AtZ bude zajištěno monitorování všech potenciálních cest úniku, existuje-li možnost úniku radioaktivní látky z pracoviště.

Dopad neprojektových výpustí na životní prostředí mimo areál NJZ EDU bude řešen v programu monitorování okolí vhodně navrženým systémem monitorování.



2.3 Návrh konceptu monitorování výpustí z NJZ EDU

Vzhledem k výše popsanému předpokládanému systému vypouštění radioaktivních látek z NJZ EDU se navrhuje následující koncept monitorování výpustí.

Monitorování bude převážně prováděno vlastní laboratoří umístěnou v rámci areálu NJZ EDU³, viz kap. 3.3.1. Prováděním monitorování výpustí z NJZ EDU bude pověřen Specializovaný útvar v rámci společnosti Dukovany II, a.s.

Monitorování výpustí z NJZ EDU se předpokládá zajistit pomocí:

- 1) Normálního monitorování (za obvyklé radiační situace)
 - a) Výpusti do ovzduší
 - i) Bilančním měřením jednotlivých radionuklidů za účelem přesného stanovení vypouštěné aktivity do ŽP a výpočtu plnění autorizovaného limitu, a to měřením aktivity:
 - (1) vzácných plynů
 - (2) jódů
 - (3) aerosolů
 - (4) stroncia
 - (5) alfa radionuklidů
 - (6) ³H
 - (7) ¹⁴C (včetně organické a anorganické formy)
 - ii) Kontrolním měřením za účelem sledování trendů a včasné odezvy na nestandardní situaci, a to kontinuálním měřením aktivity:
 - (1) vzácných plynů
 - (2) jódů
 - (3) aerosolů
 - b) Výpusti do vodotečí
 - i) Bilančním měřením jednotlivých radionuklidů za účelem přesného stanovení vypouštěné aktivity do ŽP a výpočtu plnění autorizovaného limitu, a to měřením aktivity:
 - (1) gama radionuklidů
 - (2) alfa radionuklidů
 - (3) stroncia
 - (4) ³H
 - (5) ¹⁴C

³ Některá doplňková měření mohou být zajištěna například přes současné LRKO EDU1-4. O takové situaci však bude rozhodnuto později.



- ii) Kontrolním měřením za účelem sledování trendů a včasné odezvy na nestandardní situaci, a to kontinuálním měřením aktivity:
 - (1) gama radionuklidů
- iii) Operativním měřením za účelem ověření nepřítomnosti kapalných RA látek v potenciálních cestách úniků
 - (1) ^3H
- iv) Měřením a vypočtením aktivity pro ověření souladu s budoucím povolením k vypouštění odpadních vod dle vodoprávního povolení, pokud takové bude stanoveno:
 - (1) gama radionuklidů
 - (2) ^3H
 - (3) objemové aktivity beta (bez ^3H a ^{14}C)
- c) Výpusti přes chladicí věže
 - i) Bilančním měřením radionuklidů ^3H a ^{14}C za účelem stanovení poměru odpařované aktivity z věží a aktivity vypouštěné do sběrné jímky odpadních vod pro upřesnění úvazku efektivní dávky reprezentativní osoby:
 - (1) ^3H
 - (2) ^{14}C
- 2) Havarijního monitorování (za nehodové expoziční situace)
 - a) Úniky do ovzduší
 - i) Kontrolním měřením aktivit
 - (1) aerosol
 - (2) jódů
 - (3) vzácných plynů
 - b) Úniky do vodotečí
 - i) Kontrolním měřením aktivity
 - (1) radionuklidů gama

