



NÁVRH KONCEPCE BEZPEČNÉHO UKONČENÍ PROVOZU



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 povolovanou činnost, kterou je umístění jaderného zařízení.

Březen 2020



Elektrárna Dukovany II, a. s.

Duhová 2/1444

140 53 Praha 4

1 ÚVOD

Návrh koncepce bezpečného ukončení provozu je dokumentem, dle přílohy č. 1 zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon, který je zpracován jako součást dokumentace pro povolenou činnost, kterou je povolení k umístění. Je tedy základním dokumentem, který je nutné předložit Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) v rámci posouzení naplnění požadavků AtZ a jeho prováděcích právních předpisů (zejména vyhlášky č. 377/2016 Sb.).

Struktura tohoto dokumentu odpovídá požadavkům na obsah návrhu koncepce bezpečného ukončení provozu, které jsou uvedené v §13 ve vyhlášce č. 377/2016 Sb., o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie.

Návrh koncepce bezpečného ukončení provozu NJZ EDU vychází ze znalostí a zkušeností s provozovanými elektrárnami v České republice, informací uvedených v Koncepci nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice [L. 6] a plánů vyřazování těchto jaderných zařízení. **Obecným přístupem k návrhu koncepce bezpečného ukončení provozu NJZ EDU je zachovat stejné pojetí vyřazování NJZ EDU, jaké je využíváno pro provozované elektrárny, jen s nezbytnými odchylkami.**

Informace uvedené v tomto dokumentu jsou čerpány zejména z platné ZBZ ETE3,4 rev. 1 (2014) a Strategie ČEZ, a. s., v zadní části palivového cyklu jaderných elektráren, nakládání s RAO a ve vyřazování jaderných elektráren z provozu (2016) [L. 4]. Významné informace, týkající se vyřazování NJZ EDU jsou rovněž uvedeny v kapitole 3.20 ZBZ.

Tab. 1: Naplnění osnovy požadavků dle §13 vyhlášky č. 377/2016 Sb.

Požadavek na obsah dokumentu	Kapitola
a) varianty způsobů vyřazování z provozu, přičemž způsob okamžitého vyřazování je vždy součástí těchto variant, a zdůvodnění navrhovaného způsobu vyřazování z provozu,	kapitola 3.3
b) časový rámec vyřazování z provozu,	kapitola 3.3
c) popis konečného stavu území a systémů, konstrukcí a komponent po ukončení vyřazování z provozu,	kapitola 3.3
d) způsob omezení množství komponent a objemu stavebního materiálu, které budou v průběhu vyřazování z provozu zneškodňovány,	kapitola 3.1 a kapitola 3.20.2 ZBZ
e) způsob omezení možnosti úniku radioaktivních látek v důsledku průsaků a netěsností, a to - omezením počtu vestavěných potrubních kanálů v podlahách a stěnách, - omezením používání podzemních nádrží, jímek a odtokových kanálů pro radioaktivní látky, - oddělením technologických systémů pracujících s radioaktivními a neradioaktivními látkami, - upřednostněním přímých potrubních tras pro omezení tvorby úsad a - podle možnosti nepoužíváním pravoúhlých potrubních kolen a T kusů v případě, že přímé potrubní trasy nelze využít,	kapitola 3.20.2 ZBZ
f) v případě jaderného zařízení s jaderným reaktorem volbu vhodného materiálového složení konstrukčních částí jaderného reaktoru a primárního okruhu jaderného	kapitola 3.20.2 ZBZ



reaktoru, které jsou přímo vystaveny neutronovému toku nebo jsou ve styku s chladivem jaderného reaktoru a jsou zdrojem indukované aktivity, a 2. aplikaci vhodných chemických režimů, které povedou ke stabilizaci korozních vrstev materiálů primárního okruhu jaderného reaktoru a k omezení indukované aktivity,	
h) popis způsobu zamezení kontaminace betonu radioaktivními látkami v případě netěsností a zamezení degradačním mechanismům na rozhraní kov a beton,	kapitola 3.20.2 ZBZ
i) popis způsobu omezení používání nebezpečných látek,	kapitola 3.20.2 ZBZ
j) popis způsobu provedení povrchových úprav, které umožní snadnou dekontaminaci a zabrání průsakům kontaminantu,	kapitola 3.20.2 ZBZ
k) popis snadného přístupu ke kontaminovaným zařízením a jejich snadné demontáže,	kapitola 3.20.2 ZBZ
l) popis způsobu dekontaminace pomocí dálkových manipulací,	kapitola 3.20.2 ZBZ
m) popis systému uchovávání dokumentace a sběru dat z provozu pro potřeby vyřazování z provozu.	kapitola 3.20.2 ZBZ



