

Bezpečnost Jaderné elektrárny Temelín se týká také odpadů

Radek Trtílek*, Petr Zapletal*, ALLDECO.CZ, a.s.

JAK VZNIKÁ RADIOAKTIVNÍ ODPAD

Při většině lidských činností vznikají odpady. Nejinak je tomu i při výrobě elektrické energie. Je-li takovým podnikem elektrárna jaderná, přidružují se k běžným odpadům, které vznikají v neaktivních provozech elektrárny, odpady radioaktivní (RAO).

Čím se liší radioaktivní odpady od jiných každému běžně známých odpadů? Jde o takové látky, předměty nebo zařízení, pro něž se nepředpokládá další využití a které obsahují radionuklidy nebo jsou jimi kontaminované. Obecně řečeno jsou to tedy takové věci, které přestaly sloužit svému účelu a které se dostaly či mohly dostat do kontaktu s radioaktivními látkami.

Jak takové radioaktivní odpady vznikají? Místem vzniku radionuklidů v jaderné elektrárně je palivo a neutronový tok v reaktoru. Do technologických okruhů a do technologického prostředí se dostávají ze čtyř zdrojů:

- netěsnost paliva při vysoké teplotě,
- znečištění vnějšího povrchu palivem při výrobě s následnou aktivací tohoto znečištění,
- produkty aktivace chladiva,
- produkty aktivace konstrukčních materiálů a korozních produktů.

Zatímco první tři zdroje jsou pro kontaminaci odpadů relativně nevýznamné (vysoká integrita palivových článků, požadavky na jejich čistotu a udržování chemické i mechanické čistoty chladiva primárního okruhu), poslední zdroj má na následnou kontaminaci odpadů nejvyšší podíl. Takto vzniklé radionuklidy jsou zdrojem kontaminace technologických celků, materiálů či samotných odpadů.

Odpady zpravidla vznikají na místech, kde se kontaminace koncentruje, což je v čistících a filtračních stanicích, v prádelně, laboratořích, umývárkách a podobně. Podstatná část radioaktivních odpadů vzniká při dekontaminačních pracích spojených s odstraňováním kontaminace z různých technologických celků a zařízení při jejich údržbě.

Za samostatnou zvláštní kategorii RAO pokládáme vyhořelé nebo ozářené jaderné palivo, které není podle platné legislativy považováno za odpad, pokud je za něj jeho vlastník nebo Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) neprohlásí. Zjednodušeně lze říci, že i vyhořelé palivo zůstává bohatým energetickým a surovinovým zdrojem. Proto také v běžné provozní praxi palivo za odpad nepovažujeme.

Z praktického technologického hlediska členíme radioaktivní odpady podle jejich skupenství na plynné, kapalné a pevné.

Kapalné a plynné RAO jsou vázány na technologické systémy a také jejich zpracování probíhá v uzavřených technologických okruzích s prakticky 100% podílem automatizace. Naopak **pevné odpady** vznikají zpravidla mimo technologické okruhy a s jejich zpracováním je spojen relativně vyšší podíl neautomatizované nebo i ruční práce. Tento rozdíl je dán tím, že toky kapalných a plyných médií (včetně jejich řízení a čištění) jsou součástí vlastního kontinuálního výrobního procesu, zatímco pevné odpady vznikají materiálově a časově nepravidelným způsobem velmi podobným tomu, který známe každý ze své domácnosti. Tuto svoji „nevýhodu“ nám ale pevné odpady kompenzují tím, že proti tekoucím médiím je jich podstatně méně (jak co do objemu, tak i hmotnosti) a jsou znečištěny jen malým podílem z radioaktivity, která v podobě odpadů opouští technologický proces.