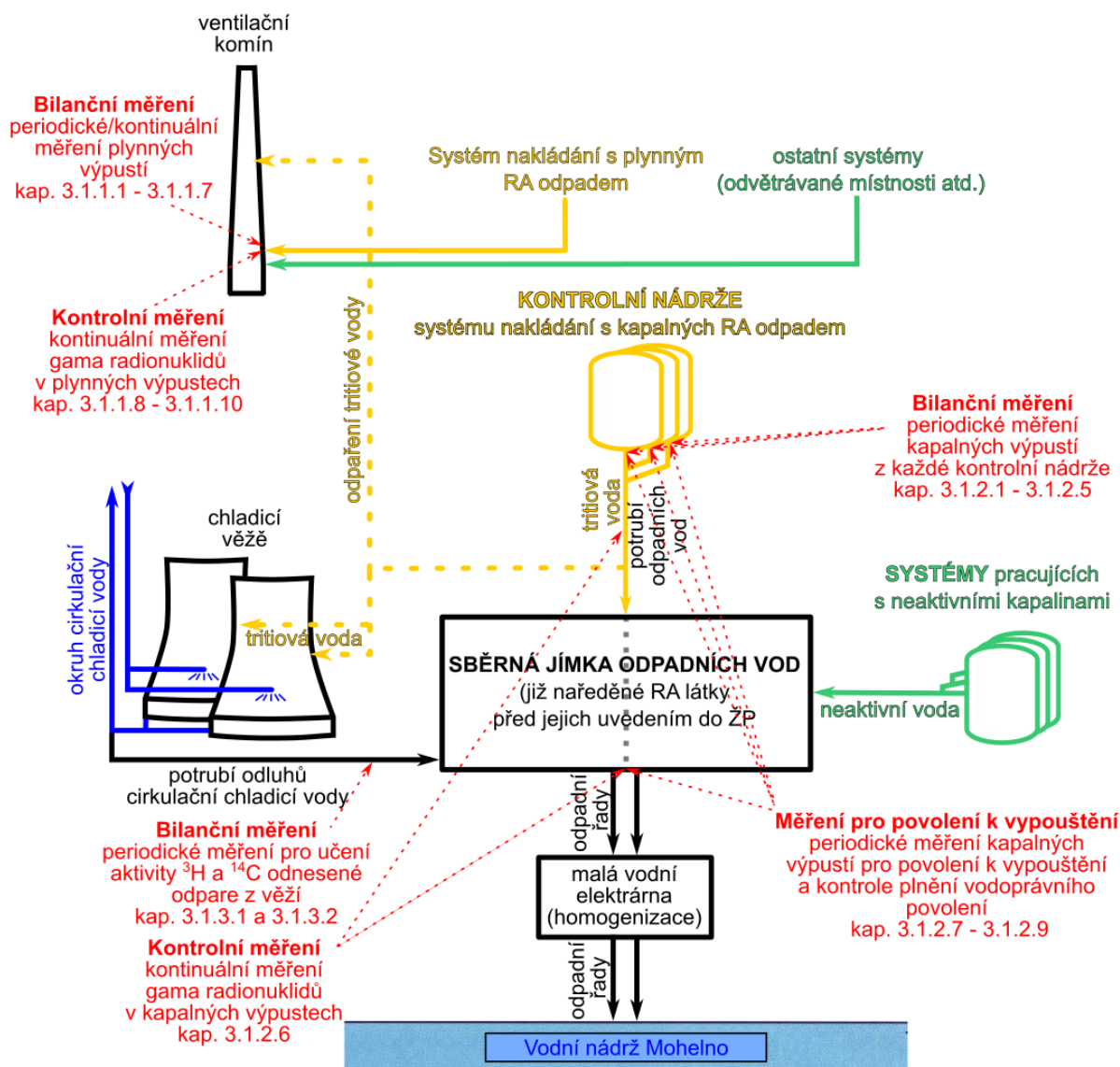
Specifický návrh záměru zajištění monitorování výpustí z NJZ EDU je uveden v kapitolách 3.1 a 3.2.

V souladu s § 150 AtZ, odst. 1, písm. c) budou zařízení sloužící pro monitorování výpustí umožňovat nezávislé monitorování výpustí prováděné SÚJB podle národního programu monitorování [L. 7] a provozovatel NJZ EDU zajistí potřebnou součinnost pro toto monitorování.

Měření fyzikálních veličin uvedených v kapitole 3.1 a 3.2 respektive tomu odpovídající měřicí a odběrová zařízení budou navržena tak, aby splňovala požadavky na nejmenší detekovatelnou aktivitu stanovenou ve vyhlášce č. 360/2016 Sb., příloha č. 6. Viz příloha č. 7.2 a 7.3 tohoto dokumentu.

V rámci uvolňování radioaktivních látek z pracoviště bude projektem zajištěno, aby v důsledku této činnosti byl dodržen autorizovaný limit ozáření, který bude stanoven úřadem na základě provedené optimalizace nebo na základě vyžádané optimalizační studie. Při optimalizaci radiační ochrany bude použita dávková optimalizační mez pro reprezentativní osobu 0,2 mSv pro výpusti do ovzduší a 0,05 mSv pro výpusti do povrchových vod a další požadavky uvedené v AtZ [L. 1] a ve vyhlášce 422/2016 Sb. [L. 6].

Monitorování výpustí z NJZ EDU se předpokládá plně zprovoznit před prvním zavezením paliva do jaderného reaktoru. Z pohledu návrhu monitorování výpustí jsou nejvýznamnějšími parametry technologické části NJZ EDU a jejich umístění, z nichž budou radioaktivní látky uvolňovány do životního prostředí, a předpokládaná aktivita těchto radioaktivních látek. Tyto informace byly uvedeny výše, případně v příslušné kapitole 2 ZBZ, zabývající se popisem technologie výpustí.



Obr. 2: Ideové znázornění monitorování výpustí z NJZ EDU.



3 ZÁMĚR ZAJIŠTĚNÍ MONITOROVÁNÍ VÝPUSTÍ Z JADERNÉHO ZAŘÍZENÍ

3.1 NORMÁLNÍ MONITOROVÁNÍ – za obvyklé radiační situace

3.1.1 Výpusti do ovzduší

3.1.1.1 Bilanční měření vzácných plynů ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí radioaktivních vzácných plynů k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné gamaspektrometrické měření objemových aktivit radionuklidů vzácných plynů
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	objemová aktivita jednotlivých radionuklidů gama
6	perioda měření	kontinuální
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.1.2 Bilanční měření plynných jódů ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí radioaktivních plynných jódů k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné gamaspektrometrické měření objemových aktivit radioizotopů jódů
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	objemová aktivita radioizotopů jódu emitujících záření gama
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.1.3 Bilanční měření aerosolů ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/aerosoly
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí radioaktivních aerosolů k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné spektrometrické měření objemových aktivit jednotlivých nuklidů gama v aerosolech
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	objemová aktivita jednotlivých nuklidů gama
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje poznámky	–