Obsah

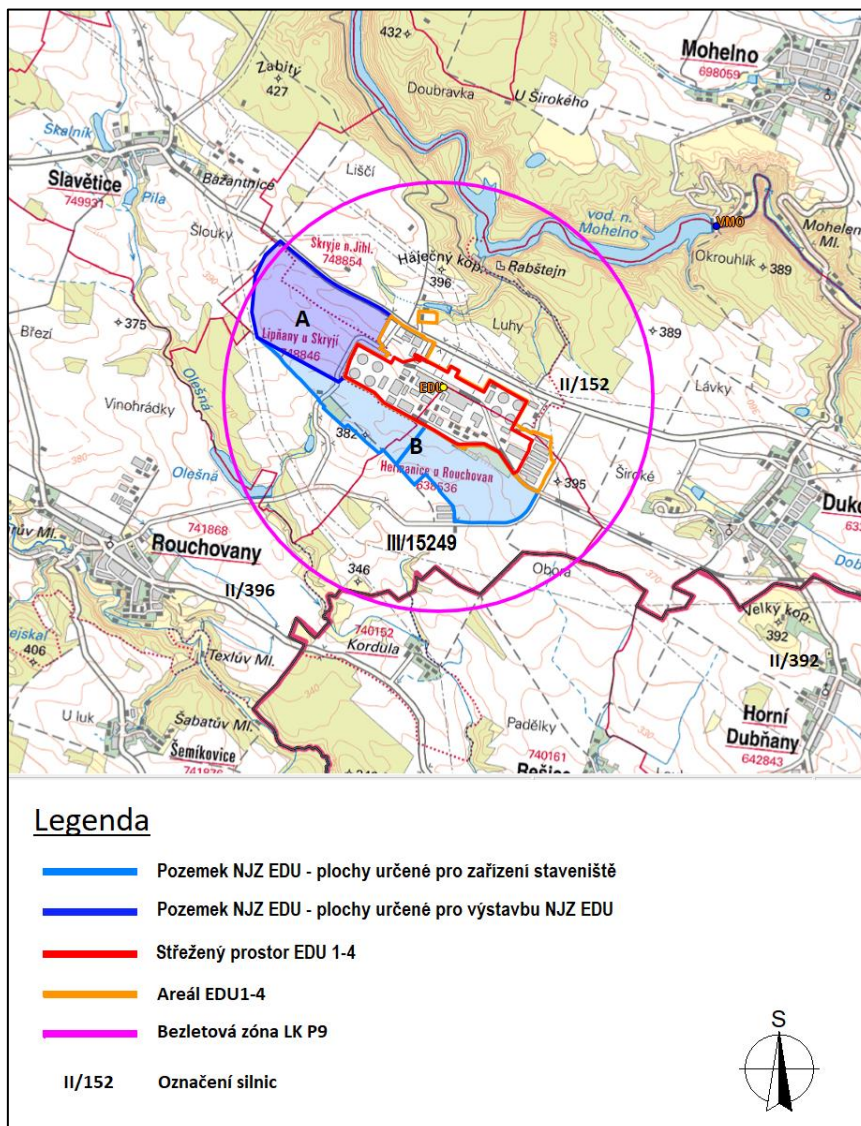
1	ÚVOD	2
2	CHARAKTERISTIKA PROJEKTU Z HLEDISKA BEZPEČNÉHO UKONČENÍ PROVOZU	5
2.1	Stručný popis umístění NJZ EDU a koncepce vyřazování EDU1-4	5
2.2	Příprava na vyřazování NJZ EDU.....	8
2.2.1	Opatření k realizaci v období provozu NJZ EDU	8
2.2.2	Financování vyřazování z provozu NJZ EDU	9
3	NÁVRH KONCEPCE BEZPEČNÉHO UKONČOVÁNÍ PROVOZU A VYŘAZOVÁNÍ	10
3.1	Nakládání s radioaktivním odpadem při ukončování provozu a během vyřazování	10
3.2	Zajištění radiační ochrany při ukončování provozu a vyřazování	12
3.3	Popis hlavních činností a postupů při ukončování provozu.....	14
3.3.1	Předpokládaný termín ukončení provozu.....	15
3.4	Předpokládaná koncepce vyřazování z provozu.....	15
3.4.1	Okamžitý způsob vyřazování	16
3.4.2	Postupný způsob vyřazování	16
4	POKLADY	18
5	VYMEZENÍ POJMŮ.....	19
6	ZKRATKY	20

2 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU Z HLEDISKA BEZPEČNÉHO UKONČENÍ PROVOZU

2.1 Stručný popis umístění NJZ EDU a koncepce vyřazování EDU1-4

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.

Vzhledem k blízké poloze NJZ EDU a EDU1-4, předpokládanému sdílení technologických systémů (např. systému monitorování okolí), viz kapitola 2 ZBZ, a faktu, že EDU1-4 bude vyřazována z provozu dříve než NJZ EDU, lze konstatovat, že bude nutné některé systémy EDU1-4 nebo jejich části převzít do provozu NJZ EDU, udržovat provozuschopné a vyřazovat je až v okamžiku vyřazování samotného NJZ EDU.



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

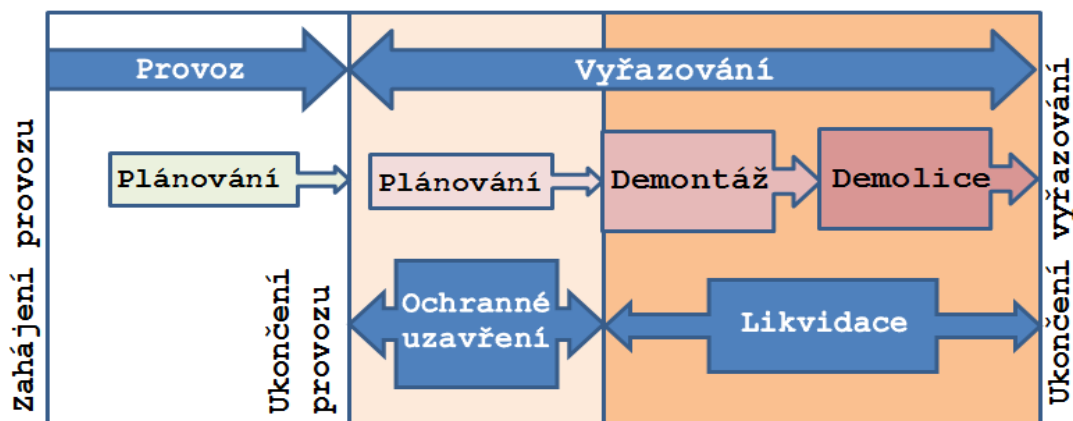
Vyřazováním z provozu jsou dle zákona č. 263/2016 Sb., administrativní a technické činnosti, jejichž cílem je úplné vyřazení nebo vyřazení jaderného zařízení, pracoviště III. kategorie nebo pracoviště IV. kategorie s omezením k použití k dalším činnostem souvisejícím s využíváním jaderné energie nebo činnostem v rámci expozičních situací.

Úplným vyřazením je pak uvedení jaderného zařízení, pracoviště III. kategorie nebo pracoviště IV. kategorie do stavu umožňujícího jeho využití k jinému účelu nebo využití území, v němž se nacházelo, bez omezení.

Na základě AtZ, §9, je vyřazování NJZ EDU z provozu samostatnou činností související s využíváním jaderné energie, k níž bude potřebné získat povolení SÚJB, a povolení bude nutné získat i k jednotlivým etapám vyřazování z provozu, pokud na něj budou rozděleny.

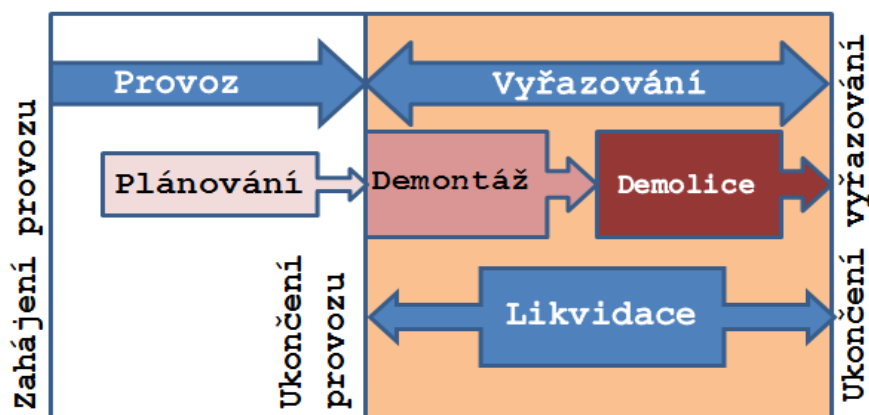
V souladu s českou legislativou [L. 1], [L. 3] jsou akceptovatelné dva přístupy k vyřazování JZ z provozu a to způsob:

- **postupný** - vyřazování z provozu, při němž jsou vyřazovací činnosti rozděleny do několika postupných, věcně a časově ohraničených etap, mezi nimiž může být časová prodleva.