* trtilek@alldeco.cz, zaplep2.ete@mail.cez.cz

KONCEPT BEZPEČNÉHO NAKLÁDÁNÍ

Základní koncept nakládání s odpady vznikající v jaderné části elektrárny lze shrnout do dvou bodů:

- Všechny odpady jsou od svého vzniku pokládány za radioaktivní až do okamžiku, než se prokáže, že radioaktivními nejsou.
- V průběhu nakládání s odpady se od sebe postupně oddělují aktivní a neaktivní složky. Neaktivní složky se buď vrací do technologie (nejčastěji jde o vodu) nebo se po radio-metrické a radiochemické kontrole toho, že obsah radionuklidů je pod stanovenými legisla-tivními limity, uvádějí do nejaderného (životního) prostředí. Radioaktivní složka je koncentrována a po vhodné úpravě převedena do podoby umožňující trvalé bezpečné uložení do úložiště radioaktivních odpadů.

U kapalných odpadů (technologických a jiných odpadních vod) se uvedený koncept realizuje rozsáhlým procesním řetězcem. Nejdříve vody procházejí odstředivými stanicemi, kde se oddělí nerozpustná frakce (kaly). Potom se čistí na odparce, kde na jedné straně vznikne čistý kondenzát a na druhé straně zahuštěný koncentrát radioaktivních solí. Kondenzát se dále dočistí na iontoměničových filtrech na úroveň odpovídající demineralizované vodě a takto se znovu vrátí buď do technologie, nebo se po kontrole (jak v laboratoři tak přímo měřicími přístroji) vypouští do vodoteče. Zahuštěný solný koncentrát se zpracovává do bitumenové, asfaltu podobné matrice, ve které je po zatuhnutí ukládán do úložiště RAO.

Nově řešenou otázkou v řetězci nakládání s kapalnými RAO je efektivní zpracování kalů, které vznikají při odstředování odpadních vod. Jedná se o pastovité odpady s nestálými chemickými charakteristikami a s širokým rozmezím aktivity. Pro zpracování a úpravu těchto odpadů je v jaderných elektrárnách Temelín a Dukovany připravována perspektivní technologie – fixace do aluminosilikátové matrice SIAL*. Jde o relativně jednoduchou, nízkoteplotní technologii, založenou na zabudování radionuklidů a kalových částic do prostorové struktury matrice. Skupina ALLDECO již tento způsob provozně aplikuje k fixaci kalů ve Slovenské republice. V České republice je produkt



Obr. 1 Vzorek produktu SIAL s fixovaným kalem s ionxy



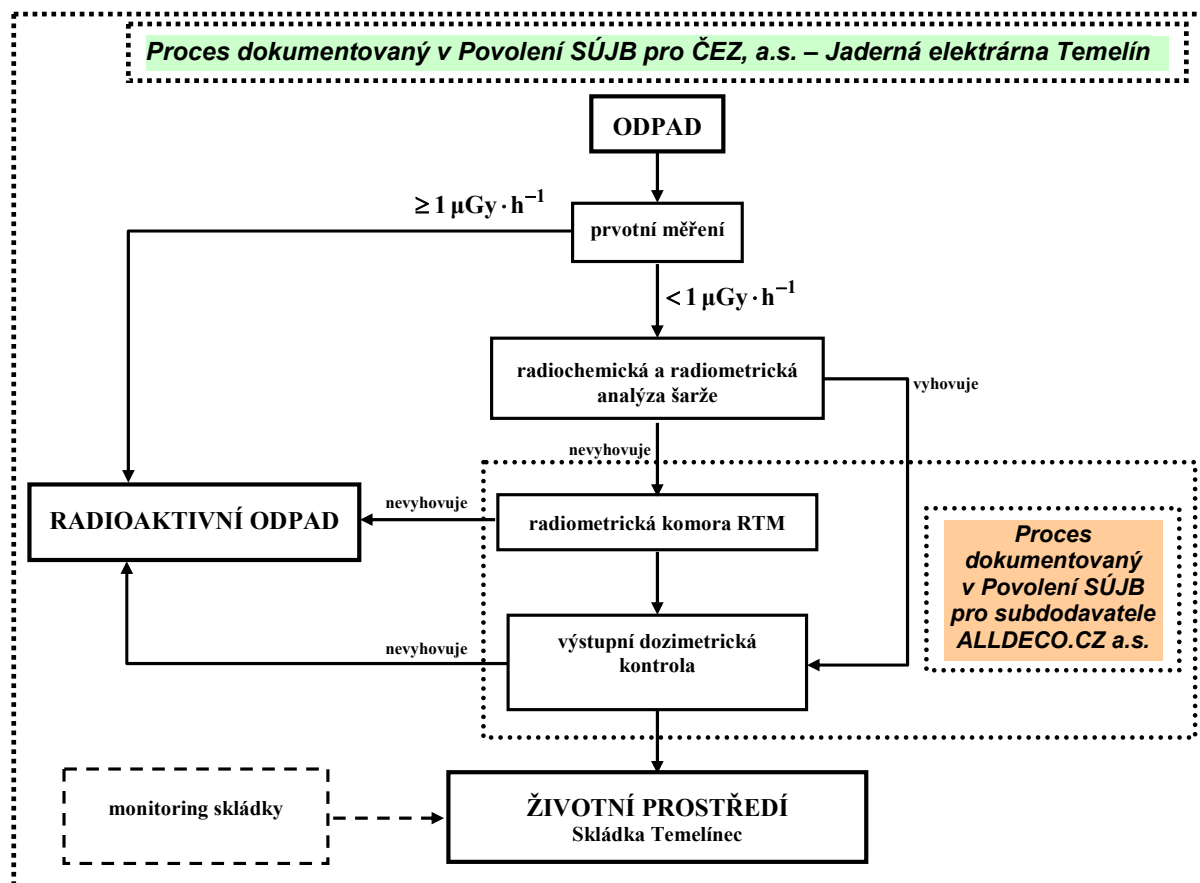
Obr. 2 Pohled do sudu s kalem ve fixačním zařízení před zpracováním do matrice SIAL