3.1.1.4 Bilanční měření stroncia v aerosolech ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/aerosoly
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí izotopů stroncia k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	Odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné spektrometrické měření objemových aktivit jednotlivých nuklidů stroncia v aerosolech
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	objemová aktivita radionuklidů stroncia
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.1.5 Bilanční měření radionuklidů alfa v aerosolech ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/aerosoly
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí alfa radionuklidů k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	Odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné spektrometrické měření objemových aktivit jednotlivých alfa radionuklidů v aerosolech
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	objemová aktivita radionuklidů (především Pu a Am)
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.1.6 Bilanční měření ³H ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí tritia k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné spektrometrické měření objemové aktivity tritia
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaného tritia
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.1.7 Bilanční měření ¹⁴C ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí ¹⁴ C k čerpání autorizovaného limitu pro plynné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části vzdušiny z ventilačního komína a následné spektrometrické měření objemové aktivity ¹⁴ C
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	vypuštěná aktivita ¹⁴ C (součet organické a anorganické složky)
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje poznámky	–



3.1.1.8 Kontrolní měření vzácných plynů ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	sledování trendů změn plynných výpustí vzácných plynů
3	metoda	měření aktivity vzácný plynů
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	ekvivalentní objemová aktivita reprezentativního radionuklidu
6	perioda měření	kontinuální
7	doplňující údaje poznámky	– ověří se, zda nedojde k překročení autorizovaného limitu při stávajícím trendu vypouštění.

3.1.1.9 Kontrolní měření jódu ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	sledování trendů změn plynných výpustí jódu
3	metoda	měření aktivity jódu
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	ekvivalentní objemová aktivita reprezentativního radionuklidu
6	perioda měření	kontinuální
7	doplňující údaje poznámky	– ověří se, zda nedojde k překročení autorizovaného limitu při stávajícím trendu vypouštění.

3.1.1.10 Kontrolní měření aerosolů ve ventilačním komíně

1	monitorovaná položka	atmosféra/ovzduší/výpusti do ovzduší/aerosoly
2	cíl monitorování	sledování trendů změn plynných výpustí aerosolů
3	metoda	měření aktivity aerosolů
4	monitorovací místo	ventilační komín
5	měřená veličina	ekvivalentní objemová aktivita reprezentativního radionuklidu
6	perioda měření	kontinuální
7	doplňující údaje poznámky	– ověří se, zda nedojde k překročení autorizovaného limitu při stávajícím trendu vypouštění.



3.1.2 Výpusti do vodotečí

3.1.2.1 Bilanční měření radionuklidů gama

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí/kontrolní nádrže
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí aktivačních a štěpných gama radionuklidů k čerpání autorizovaného limitu pro kapalné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné gamaspektrometrické měření objemových aktivit gama radionuklidů
4	monitorovací místo	kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaných nuklidů gama
6	perioda měření	periodické (před vypuštěním nádrží)
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.2.2 Bilanční měření radionuklidů alfa

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí/kontrolní nádrže
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí aktivačních a štěpných alfa radionuklidů k čerpání autorizovaného limitu pro kapalné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné spektrometrické měření objemových aktivit alfa radionuklidů
4	monitorovací místo	kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin
5	měřená veličina	objemová aktivita radionuklidů (především Pu a Am)
6	perioda měření	periodické (před vypuštěním nádrží)
7	doplňující údaje poznámky	–

3.1.2.3 Bilanční měření stroncia

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí/kontrolní nádrže
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí stroncia k čerpání autorizovaného limitu pro kapalné výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné spektrometrické měření objemových aktivit jednotlivých nuklidů stroncia
4	monitorovací místo	kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaného stroncia
6	perioda měření	periodické (před vypuštěním nádrží)
7	doplňující údaje poznámky	–



3.1.2.4 Bilanční měření ^3H

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí/kontrolní nádrže
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí tritia k čerpání autorizovaného limitu pro kapalnou výpust
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné spektrometrické měření objemové aktivity tritia
4	monitorovací místo	kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaného tritia
6	perioda měření	periodické (před vypuštěním nádrží)
7	doplňující údaje – poznámky	

3.1.2.5 Bilanční měření ^{14}C

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí/kontrolní nádrže
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí ^{14}C k čerpání autorizovaného limitu pro kapalnou výpust
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné spektrometrické měření objemové aktivity ^{14}C
4	monitorovací místo	kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaného ^{14}C
6	perioda měření	periodické (před vypuštěním nádrží)
7	doplňující údaje – poznámky	

3.1.2.6 Kontrolní měření radionuklidů gama

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí
2	cíl monitorování	sledování trendů změn aktivity radionuklidů gama v kapalných výpustech
3	metoda	měření ekvivalentní objemové aktivity radionuklidů gama
4	monitorovací místo	1) potrubí odpadních vod před smícháním aktivních vod s neaktivními vodami, 2) odpadní řady sběrné jímky odpadních vod
5	měřená veličina	ekvivalentní objemová aktivita reprezentativního radionuklidu
6	perioda měření	kontinuální
12	doplňující údaje – poznámky	ověří se, zda nedochází k překročení autorizovaného limitu při stávajícím trendu vypouštění bude využíváno jako havarijní monitorování



3.1.2.7 Operativní měření v dešťových vodách

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí
2	cíl monitorování	sledování průniku tritia z jiných systémů, sledování trendu objemové aktivity tritia
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné spektrometrické měření objemové aktivity tritia a případně dalších radionuklidů
4	monitorovací místo	pojistné nádrže na všech potenciálních místech odvádění vod z budoucího STP NJZ EDU
5	měřená veličina	objemová aktivita tritia
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje – poznámky	monitorované místo a perioda měření bude stanovena v okamžiku znalosti budoucího nakládání s dešťovými vodami a jejich odvodem ze STP NJZ EDU přepokládá se, že po prokázání úniku tritia by došlo i k analýze dalších radionuklidů a pro možnost jejich započtení do bilancí