Obr. 2: Časová návaznost jednotlivých etap postupného vyřazování (zpracoval ČEZ, a. s.).

- **okamžitý** - vyřazování z provozu se musí provádět plynule v nepřetržitém sledu od okamžiku jeho zahájení do jeho ukončení.



Obr. 3: Časová návaznost jednotlivých etap okamžitého vyřazování (zpracoval ČEZ, a. s.).

Každý z těchto přístupů lze rozdělit do několika na sebe přímo navazujících etap a to:

- plánování (probíhá ke konci provozu JZ),

- ochranné uzavření (pouze v případě postupného vyřazování, probíhá současně s plánováním vyřazování v další etapě),
- likvidace - demontáž (technologie a dalších zařízení),
- likvidace - demolice (částečné odstranění budov s využitím zbylých pro jiné účely nebo kompletní odstranění k dalšímu využití území bez omezení).

Koncepce vyřazování EDU1-4

Z hlediska koncepce vyřazování EDU1-4 z provozu je důležitý předpoklad, že areál EDU1-4 bude nadále využíván pro potřeby provozovatele a v blízkosti pozemků EDU1-4 je rovněž uvažována výstavba NJZ EDU.

Aktuální časový plán vyřazování předpokládá ukončit energetický provoz bloků EDU1-4 po 50 letech provozu v období 2035 - 2037. Vzhledem k tomu, že dle požadavků zákona č. 263/2016 Sb. je nutné před přechodem do první etapy vyřazování vyvézt veškeré skladované VJP do jiného jaderného zařízení, může být první etapa vyřazování zahájena až po vyvezení veškerého VJP do skladu VJP. Doba skladování VJP v BSVP je v současné době odhadovaná na 8 let po ukončení energetického provozu HVB II v r. 2037. Ukončení provozu EDU1-4 je tak uvažováno v r. 2045 [L. 5].

Pro vyřazování z provozu EDU1-4 je navržena koncepce postupného vyřazování s realizací ochranného uzavření aktivních objektů. Tato varianta se vyznačuje přerušeným průběhem činností vyřazování s mezidobím ochranného uzavření jaderného ostrova (předpokládá se v období 2048 - 2080) a poté vlastním vyřazováním ochranného uzavření (provedení dalších vyřazovacích činností) až do úplného vyřazení okolo roku 2090.

Základním rysem této koncepce je vytvoření ochranného uzavření objektů jaderného ostrova (budovy reaktorů, budovy aktivních pomocných provozů, objektu zpracování radioaktivních odpadů) po ukončení provozu jaderných bloků a vyvezení veškerého skladovaného VJP do skladu. V objektech jaderného ostrova budou zachována aktivovaná a kontaminovaná technologická zařízení i stavební konstrukce po dobu plánovanou ke snížení aktivity radionuklidů jejich přirozeným rozpadem.

Harmonogram vyřazování EDU1-4 je rozdělen do několika věcně a časově vymezených etap:

1) Příprava na ochranné uzavření aktivních objektů (příprava na OUO)

Etapa přípravy na ochranné uzavření aktivních objektů (OUO) je charakterizována především činnostmi v objektech jaderného ostrova, které povedou k odstranění provozních médií (vyprazdňování a vysoušení technologických systémů). Pro toto období nejsou uvažovány demontážní činnosti v objektech jaderného ostrova. Činnosti v těchto objektech se omezí pouze na vytvoření podmínek pro realizaci OUO, neboť po celou dobu trvání etapy musí být prováděna kontrola a údržba bariér (stavebních i technologických), které zabraňují úniku radioaktivních látek do okolí. Pro délku tohoto období je určující doba potřebná pro vymezení OUO - z dalšího rozboru a vyhodnocení potřebných činností vyřazování vychází potřebná doba cca 3 roky.

2) Ochranné uzavření aktivních objektů (OUO)

Charakteristickým znakem etapy je ochranné uzavření objektů jaderného ostrova. Mimo systémy nutné pro udržování OUO v bezpečném stavu bude periodicky sledován stav bariér a zakonzervovaných technologických systémů, které budou využity v období vlastní demontáže.

Během této etapy bude nepřetržitě zajišťována fyzická a radiační ochrana, ostatní činnosti budou zajišťovány pochůzkami nebo dodavatelským způsobem. U systémů s určenou mírou automatického provozu (monitorování plyných a kapalných výpustí z areálu) budou základní údaje signalizovány ostraze včetně signalizací běžných ochranných systémů (EPS, ochrana objektů).

Délka trvání etapy se předpokládá 30 let pro každý blok, během tohoto období nebudou na vymezených objektech OUO prováděny žádné vyřazovací činnosti (dekontaminace, demontáže kontaminovaných zařízení apod.).

V závěru etapy OUO (přípravné období pro realizaci vyřazování OUO) bude proveden nábor pracovníků a proškolení na požadované činnosti v etapě vyřazování OUO, realizace pracoviště finálního zpracování RAO a recyklační linky stavebního materiálu a aktualizace projektové dokumentace pro povolení následující etapy.

3) Vyřazování ochranného uzavření aktivních objektů (vyřazování po OUO)

Etapa vyřazování OUO je poslední etapou vyřazování, která je charakterizována především vlastními demontážemi reaktorů. Předpokládá se, že etapa bude trvat 10 let. Koncepce vyřazování předpokládá, že v průběhu vyřazování bude provedena kompletní demontáž a demolice objektů jaderného ostrova. Areál EDU1-4 bude po jejím vyřazení převeden k dalšímu využití bez omezení.

Ideologicky stejný přístup k vyřazování bude (s drobnými, nezbytnými obměnami) navržen i pro vyřazování z provozu NJZ EDU.