v závěrečné fázi licenčního řízení. Produkt SIAL má velmi dobré vlastnosti, téměř srovnatelné s bitumenem. Fixační matrice je v principu použitelná i pro jiné nebezpečné látky (například těžké kovy). Na obrázku č. 1 je ukázka vzorku produktu SIAL při testu loužitelnosti a na obrázku č. 2 je sud s kalem ve zpracovatelském zařízení před zahájením procesu fixace.

* SIAL je registrovaná ochranná známka matrice vyvinuté skupinou ALLDECO.

Plyny nejdříve procházejí přes filtry, ve kterých jsou zachyceny aerosoly a pevné částice. Potom je plyn jímán do adsorpčních filtračních kolon. Protože plynné radioaktivní prvky mívají krátké poločasy přeměny, slouží tyto systémy ke zdržení plynů po dobu, než se část radionuklidů přemění tak, aby aktivita plynů klesla pod limitní hodnoty. Vyčištěný vzduch a plyny jsou poté při kontinuální radiometrické kontrole vypouštěny do atmosféry.

Pevné odpady jsou nejrůznorodější skupinou odpadů. Jsou to různé látky a předměty z provozních, revizních, údržbových a opravárenských činností, jako papír, textil, polyetylenové fólie, použité ochranné pomůcky, pryž, dřevo, sklo, plasty, izolace, náplně filtrů, kovový odpad, různé součásti zařízení, kusy zdiva a cihel, kabely a dráty, vyřazená elektronika, barvy apod. Část z nich vůbec nepřišla do kontaktu s radionuklidy a tedy je můžeme oprávněně považovat za neradioaktivní. Podle zkušeností lze říci, že neaktivní podíl představuje cca 40–50 % objemu těchto odpadů. Cesta k vytrídění a prokázání, že koncentrace radionuklidů v odpadech je pod legislativními uvolňovacími úrovněmi, a že je tudíž lze uvést do životního prostředí jako konvenční odpady (konkrétně v Jaderné elektrárně Temelín na skládku Temelínek), je poměrně složitá. Lépe než slovní popis tento proces vystihuje schéma na obrázku č. 3. Na obrázku č. 4 je potom fotografie radiometrické komory RTM 661/540 firmy Rados.