3.1.2.8 Povolení k vypouštění – aktivita radionuklidů gama

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí
2	cíl monitorování	regulace nakládání s odpadními vodami a plnění požadavků v povolení k vypouštění odpadních vod
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné gamaspektrometrické měření objemových aktivit gama radionuklidů, vypočtení vypouštěné aktivity v odpadních řadech
4	monitorovací místo	1) kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin 2) sběrná jímka odpadních vod
5	měřená veličina	objemová aktivita radionuklidů gama
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje – poznámky	samotné měření aktivity bude předmětem bilančních měření, toto doplňující měření slouží k: 1) rychlému potvrzení, že lze kontrolní nádrž vypustit 2) poslední kontrole koncentrace RA látek při jejich vypouštění z JOV, při překročení nastavené úrovně dojde k zákazu vypouštění příslušné kontrolní nádrže

3.1.2.9 Povolení k vypouštění – aktivita ^3H

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí
2	cíl monitorování	regulace nakládání s odpadními vodami a plnění požadavků v povolení k vypouštění odpadních vod
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné spektrometrické měření objemové aktivity tritia, vypočtení vypouštěné aktivity v odpadních řadech
4	monitorovací místo	1) kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin 2) sběrná jímka odpadních vod
5	měřená veličina	objemová aktivita tritia
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje – poznámky	samotné měření aktivity bude předmětem bilančních měření, toto doplňující měření slouží k: 1) rychlému potvrzení, že lze kontrolní nádrž vypustit 2) poslední kontrole koncentrace RA látek při jejich vypouštění z JOV

**3.1.2.10 Povolení k vypouštění – celková aktivita beta (bez ^3H a ^{14}C)**

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do vodotečí
2	cíl monitorování	regulace nakládání s odpadními vodami a plnění požadavků v povolení k vypouštění odpadních vod
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z nádrže a následné měření celkové objemové aktivity beta (bez ^3H a ^{14}C), vypočtení vypouštěné aktivity v odpadních řadech
4	monitorovací místo	1) kontrolní nádrže systému zpracování radioaktivních kapalin 2) sběrná jímka odpadních vod
5	měřená veličina	celková objemová aktivita beta (bez ^3H a ^{14}C)
6	perioda měření	periodické
7	doplňující údaje – poznámky	– samotné měření aktivity bude předmětem bilančních měření, toto doplňující měření slouží k: 1) rychlému potvrzení, že lze kontrolní nádrž vypustit 2) poslední kontrole koncentrace RA látek při jejich vypouštění z JOV



3.1.3 Výpusti přes chladicí věže

Systém uvolňování kapalných výpustí přes chladicí věže do atmosféry je opatřením k omezení rizika překročení autorizovaného limitu ozáření reprezentativní osoby z výpustí do vodotečí a směrných a limitních hodnot koncentrace tritia v povrchových vodách řeky Jihlavy, které hrozí v případě současného výskytu velmi malého průtoku v řece Jihlavě, souběžného provozu elektrárny EDU1-4 a NJZ EDU a nadměrné výpusti tritia z NJZ EDU nebo EDU1-4 například vlivem častých odstavení. Není záměrem budoucího provozovatele NJZ EDU tento systém využívat trvale po celý rok, ale pouze po omezenou dobu při nepříznivých hydrologických situacích.

3.1.3.1 Bilanční měření ^3H na odluhu z chladicích věží

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí tritia k čerpání autorizovaného limitu pro kapalnou/plynnou výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z potrubí odluhů terciálního okruhu a spektrometrické měření objemové aktivity tritia případně jiné místo, které bude vhodné pro bilancování ^3H přes chladicí věže
4	monitorovací místo	potrubí odluhů terciálního okruhu
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaného tritia
6	perioda měření	periodické (slévaný vzorek)
7	doplňující údaje – poznámky	předpokládá se využívat pouze za nepříznivých hydrologických podmínek

3.1.3.2 Bilanční měření ^{14}C na odluhu z chladicích věží

1	monitorovaná položka	hydrosféra/voda/výpusti do ovzduší/plynné formy
2	cíl monitorování	bilancování a průběžná kontrola příspěvku výpustí ^{14}C k čerpání autorizovaného limitu pro kapalnou/plynnou výpusti
3	metoda	odběr reprezentativní části kapaliny z potrubí odluhů terciálního okruhu a následné spektrometrické měření objemové aktivity ^{14}C případně jiné místo, které bude vhodné pro bilancování ^{14}C přes chladicí věže
4	monitorovací místo	potrubí odluhů terciálního okruhu
5	měřená veličina	objemová aktivita bilancovaného ^{14}C
6	perioda měření	periodické (slévaný vzorek)
7	doplňující údaje – poznámky	předpokládá se využívat pouze za nepříznivých hydrologických podmínek



3.2 HAVARIJNÍ MONITOROVÁNÍ – za nehodové expoziční situace

Havarijní monitorování je navrženo jako vybrané položky normálního monitorování, které však budou prováděny i v případě havarijních stavů NJZ EDU. Z toho vyplývá, že tato měření budou tomuto účelu uzpůsobena. Například budou schopna měřit aktivitu ve větším rozsahu i pro úrovně koncentrací očekávaných při únicích.