2.2 Příprava na vyřazování NJZ EDU

2.2.1 Opatření k realizaci v období provozu NJZ EDU

O datu definitivního ukončení provozu NJZ EDU bude nutné rozhodnout s dostatečným časovým předstihem (viz Obr. 2 a Obr. 3 – etapa plánování). Předpokládá se cca 10 let před ukončením provozu. Plánovaný provoz NJZ EDU je minimálně 60 let s počátkem uvedení do provozu nejdříve okolo roku 2040. Ukončení provozu a vyřazování NJZ EDU z provozu tedy nenastane před rokem 2100, spíše však později z důvodu možného prodloužení provozu. Důvodem pro zvolený časový předstih jsou činnosti a opatření, které je potřebné vykonat ještě do zahájení vyřazování:

- příprava technických podkladů pro zpracování dokumentací vyřazování (shromáždění existující dokumentace, inventarizace aktivních a neaktivních zařízení, mapování radiační situace, apod.),
- příprava dokumentace k povolení vyřazování (bezpečnostní rozbor, dokumentace vlivu na životní prostředí EIA, apod.),
- příprava projektů pro první etapu vyřazování (detailní projekt prováděných vyřazovacích činností – včetně všeprofesního zajištění),
- technicko – organizační a manažerské činnosti (zajištění správních řízení, výběr dodavatelů, apod.).

V období přípravy na vyřazování bude nutné zohlednit a vyhodnotit zkušenosti z období provozu a zkušenosti z vyřazování jiných jaderných zařízení (v době vyřazování NJZ EDU již budou vyřazeny bloky uvedené do provozu dříve) a ty zpracovat do přípravné a realizační projektové dokumentace. Jedná se zejména o údaje z následujících oblastí:

- údržba a zabezpečování provozu,
- vyhodnocování výsledků pravidelných celkových generálních oprav,
- modernizace a modifikace systémů a komponent,
- výsledky vyhodnocování radiační situace v průběhu provozu,
- revize havarijních plánů, včetně případného návrhu na změnu vymezení ZHP,
- zajištění zvládnutí radiačních mimořádných událostí.

2.2.2 Financování vyřazování z provozu NJZ EDU

Pro zajištění činností spojených s vyřazováním jaderných zařízení z provozu vytvoří provozovatel NJZ EDU rezervu na vyřazování formou úložek na vázané účty u banky se sídlem v České republice nebo pobočky zahraniční banky na území České republiky, která má sídlo na území jiného členského státu Evropské unie. Právním základem pro tvorbu této rezervy je zákon č. 263/2016 Sb., §51 [L. 1].

Tyto prostředky musí být k dispozici pro potřeby přípravy a realizace vyřazování NJZ EDU z provozu (nelze je využít k jinému účelu) v potřebném čase a výši v souladu s Úřadem schvalovaným plánem vyřazování z provozu. Tento plán vyřazování z provozu a odhad nákladů na vyřazování z provozu budou vytvořeny v rámci navazujících etap povolovacích procesů (povolení k provozu jaderného zařízení). Plán vyřazování i odhad nákladů bude aktualizován v souladu s českou legislativou v pětiletých periodách.

3 NÁVRH KONCEPCE BEZPEČNÉHO UKONČOVÁNÍ PROVOZU A VYŘAZOVÁNÍ

Návrh koncepce bezpečného ukončení provozu NJZ EDU je v pořadí prvním návrhem řešení této problematiky v procesu realizace stavby a bude nadále v navazujících stupních povolenacích řízení rozvíjen a upřesňován.

Vychází ze současných znalostí o technologiích a postupech a z nynějších platných právních předpisů, především zákona č. 263/2016 Sb. [L. 1] a platných plánů pro vyřazování EDU1-4. V průběhu provozu NJZ EDU lze očekávat, že dojde k rozvoji technických zařízení a budou postupně získávány zkušenosti z vyřazování podobných jaderných zařízení. Nové poznatky bude možné uplatnit v dalších stupních zpracování licenční dokumentace a v jejich aktualizacích prováděných v souladu s právními předpisy.

Některé aspekty zajišťující bezpečné ukončení provozu a vyřazení NJZ EDU z provozu budou uvažovány již od zahájení projektové přípravy stavby, kdy je nutno navrhnout technologické postupy, zařízení, materiály a dispoziční řešení tak, aby ukončení provozu a následné vyřazování bylo usnadněno.

3.1 Nakládání s radioaktivním odpadem při ukončování provozu a během vyřazování

Nakládání s RAO při ukončení provozu a vyřazování NJZ EDU z provozu bude v souladu s právními předpisy ČR a bude splňovat požadavky mezinárodních dokumentů vztahujících se k této oblasti.

Radioaktivním odpadem se podle zákona č. 263/2016 Sb., rozumí "věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahujícím nebo jí kontaminovaným, pro kterou se nepředpokládá další využití a která nesplňuje podmínky stanovené tímto zákonem pro uvolňování radioaktivní látky z pracoviště".

Stejný zákon zároveň definuje pojem nakládání s radioaktivním odpadem jako "všechny činnosti, které souvisí se shromažďováním, tříděním, zpracováním, úpravou, skladováním a ukládáním radioaktivního odpadu, s výjimkou přepravy mimo prostor zařízení, ve kterém jsou tyto činnosti vykonávány".

Nakládat s radioaktivním odpadem lze podle AtZ pouze na základě povolení SÚJB a zodpovědnost za bezpečné nakládání s RAO je v ČR rozdělena mezi:

- původce, tedy provozovatele NJZ EDU, který zajišťují jeho shromažďování, třídění, zpracování, skladování a přepravu,
- stát, který ručí za bezpečné konečné uložení odpadu.

Za ukládání radioaktivního odpadu včetně zajištění potřebné úložné kapacity v ČR tedy zodpovídá stát, pro nějž tyto činnosti zajišťuje SÚRAO.

Budoucí RAO z vyřazování NJZ EDU lze, dle způsobu jeho předpokládaného finálního uložení, rozdělit na 2 základní skupiny a to:

- RAO přijatelný do ÚRAO Dukovany – jedná se o veškerý pevný a zpevněný radioaktivní odpad splňující podmínky přijatelnosti (většina objemu předpokládaných RAO z vyřazování),

- RAO nepřijatelný do ÚRAO Dukovany – jedná se o některý středně a vysokoaktivní RAO a VJP, které budou uloženy v hlubinném úložišti (řádově jednotky procent objemu celkového RAO z vyřazování).

RAO přijatelný do ÚRAO Dukovany

Drtivá většina provozních odpadů i odpadů z vyřazování z NJZ EDU (až na drobné výjimky a VJP po jeho prohlášení za odpad) bude po svém zpracování přijatelná na ÚRAO Dukovany, které je také zamýšleno jako úložiště pro tento odpad.