Obr. 3 Schéma procesu uvolňování pevných odpadů z kontrovaného pásma Jaderné elektrárny Temelín

Odpady, které nelze v znázorněném procesu identifikovat jako neaktivní (podlimitní) a jsou tedy zařazeny jako radioaktivní, jsou dále objemově redukovány (fragmentací a lisováním) do sudů tak, aby mohly být uloženy do úložiště RAO.

Zvláštní kategorií jsou odpady pocházející z reaktoru (měřicí čidla, aktivované korozní produkty o vysoké aktivitě apod.), které jsou ukládány do stíněných pouzder a skladovány ve speciálních tubusových zařízeních v kontrovaném pásme. U těchto odpadů se jejich zneškodnění a příprava k uložení do úložiště předpokládá až v procesu vyřazování elektrárny z provozu.

BEZPEČNOST A KONTROLA NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY

Administrativní a technická opatření týkající se bezpečnosti nakládání s radioaktivními odpady stanovuje tzv. atomový zákon a navazující vyhlášky. Jedná se o činnost, která musí být povolena SÚJB. Každý právní subjekt, který při své činnosti nakládá s radioaktivními odpady, tedy i elektrárna, musí toto povolení mít. Aby povolení získal, je povinen doložit celou řadu dokumentů, ve kterých je detailně popsán způsob nakládání, monitorování pracoviště i odpadů, bezpečnostní rozbor, systém zajištění odborné způsobilosti zaměstnanců, systém zajištění jakosti apod. Způsob nakládání s radioaktivními odpady je pravidelně kontrolován inspektory SÚJB.

Tomu, aby se radioaktivní odpad dostal z jaderné části elektrárny do okolního životního prostředí, zabírá kombinace vhodných technologických a režimových opatření. Každá obalová jednotka s odpadem je na elektrárně evidována. Systém evidence zajišťuje, že každá obalová jednotka odpadu je jednoznačně identifikována, je nezaměnitelná a že v každém časovém okamžiku je dohledatelná její historie. Vzhledem k tomu, že na počátku evidence je každá jednotka odpadu považována za radioaktivní, zůstává v evidenčním systému trvalý záznam i o odpadech, které byly uvedeny do životního prostředí. Mimo



Obr. 4 Radiometrická měřicí komora RTM 661/540

jaderné objekty se RAO, resp. radioaktivní materiál obecně, dostává jen řízeným způsobem, například z důvodu přepravy do externí laboratoře ke specializované analýze nebo přepravy upraveného (zpracovaného) odpadu k uložení do úložiště. Pohyb takových látek v běžném (nejaderném) prostředí se přitom děje ve specifickém režimu podle pravidel odsouhlasených SÚJB a také v souladu s mezinárodní dohodou o přepravě nebezpečných věcí (ADR).

Podobně u plyných a kapalných výpustí jsou aktivity a množství těchto výpustí měřeny, monitorovány, zaznamenávány a vyhodnocovány podle tzv. Programu monitorování. Tento dokument, který schvaluje SÚJB, je jedním ze základních administrativních pilířů, bez nichž jaderná elektrárna nemůže dostat povolení k provozu.

Rovněž proces ukládání RAO do úložiště je řízen schvalovanými dokumenty, systémem limitů a podmínek a podléhá kontrolním mechanismům SÚJB.

SLOVO NA ZÁVĚR

Radioaktivní odpady není třeba brát jako nutné zlo, ale jako doprovodný jev při výrobě elektrické energie v jaderné elektrárně. Nakládání s nimi se řídí podle přísných pravidel, jejichž dodržování je pravidelně kontrolováno SÚJB. V každém okamžiku je známo, kde se odpad nachází a co se s ním děje. Za normálních okolností se nemůže dostat mimo jadernou část elektrárny jinak, než řízeným způsobem. Vysoká bezpečnost procesu nakládání s RAO v Jaderné elektrárně Temelín je zajišťována společnými silami provozovatele ČEZ, a.s. a vysoce kvalifikovaného poskytovatele dodavatelských služeb – skupinou ALLDECO.