Jako havarijní monitorování se předpokládá využívat kontrolní měření uvedená v kap. 3.1.1.8, 3.1.1.9, 3.1.1.10 a 3.1.2.6.



3.3 Výčet předpokládaných měřících laboratoří a předpokládaných postupů pro činnosti monitorování

Laboratoř sloužící k provádění budoucího monitorování výpustí z NJZ EDU bude zřízena v rámci obestavby kontejnmentu nebo v jedné z přilehlých budov NJZ EDU. Zároveň se předpokládá, že bude možné využívat laboratoře EDU1-4 společnosti ČEZ, a. s. jako případný náhradní způsob pro měření některých fyzikálních veličin charakterizujících výpustí z NJZ EDU.

3.3.1 Měřící laboratoře

NJZ EDU bude dle předpokladů vybaveno vlastní laboratoří umístěnou v rámci STP NJZ EDU a příslušným Specializovaným útvarem, jehož základní prioritou bude mimo jiné sledovat, měřit, vyhodnocovat, ověřovat a zaznamenávat veličiny a skutečnosti důležité z hlediska monitorování výpustí z NJZ EDU. Tato laboratoř bude vhodně personálně i materiálově vybavena a bude splňovat veškeré legislativní požadavky na ni kladené, zejména požadavky vyhlášky č. 360/2016 Sb., §8, §10 [L. 3].

Mimo tuto vlastní laboratoř je v blízkosti NJZ EDU zřízena také LRKO EDU1-4, společnosti ČEZ, a. s.. Tato laboratoř bude provádět společné monitorování okolí pro EDU1-4 i NJZ EDU a je tudíž rovněž vybavena řadou měřících zařízení, které lze v případě nutnosti např. pro vyhodnocování havarijního monitorování využít.

Očekává se, že laboratoř NJZ EDU bude vybavena mimo jiné zařízeními vhodnými pro

- radiochemické zpracování vzorků a,
- radiometrickou analýzu vzorků (spektrometrie gama záření, měření nízkých aktivit alfa a beta, měření aktivity beta kapalinově scintilační spektrometrií atd.).

Přesný výčet předpokládaných měřících a odběrových zařízení a návrh frekvence provádění kontrol stálosti parametrů není možné v tomto stupni licenčního řízení definovat. Měřící a odběrová zařízení budou zvolena tak, aby byla schopna korektně stanovit měřenou veličinu a v souladu s požadavky vyhlášky č. 360/2016 Sb. (volba měřených veličin je závislá na finálním návrhu technologie výpustí z NJZ EDU). Předpokládaný rozsah měřených veličin a metod jejich měření je uveden v následující Tab. 4.

Tab. 4: Navrhované metody měření dozimetrických veličin pro NJZ EDU.

Dozimetrická veličina	Metoda měření
Av nuklidů gama	laboratorní polovodičová spektrometrie gama
Av ¹³¹ I	laboratorní polovodičová spektrometrie gama
Av nuklidů alfa	laboratorní spektrometrie alfa
Av tritia a ¹⁴ C	kapalinová scintilační spektrometrie beta
Av ⁹⁰ Sr	kapalinová scintilační spektrometrie beta
celková objemová aktivita alfa	ČSN 757611
celková objemová aktivita beta	ČSN 757612
příkon dávkového ekvivalentu záření gama	vhodné monitory pro měření dávkového ekvivalentu



3.3.2 Nakládání se vzorky a jejich likvidace

Vzhledem k charakteru práce s radioaktivními vzorky a kontaminovanými materiály přichází v úvahu vznik následujících typů radioaktivních odpadů:

- kapalně produkty radiochemických postupů zpracování vzorků a etalonových roztoků a jejich zbytky,
- pevné, obvykle lisovatelné a spalitelné odpady vznikající při běžné práci v radiochemické laboratoři, např. buničitá vata, filtrační papíry, filtry se sraženinou, osobní ochranné pomůcky, plastové pomůcky na jedno použití apod.,
- likvidované pevné a kapalně etalonové radionuklidové zdroje po uplynutí platnosti certifikátu apod.

Ve všech případech se bude jednat o nízkoaktivní odpady. Pevný RAO vzniklý na pracovišti laboratoře NJZ EDU bude dále tříděn na spalitelný a nespalitelný. Pevný RAO bude shromažďován a přechodně uskladňován na vhodném místě (spalitelný např. v polyetylenových pytlích a nespalitelný v plechových sudech) před odvozem k likvidaci. Likvidace se předpokládá v systému nakládání s RaO, jenž bude součástí NJZ EDU. Radioaktivní kapalně odpad bude buď shromažďován a přechodně uskladněn v laboratoři nebo odváděn kanalizací do systému zpracování kapalných radioaktivních látek. Plynně radioaktivní látky budou odváděny vzduchotechnikou do systému zpracování plynných radioaktivních látek.

Případně radionuklidové zdroje budou likvidovány v souladu s legislativou změnou stavu zdroje a vytvořením protokolu likvidace zdrojů IZ – odpadů (předávací protokol). Popřípadě budou likvidovány dodavatelskou organizací v závislosti na způsobu zpracování těchto odpadů.