Nakládání s RAO během vyřazování bude stejné jako v případě provozu NJZ EDU, viz kapitola 3.11., RAO bude shromažďován, tříděn, zpracováván a upravován na linkách zpracování radioaktivního odpadu do formy přijatelné k uložení, dočasnou dobu skladován v rámci NJZ EDU a následně předán k uložení SÚRAO. Konzervativní odhad množství provozního RAO a RAO z vyřazování NJZ EDU je uveden v Tab. 2.

Z uvedených odhadů produkce RAO z NJZ EDU a při započtení množství RAO z již provozovaných bloků lze konstatovat, že kapacita ÚRAO Dukovany nebude dostatečná pro uložení veškerého tohoto odpadu. Chybějící kapacity pro uložení RAO z NJZ EDU budou muset být zajištěny po zvážení a vyhodnocení několika variant [L. 6], například:

- rozšířením ÚRAO Dukovany,
- vybudováním úložiště v nové lokalitě nebo
- ukládáním v komplexu připravovaného hlubinného úložiště.

Tab. 2: Konzervativní odhady množství RAO z provozu a vyřazování NJZ pro uložení v ÚRAO Dukovany [L. 4], [L. 6].

RAO z provozu NJZ EDU	Objem
60 let provozu nových jaderných zdrojů: NJZ EDU až do 2400 MWe (odhad pro 2 bloky) [L. 7]	až 7 200 m ³
RAO z vyřazování NJZ	
60 let provozu nových jaderných zdrojů (odhad pro 3 bloky) [L. 6]	7 200 m ³

RAO nepřijatelný do ÚRAO Dukovany

Základní strategií ČR pro zneškodnění VJP je, podle platné státní Koncepce nakládání s RAO a VJP [L. 6], přímé uložení VJP do hlubinného úložiště. Do té doby bude VJP skladováno bezpečně u původců ve vhodném skladu odpovídajícím požadavkům české legislativy. V případě NJZ EDU se uvažuje o suchém skladu VJP. Strategie nakládání s RAO a VJP společnosti ČEZ, a. s., však nevylučuje do budoucna možné přepracování paliva [L. 4]. I v případě přepracování VJP však zbyde nezanedbatelná část vysoceaktivního RAO, která bude muset být uložena do hlubinného úložiště.

Rovněž se za dobu provozu NJZ EDU vyprodukuje menší množství RAO nepřijatelného do ÚRAO Dukovany, které však není VJP. Důvodem nepřijatelnosti tohoto RAO do ÚRAO bude překročení limitních hodnot objemových aktivit sledovaných radionuklidů aktivovaných v konstrukčních materiálech po ukončení provozu. Tento RAO bude dočasně po dobu provozu skladován na NJZ EDU a v období vyřazování z provozu bude rovněž uložen do hlubinného úložiště. Tento odpad ve svém množství však představuje malý zlomek celkového objemu.

Bilance celkového množství VJP vyprodukovaného z plánovaných NJZ EDU (souladu s Národním akčním plánem rozvoje jaderné energetiky založena na předpokladu výstavby celkem tří nových bloků na území ČR do roku 2045), je uvedena v Tab. 3. Odhady produkce

VJP z NJZ EDU jsou v souladu se strategií nakládání s RAO a VJP společnosti ČEZ, a. s. [L. 4].

Tab. 3: Odhad produkce VJP z NJZ EDU.

Doba provozu NJZ EDU	množství VJP pro NJZ EDU do výkonu 2500 MWe [tuny těžkého kovu] [L. 7]
60 let	2748

Financování nakládání s RAO během vyřazování

V souladu s mezinárodně uznávanými principy i zákonem č. 263/2016 Sb., nese původce odpadu veškeré náklady spojené s nakládáním s radioaktivními odpady, tzn. náklady v období od jejich vzniku až po uložení, včetně nákladů na monitorování úložišť po jejich uzavření, a dále náklady potřebné na výzkumné a vývojové práce. Náklady jsou financovány z jaderného účtu, na který původce odpadu odvádí platby stanovené atomovým zákonem. Ostatní činnosti spojené s nakládáním s RAO vznikajícími během vyřazování budou hrazeny z rezervy na vyřazování (viz bod 2.2.2).

Popis nakládání s RAO v průběhu vyřazování

Předpokládá se, že v návaznosti na ukončení provozu NJZ EDU budou postupně odstraněny provozní kapalné a pevné odpady včetně radioaktivních, nebezpečných, případně toxických látek a bude provedeno monitorování radiační situace.

Základní charakteristika vyřazování z hlediska inventáře a zpracování RAO:

- provozní odpady budou před zahájením této etapy již zpracovány a uloženy v ÚRAO,
- po vyvezení VJP do skladu se bude zpracovávat voda z BSVP,
- budou se postupně odstraňovat a zpracovávat nepotřebné provozní náplně,
- budou se zpracovávat vody z dekontaminace primárního okruhu,
- nebudou se provádět demontáže a demolice v objektech podléhajících ochrannému uzavření.

Produkce RAO v tomto období bude dána jednak odpady provozního charakteru, tj. odpadní vody, použité filtrační náplně, pevný odpad, vložky vzduchotechnických filtrů a dále speciálním RAO, což je kapalný RAO z dekontaminace primárního okruhu a voda BSVP.

Předpokládá se, že RAO bude zpracováván a upravován stejným způsobem jako RAO z období provozu NJZ EDU a bude zpracováván na stávajícím zařízení. Skutečnost, že technologie zpracování a úpravy RAO mohou být v období vyřazování na vyšší úrovni, než je tomu v současnosti, bude při pravidelných aktualizacích zohledněna v dokumentaci k vyřazování.

Odpad, upravený do finálního produktu vhodného k uložení, bude přepravován do ÚRAO stejným způsobem jako za provozu NJZ EDU (silniční či železniční transport).

3.2 Zajištění radiační ochrany při ukončování provozu a vyřazování

Při všech vyřazovacích činnostech spojených s možností ozáření budou dodržovány základní principy radiační ochrany, kterými jsou princip odůvodnění radiační činnosti, princip optimalizace a princip limitování. Tyto zásady jsou definované v zákoně č. 263/2016 Sb. [L. 1], respektive ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. [L. 2].

Samotný proces vyřazování JZ z provozu je odlišný oproti jiným průmyslovým komplexům především v problematice odstraňování zdrojů ionizujícího záření z objektů elektrárny (odstraňování kontaminovaných a aktivovaných částí zařízení, zpracování a ukládání vzniklého RAO). Demontáž a demolice technologie, zařízení a objektů, které nejsou kontaminovány, je pak relativně běžnou záležitostí.

Princip odůvodnění

Negativní vlivy vyřazování spojené s výskytem plánovaných expozičních situací a tím i pravděpodobnosti čerpání dávek pro pracovníky provádějící vyřazovací činnosti jsou vyváženy přínosem spočívajícím v odstranění kontaminace a aktivních částí technologie a likvidace elektrárny po ukončení provozu, čímž je v podstatě zajištěno i odstranění ZIZ z areálu NJZ EDU, které by jinak vyžadovalo regulační dohled. Nemohou tak nastat jakékoliv neplánované expoziční situace a nedojde tak k neprofesnímu ozáření. Přínosem je rovněž převedení areálu a celé lokality do stavu pro jejich další využití.

Princip optimalizace radiační ochrany

Během projektové přípravy vyřazování NJZ EDU z provozu a následné realizace vyřazování budou uplatňovány zásady optimalizace radiační ochrany. Při vyřazování budou zavedena technická a organizační opatření k dosažení a udržení takové úrovně radiační ochrany, aby riziko ohrožení zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek.

Principu limitování

Během vyřazování NJZ EDU z provozu budou dodržovány limity ozáření stanovené prováděcími právními předpisy. Vyřazovací činnosti budou pečlivě plánovány a prováděny tak, aby obdržené dávky pracovníků provádějící činnosti spojené s odstraňováním kontaminovaných předmětů a zařízení a nakládáním s RAO byly na nejnižší rozumně dosažitelné úrovni a pod limity ozáření dle platné vyhlášky č. 422/2016 Sb. [L. 2].

Monitorování ionizujícího záření

V etapě plánování vyřazování, ještě před ukončením provozu NJZ EDU, bude probíhat monitorování záření jako za normálního provozu NJZ EDU. Systém bude zabezpečovat monitorování pracovního prostředí a technologie, osob, výpustí a okolí JZ. V této době budou zvýšené požadavky na monitorování záření z důvodu zajištění výchozích údajů o radiační situaci pro potřeby ukončení provozu, resp. vyřazování.

Koncepce a řešení monitorování během vyřazování NJZ EDU bude vycházet z koncepce přijaté pro provoz NJZ EDU. Kontrola povrchové kontaminace pracovních ploch, zařízení a dopravních prostředků bude prováděna přenosnými přístroji a analýzou odebraných vzorků.

Radiační situace v lokalitě je popisována v kapitole 2.9 ZBZ a požadavky na radiační ochranu v kapitole 3.12 ZBZ. Monitorování okolí NJZ EDU bude zahájeno několik let před uvedením zařízení do provozu (v současnosti již většina monitorování okolí probíhá z důvodu provozu EDU1-4). Cílem tohoto předprovozního monitorování bude získání podkladů o původním stavu okolí budoucího zdroje.

3.3 Popis hlavních činností a postupů při ukončování provozu

Ukončení provozu je hlavním milníkem mezi provozem JZ a jeho vyřazováním (viz Obr. 2 a Obr. 3), kdy již veškeré VJP bude převezeno do jiného jaderného zařízení určeného k nakládání s jaderným palivem v souladu s §54, (1), písm. d) Atomového zákona.

Hlavní činnosti předpokládané provádět při ukončování provozu NJZ (před samotným milníkem ukončením provozu):

- odstavení bloku a vyvezení AZ reaktoru,
- skladování VJP v BSVP a jeho průběžný odvoz ke skladování do SVJP,
- drenážování a vysušení všech neprovozovaných systémů,
- vzorkování odstavených, drenážovaných a vysušených systémů stanovení inventáře radioaktivity po ukončení provozu reaktoru,
- odstranění kapalin ze systémů,
- příprava dekontaminace primárního okruhu za účelem snížení dávkových příkonů,
- zpracování a úprava odpadů z dekontaminace,
- zneškodnění nebezpečných materiálů a odpadů,
- zpracování a úprava nepotřebných ionexů,
- zpracování a úprava dalších provozních odpadů,
- oddělení nadále provozovaných zařízení,
- odprodej/odvoz zařízení a komponent, případně zbývajících inventáře k dalšímu využití (kontaminované, nekontaminované),
- pokračování v monitorování systémem radiační kontroly
- pořízování základních zařízení a materiálů pro potřeby činností vyřazování.

Pro období ukončování provozu ale i následné vyřazování bude třeba, aby byla zachována většina areálových vazeb, které byly zajišťovány za provozu elektrárny:

- inženýrské sítě (potrubní, kabelové, dopravní, telekomunikační apod.),
- zásobování vodou (pitná, požární, technická, demineralizovaná apod.),
- zajištění elektrické energie,
- zásobování teplem, chladem, topnou párou a tlakovým vzduchem,
- skladování chemikálií a příprava roztoků,
- sběr, úprava, kontrola a vypouštění odpadních vod,
- zajištění skladování VJP,
- technologie zpracování a úprava RAO,
- správní objekty areálu,
- v objektech přímo navazujících na provoz bloků NJZ EDU budou v provozu systémy pro příjem, překládku a skladování VJP včetně pomocných čistících systémů, systémů speciální vzduchotechniky včetně ventilačního komína, radiační kontroly, systémy sběru a čištění odpadních vod, skladování kapalného a pevného RAO, systém dekontaminace, radiochemická kontrola apod.,
- systém fyzické ochrany,
- zajištění naplnění programů monitorování v souladu s vyhláškou č. 360/2016 Sb.,
- zajištění zvládání radiačních mimořádných událostí.

Činnosti prováděné při ukončování provozu budou probíhat z hlediska zajištění úrovně jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, zvládnutí radiačních mimořádných událostí a fyzické ochrany za podmínek na úrovni normálního (energetického) provozu NJZ EDU a v žádném případě nepřinesou zvýšení rizika v těchto oblastech.

3.3.1 Předpokládaný termín ukončení provozu

Dle současných předpokladů a vlastností použité technologie je odhadovaná doba provozu NJZ EDU nejméně 60 let s možným prodloužením provozu. Vzhledem k plánovanému uvedení 1. bloku do provozu okolo roku 2040 lze očekávat, že termín ukončení provozu NJZ EDU bude nejdříve v roce 2100, spíše však později. Případná výstavba a uvádění do provozu 2. bloku NJZ EDU bude s několikaletým odstupem od bloku 1. Stejný časový posun lze očekávat i mezi ukončením provozu a vyřazováním jednotlivých bloků NJZ EDU.

3.4 Předpokládaná koncepce vyřazování z provozu

Činnosti prováděné v rámci vyřazování budou probíhat v souladu s požadavky definovanými legislativními předpisy pro období vyřazování (např. v povolení jednotlivých etap vyřazování).