3.3.3 Předpokládané postupy pro monitorovací činnosti

Pracovní postupy pro monitorovací činnosti a bilancování jsou závazné dokumenty sloužící jako detailní návod/postup pro provádění specifické činnosti, která je složitějšího charakteru. Pracovní postupy budou zpracovány pro ty monitorovací činnosti NJZ EDU, které není účelné detailně popisovat přímo do tohoto záměru zajišťování monitorování výпустí z NJZ EDU,. Pracovní postupy budou zpracovány až v navazujících licenčních řízeních, a to v návaznosti na zpracování PM výпустí.. Seznam předpokládaných pracovních postupů pro monitorovací činnosti NJZ EDU je uveden v následující Tab. 5.

**Tab. 5: Výčet předpokládaných pracovních postupů, které budou zpracovány pro monitorovací činnosti NJZ EDU.**

Technická oblast zpracování pracovního postupu
Stanovení aktivit radionuklidů spektrometrií gama
Stanovení aktivit radionuklidů spektrometrií beta
Stanovení celkové objemové aktivity gama
Stanovení aktivit radionuklidů spektrometrií alfa
Stanovení objemové aktivity tritia
Stanovení ukazatele celková objemová aktivita alfa a beta ve vodách
Postup pro provádění bilančních měření a výpočtů
Postup pro provádění kontrolních měření
Postup pro provádění operativních měření
Postup pro provádění kontroly povolení k vypouštění
Nakládání se zdroji ionizujícího záření na pracovišti
Odběr, analýza a nakládání se vzorky včetně likvidace
Zabezpečení a řízení kvality zkoušek

3.4 Návrh předpokládaného způsobu předávání dat a uchování záznamů

3.4.1 Navrhovaný způsob uchování záznamů

Záznamy o prováděných činnostech monitorování výпустů z NJZ EDU budou vedeny a uchovávány v souladu s požadavky vyhlášky SÚJB č. 360/2016 Sb. o monitorování radiační situace [L. 3].

Vzhledem ke zkušenostem s vedením a uchováváním záznamů na EDU1-4 a ETE1,2 se navrhuje využívat obdobný systém. Pro NJZ EDU se navrhuje následující:

- 1) Naměřená data budou uložena v knihách přípravy vzorků, knihách měření a knihách evidence výsledků měření apod. a na pevném disku, kde budou uloženy i výsledky zkoušení, případně budou po nezbytnou dobu archivována v tištěné formě, viz níže.
- 2) Elektronická správa dat se předpokládá zajistit speciálně navrženým programem pro tento účel.
- 3) Správná funkce programu bude zajištěna kybernetickou ochranou – použitím antivirové ochrany a zamezením přístupu nepovolaných osob definováním přístupových práv.
- 4) Přístupu k uloženým datům bude zamezeno operací se vstupním heslem.
- 5) Všechna data budou automaticky zálohována včetně udržování historie po celou dobu života elektrárny, včetně vyřazování z provozu a 10 let po vyřazení.

V zájmu uchování informací významných z pohledu radiační ochrany v budoucnu se předpokládá:

- Využití jednotného systému mezi investorem, dodavatelem NJZ EDU a jejich subdodavatelem tak, aby informace byly trvale řízeny z jednoho místa.
- Stejný systém se předpokládá rozšiřovat, udržovat a renovovat pro potřeby provozu a údržby NJZ EDU a budou v něm prováděny veškeré řízení změn konfigurace, řízení údržby a další návazné činnosti.

- Samozřejmostí bude pravidelné zálohování těchto informací včetně udržování historie po celou dobu života elektrárny, včetně vyřazování z provozu a 10 let po vyřazení.

Pro přenos dat významných z pohledu radiační ochrany mezi EDU1-4 a NJZ EDU vznikne k tomu určené datové propojení. Přesný popis datového rozhraní mezi EDU1-4 a NJZ EDU bude specifikován v navazujících licenčních řízeních.

3.4.2 Navrhovaný způsob předávání dat

Záznamy o prováděných činnostech monitorování výpustí z NJZ EDU budou předávány v souladu s požadavky vyhlášky SÚJB č. 360/2016 Sb. o monitorování radiační situace a Národním programem monitorování, který detailněji specifikuje způsob předávání dat a jejich formát [L. 7].

Při předávání dat bude postupováno v souladu s Národním programem monitorování, tzn:

- Data z monitorování výpustí NJZ EDU budou provozovatelem NJZ EDU, Elektrárna Dukovany II, a. s. datovému středisku SÚJB neprodleně po jejich získání, dálkovým přístupem v souladu s § 11 vyhlášky č. 3016/2016 Sb.
- Data z monitorování výpustí NJZ EDU budou obsahovat kromě výsledků měření také datum a časové údaje, popřípadě další údaje o monitorovacím místě, o odběru vzorku a o měření, které jsou specifické pro určitou monitorovací síť.
- Elektrárna Dukovany II, a. s. bude připravovat data z monitorování výpustí pro přenos do datového střediska v datovém souboru a v příslušném datovém formátu.
- Pokud bude dálkový přístup nefunkční nebo za nevhodné expoziční situace nebude možné předání dat dálkovým přístupem, bude přípustné předávání dat v analogové formě nebo na jiných nosičích digitálních dat odsouhlasených datovým střediskem úřadu, které souhlas vydá mj. i s uvážením aktuálních požadavků na zajištění své kybernetické bezpečnosti.