Na základě charakteristických činností prováděných při jednotlivých etapách vyřazování je možno navrhnout dva základní přístupy k vyřazování NJZ EDU z provozu (viz kap. 2, Obr. 2 a Obr. 3) a to:

- okamžitý způsob vyřazování a
- postupný způsob vyřazování.

Z hlediska strategie vyřazování NJZ EDU z provozu bude důležitý předpoklad, že tato lokalita bude pravděpodobně i nadále využívána pro komerční účely ČEZ, a. s. Tento předpoklad vyplývá z koncepce hospodaření s pozemky a stavbami užívanými v České republice pro výrobu elektrické energie a z požadavku na maximální úspory finančních prostředků při budování nových energetických zdrojů.

Z toho důvodu bude vhodné zvolit postup členění jednotlivých objektů lokality do skupin dle potřeb vyřazování jaderného zdroje z provozu. Jedná se o čtyři skupiny objektů:

- aktivní stavební objekty (objekty „jaderného ostrova“),
- neaktivní stavební objekty pomocné (objekty provozované pro potřeby procesu vyřazování),
- neaktivní stavební objekty důležité (objekty náročné z hlediska demontáží a demolic) a
- ostatní stavební objekty (objekty nedůležité s možností vyřazování již v období přípravy k likvidaci).

Podle v té době aktuální koncepce a cílů energetiky v ČR pak bude možno zvolit vhodný postup demontáží dle potřeb budoucího záměru využití lokality. V etapě demontáže a demolice budou prováděny nejdříve demontáže a demolice nepotřebných zařízení a objektů mimo „jaderný ostrov“ a až poté budou následovat demontáže a demolice aktivních částí JZ. Činnosti budou prováděny dle potřeby a programu prací provozovatele s ohledem na využití pracovních prostředků a pracovních sil NJZ EDU.

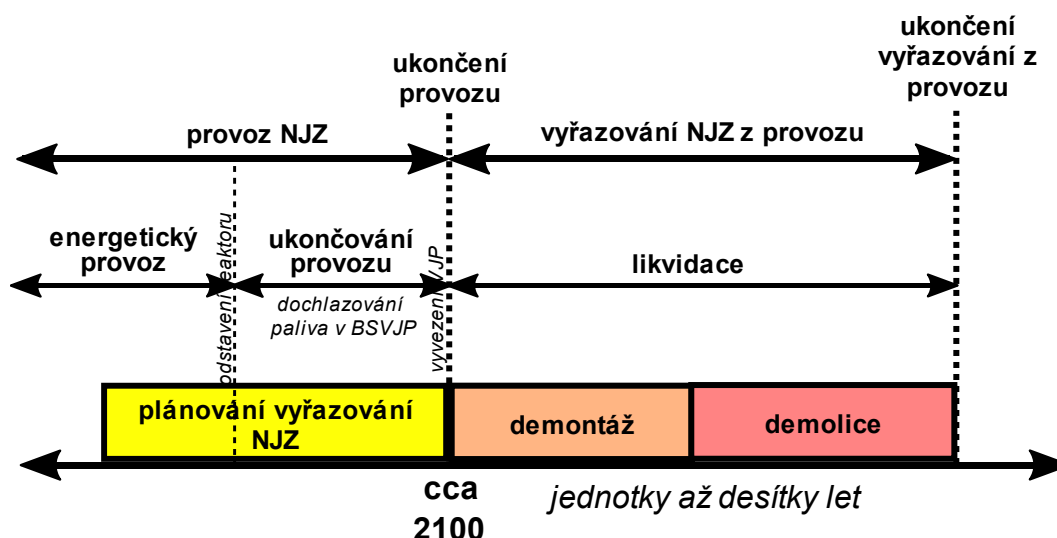
Pro vyřazování NJZ EDU se v současné době vzhledem k začátku vyřazování po roce 2100 nepreferuje žádná z navržených variant vyřazování. Detailní harmonogram a popis činností bude vypracován v navazujících fázích zpracování povolovací dokumentace dle AtZ [L. 1].

3.4.1 Okamžitý způsob vyřazování

Jedná se o variantu, kdy se vyřazování z provozu musí provádět plynule v nepřetržitém sledu od okamžiku jeho zahájení (trvalé odstavení reaktoru) do jeho ukončení (uvolnění zařízení k využití pro jiné účely).

Proces je rozdělen na následující etapy:

- plánování (probíhá ke konci provozu),
- likvidace - demontáž (technologie a dalších zařízení),
- likvidace - demolice (částečné odstranění budov s využitím zbylých pro jiné účely nebo kompletní odstranění k dalšímu využití bez omezení).



Obr. 4 Schématické znázornění etap okamžitého vyřazování (zpracoval ČEZ, a. s.).

Předpokládá se, že při vyřazování bude okamžitě přistoupeno k demontáži a demolici neaktivních objektů (nedůležité pro vyřazování) v souběhu s dekontaminací aktivních technologií a zařízení budov jaderného ostrova a zpracováváním RAO vzniklého z dekontaminace. Po vyvezení veškerého VJP z bazénů do SVJP (odhadem 5 let) v souladu s §54, (1), písm. d) Atomového zákona a dekontaminací technologie bude přistoupeno k demontáži a demolici i ostatních objektů NJZ EDU. Jako poslední budou demontovány a demolovány objekty a zařízení provozované pro potřeby vyřazování.

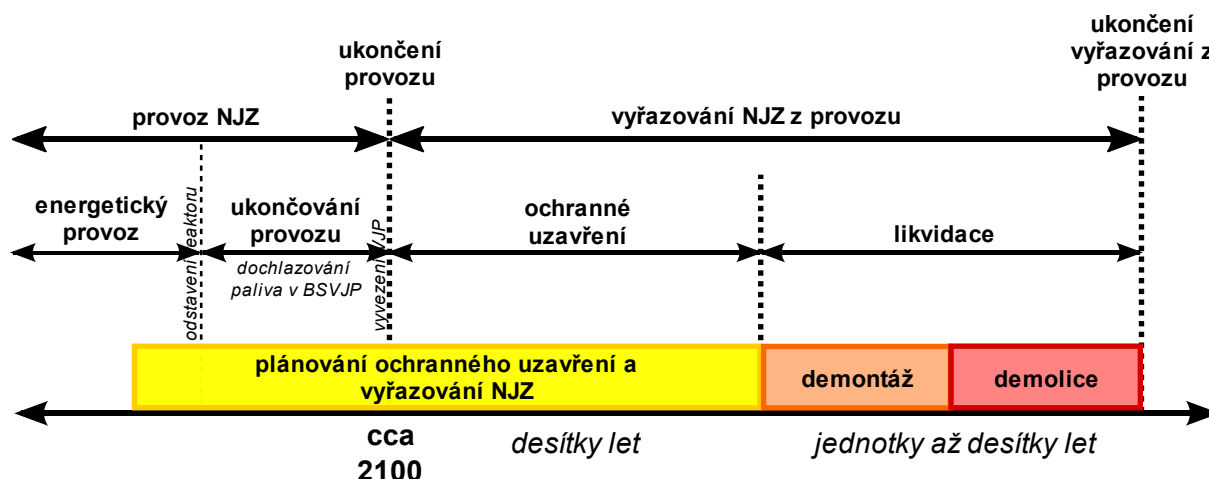
Koncepce vyřazování NJZ EDU předpokládá, že v průběhu vyřazování bude provedena kompletní demontáž a demolice objektů. Areál NJZ EDU tak bude po jeho vyřazení převeden k dalšímu využití bez omezení.