Zároveň budou informace o ročním množství vypuštěné aktivity do ovzduší a do vodotečí SÚJB předávány ve standardizovaném formátu dle přílohy č. 6, tab. č. 5 a tab. č. 6 vyhlášky č. 360/2016 Sb. o monitorování radiační situace.



4 PODKLADY

- L. 1. Česko. Zákon č. 263 ze dne 14. července 2016 atomový zákon. In Sbírnka zákonů České republiky. 2016, částka 102, s. 3938-4060. ISSN 1211-1244.
- L. 2. Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Vyhláška č. 329 ze dne 26. září 2017 o požadavcích na projekt jaderného zařízení. In Sbírnka zákonů České republiky. 2017, částka 112, s. 3490-3537. ISSN 1211-1244.
- L. 3. Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Vyhláška č. 360 ze dne 17. října 2016 o monitorování radiační situace. In Sbírnka zákonů České republiky. 2016, částka 143, s. 5642-5689. ISSN 1211-1244.
- L. 4. ČEZ, a. s.: B116 – Program monitorování výpustí z EDU, Systémový provozní dokument. 2018.
- L. 5. ČEZ, a. s.: OTS626 – Program monitorování výpustí z ETE, Systémový provozní předpis. 2019.
- L. 6. Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Vyhláška č. 422 ze dne 23. prosince 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In Sbírnka zákonů České republiky. 2016, částka 172, s. 6618-6904. ISSN 1211-1244.
- L. 7. Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Národní program monitorování, monitorování radiační situace na území České republiky. Praha. 2018.
- L. 8. Elektrárna Dukovany II, a. s.: Zadávací bezpečnostní zpráva NJZ EDU.

5 VYMEZENÍ POJMŮ

Bilanční měření	Soustavné monitorování radionuklidů, které se nezanedbatelně podílejí na ozáření obyvatelstva, vypuštěných za stanovené období.
Kontrolní měření	Nepřetržité monitorování radionuklidů, které je schopné rychle signalizovat odchylky od běžného provozu pracoviště IV. kategorie
Monitorovací síť	Je síť tvořená různými monitorovacími místy.
Monitorovací místa	Jsou místa odběru či přímého měření, ať už stálé nebo nestálé, ve kterém je charakterizováno vnější pole ionizujícího záření zdrojů, které mohou způsobit zevní ozáření. Monitorovací místa se dělí na: <ul style="list-style-type: none">• měřicí – místa s přímým měřením vnějšího pole ionizujícího záření,• odběrová – místa odběrů vzorků životního prostředí a potravního řetězce• a sběrná – místa shromažďování a sběru vzorků z exkretů, při havarijním monitorování navíc i vzorků z potravního řetězce.
Monitorované položky	Jsou položky charakterizujícími vnější pole ionizujícího záření zdrojů, které mohou způsobit zevní ozáření nebo položky, v nichž se sleduje obsah radionuklidů. Jedná se např. o vzorky životního prostředí – vzduch, voda, půda, dále pak povrch lidského těla, těla zvířete, krmiva, vybrané orgány atd.)
Dávková optimalizační mez	Je horní mez předpokládaných osobních dávek stanovená pro účely optimalizace radiační ochrany pro příslušný zdroj ionizujícího záření v plánované expoziční situaci.
Minimální významná (objemová, příp. hmotnostní) aktivita	Je aktivita odpovídající nejmenšímu počtu impulsů, který ještě lze při daném měřicím uspořádání pokládat s pravděpodobností větší než $(1 - \alpha)$ za hodnotu přesahující pozadí.
Minimální detekovatelná (objemová, příp. hmotnostní) aktivita	aktivita, která s pravděpodobností větší než $(1 - \beta)$ při daném měřicím uspořádání ještě způsobí počet impulsů větší, než odpovídá nejmenší významné (objemová, příp. hmotnostní) aktivitě.
Radionuklid	Je druh atomů, které mají stejný počet protonů i stejný počet neutronů, stejný energetický stav a které podléhají samovolné změně ve složení nebo stavu atomových jader (např.: ^{60}Co).
Monitorovací úroveň	Jsou úrovně pro hodnocení výsledků monitorování, které se dále dělí na: <ul style="list-style-type: none">• Záznamová úroveň – stanovená tak, aby při bilančním měření splňovala požadavky na nejmenší detekovatelnou hodnotu monitorované veličiny podle vyhlášky o monitorování radiační situace a při nepřetržitém monitorování radionuklidů umožňovala kontrolovat všechny provozní stavy.• Vyšetřovací úroveň – stanovená tak, aby při bilančním měření na úrovni očekávané hodnoty bilance výpustí radionuklidu s uvažováním délky monitorovacího období a při sledování odchylek od běžného provozu pracoviště jako horní mez obvykle se vyskytujících hodnot monitorované veličiny.• Zásahová úroveň – stanovená tak, aby při bilančním měření výpustí mohla být přijata opatření k zabránění překročení autorizovaných limitů nebo nedodržení podmínek povolení a sledování odchylek od běžného provozu pracoviště bylo možno přijmout opatření k nápravě vzniklého stavu a zabránění jeho nežádoucího rozvoje.



Operativní měření	Operativní monitorování jiných potenciálních cest uvolňování radioaktivní látky z pracoviště v případě jejího úniku tak, aby tento únik mohl být zahrnut do bilance výpustí
Specializovaný útvar	Útvar v budoucnu odpovědný za provádění monitorování výpustí z NJZ EDU. Bude se jednat o období útvaru „chemické režimy“, respektive LRKO, fungujících na ETE1,2 a EDU1-4.
Plánovaná expoziční situace	Situace vedoucí k ozáření, která je spojena se záměrným využíváním ZIZ
Nehodová expoziční situace	Situace vedoucí k ozáření, která není plánována, ale je předpokládána. Může nastat při plánované expoziční situaci nebo být vyvolána svévolným činem a vyžaduje přijetí okamžitých opatření k odvrácení nebo omezení důsledků.
Výpustě	Kapalná nebo plynná látka vypouštěná z pracoviště se zdroji ionizujícího záření do životního prostředí, která obsahuje radionuklidy v množství nepřevyšujícím uvolňovací úroveň nebo vypouštěná do životního prostředí za podmínek uvedených v povolení k uvádění radionuklidů do životního prostředí.



6 ZKRATKY

AtZ	Atomový zákon
Av	Objemová aktivita
EDU1-4	Jaderné zařízení podle AtZ, JE Dukovany sestávající z 2 dvoubloků VVER440 umístěných v lokalitě Dukovany
ETE1,2	Jaderné zařízení podle AtZ, JE Temelín sestávající ze 2 bloků VVER1000 umístěných v lokalitě Temelín
JOV	(sběrná) Jímka odpadních vod
JZ	Jaderné zařízení
LRKO	Laboratoř radiační kontroly okolí EDU1-4
MVE	Malá vodní elektrárna
NJZ EDU	Jaderná zařízení podle zákona AtZ – připravovaný 3. a 4. blok Jaderné elektrárny Dukovany
PNpU	Pozemek navržený pro umístění objektů NJZ EDU s vlivem na jadernou bezpečnost
RA	Radioaktivní
RAO	Radioaktivní odpad
STP	Střežený prostor
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
VD	Vodní dílo
ŽP	Životní prostředí



7 PŘÍLOHY

7.1 Přehled předpokládaných monitorovaných míst a souvisejících údajů

Monitorovaná položka	Poř. číslo	Monitorovací místa	GPS souřadnice	Nadmořská výška [m n.m.]
Sít' pro zevní a vnitřní ozáření, sít' odběrů vzorků ŽP včetně výpustí				
výpusti do ovzduší	1	ventilační komín	bude uvedeno později	bude uvedeno později
	2	chladič věže	bude uvedeno později	bude uvedeno později
výpusti do vodotečí	3	kontrolní nádrže	bude uvedeno později	bude uvedeno později
	4	sběrná jímka odpadních vod	bude uvedeno později	bude uvedeno později

Mapový podklad s přesným zakreslením monitorovaných míst bude doplněn v dalších stupních licenční dokumentace v okamžiku znalosti umístění na PNpU a přesných souřadnic objektů.



7.2 Přehled radionuklidů uvolňovaných z energetických jaderných reaktorů během jejich normálního provozu a požadavky na nejmenší detekovatelnou objemovou aktivitu pro výpusti do ovzduší

Radionuklidy a jejich seznam	Klíčový radionuklid	Nejmenší detekovatelná objemová aktivita [Bq/m ³]
Kryptonů: ⁸⁵ Kr, ^{85m} Kr, ⁸⁷ Kr, ⁸⁸ Kr, ⁸⁹ Kr	⁸⁵ Kr	1·10 ⁴
Xenony: ^{131m} Xe, ¹³³ Xe, ^{133m} Xe, ¹³⁵ Xe, ^{135m} Xe, ¹³⁷ Xe, ¹³⁸ Xe	¹³³ Xe	1·10 ⁴
Kobalty: ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co	⁶⁰ Co	1·10 ⁻²
Stroncium: ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr	⁹⁰ Sr	2·10 ⁻²
Cesia: ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	3·10 ⁻²
Plutonia: ²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	5·10 ⁻³
Americium: ²⁴¹ Am	²⁴¹ Am	5·10 ⁻³
Radionuklidy emitující záření alfa	celková aktivita alfa ⁴⁾	1·10 ⁻²
Jódy: ¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁵ I	¹³¹ I	2·10 ⁻²
Tritium: ³ H	³ H	1·10 ³
Uhlík: ¹⁴ C	¹⁴ C	1·10 ¹

⁴⁾ Stanovuje se pouze, není-li možné stanovit jednotlivé radionuklidy emitující záření uvedené v tabulce.



7.3 Přehled radionuklidů uvolňovaných z energetických jaderných reaktorů během jejich normálního provozu a požadavky na nejmenší detekovatelnou objemovou aktivitu pro výpusti do vodotečí

Radionuklidy a jejich seznam	Klíčový radionuklid	Nejmenší detekovatelná objemová aktivita [Bq/m ³]
Tritium: ³ H	³ H	1 · 10 ⁵
Kobalty: ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co	⁶⁰ Co	1 · 10 ⁴
Stroncium: ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr	⁹⁰ Sr	1 · 10 ³
Cesia: ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	1 · 10 ⁴
Plutonia: ²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	6 · 10 ³
Americium: ²⁴¹ Am	²⁴¹ Am	5 · 10 ¹
Radionuklidy emitující záření alfa	celková aktivita alfa ⁵⁾	1 · 10 ³

⁵⁾ Stanovuje se pouze, není-li možné stanovit jednotlivé radionuklidy emitující záření uvedené v tabulce.