3.4.2 Postupný způsob vyřazování

Jedná se o variantu vyřazování, kdy jsou vyřazovací činnosti z provozu rozděleny do několika postupných, věcně a časově ohraničených etap, mezi nimiž může být časová prodleva.

Proces je rozdělen na následující etapy:

- plánování (probíhá ke konci provozu),
- příprava ochranného uzavření,
- ochranné uzavření (probíhá současně s dalším plánováním),
- likvidace - demontáž (technologie a dalších zařízení),
- likvidace - demolice (částečné odstranění budov s využitím zbylých pro jiné účely nebo kompletní odstranění až k dalšímu využití bez omezení).



Obr. 5 Schéma postupného vyřazování (zpracoval ČEZ, a. s.).

Předpokládá se, že při vyřazování bude určen určitý rozsah ochranného uzavření NJZ EDU za účelem poklesu aktivity v aktivních systémech a technologiích přirozeným rozpadem. Rozsah ochranného uzavření může být minimalistický, kdy budou vybrány jenom ty budovy a technologie, které vykazují nejvyšší kontaminaci či aktivitu. V tomto případě uzavření ochranné obálky (kontejnmentu) s ponecháním základové části reaktorovny.

Nebo může být rozsah ochranného uzavření maximalistický, kdy budou uzavřeny veškeré aktivní a kontaminované budovy a technologie – celý jaderný ostrov. Ochranné uzavření lze předpokládat v rozsahu jednotek až desítek let, při němž bude především zajišťována celistvost ochranných bariér proti úniku aktivity do životního prostředí. Po uplynutí stanovené doby ochranného uzavření a dekontaminace zbylé aktivity budou objekty likvidovány.

Koncepce vyřazování NJZ EDU předpokládá, že v průběhu vyřazování bude provedena kompletní demontáž a demolice objektů. Areál NJZ EDU tak bude po jeho vyřazení převeden k dalšímu využití bez omezení.

4 POKLADY

- L. 1 Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Zákon č. 263 ze dne 14. července 2016 atomový zákon. In Sbírka zákonů České republiky. 2016, částka 102, s. 3938-4060. ISSN 1211-1244.
- L. 2 Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Vyhláška č. 422 ze dne 23. prosince 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Sbírka zákonů České republiky. 2017, částka 172, s. 6617-6904. ISSN 1211-1244.
- L. 3 Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Vyhláška č. 377 ze dne 7. listopadu 2016 o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie. Sbírka zákonů České republiky. 2017, částka 151, s. 5978 - 5988. ISSN 1211-1244.
- L. 4 Strategie ČEZ, a. s., v zadní části palivového cyklu jaderných elektráren, nakládání s RAO a ve vyřazování jaderných elektráren z provozu, ČEZ, 2016.
- L. 5 Provozní bezpečnostní zpráva elektrárny Dukovany, revize 2, ČEZ, 2017.
- L. 6 Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice, Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017.
- L. 7 MYNÁŘ a kol.: Nový jaderný zdroj v lokalitě Dukovany – Dokumentace vlivu záměru na životní prostředí, AMEC FW s.r.o., 06/2017, Brno.

5 VYMEZENÍ POJMŮ

vyřazování	jsou administrativní a technické činnosti, jejichž cílem je úplné vyřazení nebo vyřazení jaderného zařízení, pracoviště III. kategorie nebo pracoviště IV. kategorie s omezením k použití k dalším činnostem souvisejícím s využíváním jaderné energie nebo činnostem v rámci expozičních situací
postupné vyřazování	je vyřazování z provozu, při němž jsou vyřazovací činnosti rozděleny do několika postupných, věcně a časově ohraničených etap, mezi nimiž může být časová prodleva.
okamžité vyřazování	je vyřazování z provozu, při němž se vyřazovací činnosti provádějí plynule v nepřetržitém sledu od okamžiku jeho zahájení do jeho ukončení.
ukončení a ukončování provozu	ukončení provozu je používáno v souladu s Atomovým zákonem jako milník, kdy skončila povolovaná činnost provozu JZ a začala povolovaná činnost jeho vyřazování ukončováním provozu je myšlena doba od konce energetického provozu elektrárny (odstavení reaktoru) po vyvezení VJP z vyřazovaného JZ do jiného JZ určeného ke skladování VJP.
úplné vyřazení	je uvedení jaderného zařízení, pracoviště III. kategorie nebo pracoviště IV. kategorie do stavu umožňujícího jeho využití k jinému účelu nebo využití území, v němž se nacházelo, bez omezení.

6 ZKRATKY

AtZ	Atomový zákon
BSVP	Bazén skladování vyhořelého jaderného paliva
ČR	Česká republika
EDU1-4	Jaderné zařízení podle AtZ, JE Dukovany sestávající z 2 dvoubloků VVER440 umístěných v lokalitě Dukovany
EIA	Environmental impact assessment (dokumentace vlivu na životní prostředí)
HVB	Hlavní výrobní blok
JZ	Jaderné zařízení
NJZ EDU	Jaderná zařízení podle zákona AtZ - připravovaný 3. a 4. blok Jaderné elektrárny Dukovany
OUO	Ochranné uzavření aktivních objektů
PNpU	Pozemek navržený pro umístění objektů NJZ EDU s vlivem na jadernou bezpečnost
RAO	Radioaktivní odpady
RK	Radiační kontrola
STP	Střežený prostor
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost, někdy také jen „Úřad“
SVJP	Sklad vyhořelého jaderného paliva
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
ÚRAO	Úložiště radioaktivních odpadů
VJP	Vyhořelé jaderné palivo
ZBZ	Zadávací bezpečnostní zpráva
ZHP	Zóna havarijního plánování
ZIZ	Zdroj ionizujícího záření