

# Činnosti ÚJV Řež, a. s. v oblasti nakládání s radioaktivními odpady

Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s., radek.trtilek@ujv.cz

## Souhrn

Článek shrnuje postavení a působnost společnosti ÚJV Řež, a. s. (ÚJV) v oblasti nakládání s radioaktivními odpady (RAO). ÚJV představuje v oboru v České republice klíčovou výzkumnou a inženýrskou instituci. Zpracovává a upravuje k uložení 95 % tzv. institucionálních RAO. Je hlavním partnerem státu ve výzkumné podpoře projektu hlubinného úložiště. Součástí ÚJV je akreditovaná zkušební radiochemická analytická laboratoř, jediná svého druhu v ČR. Významné je rovněž aktivní účast ÚJV v mezinárodních organizacích a sdruženích a zapojení do mezinárodních projektů. Celosvětový význam mají služby ÚJV pro repatriaci vysoce obohaceného paliva z výzkumných reaktorů v rámci iniciativy GTRI pro snížení globálních hrozeb.

**Klíčová slova:** radioaktivní odpad, institucionální RAO, zpracování a úprava RAO, hlubinné úložiště, akreditovaná zkušební laboratoř, repatriace vysoce obohaceného paliva, GTRI iniciativa

## Summary

The article summarizes the position and competence of the company ÚJV Řež, a. s. (ÚJV) in the field of radioactive waste management (RAO). The ÚJV is a key research and engineering institution in the Czech Republic. It processes 95% of so-called institutional RAW. It is the major partner of the state in the research support of the deep geological repository development. Part of the ÚJV is an accredited testing radiochemical analytical laboratory, only one in the Czech Republic. The active participation of the ÚJV in international organizations and associations and involvement in international projects is also significant. The ÚJV services for the repatriation of highly enriched fuel from research reactors under the GTRI initiative to reduce global threats are of worldwide importance.

**Key words:** radioactive waste, institutional RAW, RAW processing, deep geological repository, accredited testing laboratory, high enriched fuel repatriation, GTRI

## 1. Úvod

Společnost ÚJV Řež, a. s. (dříve Ústav jaderného výzkumu Řež, ÚJV) je více než šest desítek let nejvýznamnější výzkumnou a inženýrskou organizací v České republice zaměřenou na podporu mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Od počátku je nedílnou součástí této podpory radiochemie a problematika nakládání s radioaktivními odpady (RAO).

### 1.1 Stručná historie ÚJV

Ústav byl založen v roce 1955. Bylo to v době před nasazením satelitů a průzkumu z vesmíru a tak bylo pro umístění areálu vybráno hluboké údolí Vltavy zhruba 14 km na sever po toku řeky od pražské Troji. Dnes zní neuvěřitelně, že už po dvou letech v roce 1957 byl uveden do provozu výzkumný reaktor VVR-S s tepelným výkonem 2 MW. Reaktor byl v průběhu času modernizován a později v letech 1987-1989 zcela přeměněn na dnešní reaktor LVR-15 o tepelném výkonu 10 MW. Reaktor je využíván pro materiálový výzkum, korozní zkoušky, testování chemických režimů energetických reaktorů, ozařovací služby a neutronovou aktivační analýzu, výrobu polovodičů a jeho velmi významnou službou posledních let je výroba radiofarmak a ozařování uranových terčů pro produkci molybdenu Mo-99 jako generátoru diagnostického radionuklidu Tc-99.

Druhý experimentální reaktor, těžkovodní TR-0 nulového výkonu, byl uveden do provozu v roce 1972 a po rekonstrukci v letech 1982-1983 byl přeměněn na lehkovodní LR-0 o maximálním tepelném výkonu 5 kW. Reaktor slouží k modelování neutronových polí a testování paliva a palivových vsázek energetických reaktorů.

Ústav měl v historii různé názvy. Název Ústav jaderného výzkumu získal až na začátku 70. let rozdělením původní instituce na Ústav jaderné fyziky Akademie věd, zaměřený na základní výzkum, a Ústav jaderného výzkumu, zaměřený na aplikace a podporu československého jaderného programu.

V roce 1992 byl ÚJV přeměněn na akciovou společnost a privatizován. Jeho akcionáři se staly a dodnes jsou ČEZ, a. s., Slovenské elektrárny (SE, a.s.), Škoda JS a.s. a obec Husinec. V roce 2012 byl název společnosti změněn na "ÚJV Řež, a.s." (bez významu zkratky) a byla vytvořena Skupina ÚJV, zahrnující 100% vlastněné dceřiné společnosti, mj. Centrum výzkumu Řež, s.r.o. (CVŘ).

Nejvýznamnějšími událostmi moderní historie byly v roce 2002 akvizice společnosti Energoprojekt Praha jako hlavního projektanta všech dosavadních klasických a jaderných elektráren v Československu (ČR) a potom v letech 2011-2017 výstavba infrastruktury „Udržitelná energetika“ (SUSEN - Sustainable Energy) z programu „Výzkum a vývoj pro inovace“ ve zmíněné dceřiné společnosti CVŘ.

**Obrázek č. 1: Areál ÚJV Řež, a. s. v údolí řeky Vltavy**



## **1.2 ÚJV v současnosti**

ÚJV představuje dlouhodobě stabilní společnost. Zaměstnává 750 zaměstnanců, více než 60 % z nich ve výzkumných a inženýrských profesích. Roční tržby se pohybují okolo 1,5 mld. Kč, z toho obvykle mezi 20-30 % pochází ze zahraničí. Ukazatel EBITDA je na úrovni 200 mil. Kč a aktiva činí 2,6 mld. Kč. Se zahrnutím dceřiných společností (zmíněné CVŘ, Ústav aplikované mechaniky Brno, s.r.o. - ÚAM, Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o. - VZÚ) pracuje ve Skupině ÚJV přes 1200 lidí.

Skupina disponuje rozsáhlou výzkumnou a technickou infrastrukturou, od výzkumných reaktorů, přes cyklotron, horké komory, gama ozařovače, experimentální smyčky, laboratoře strukturní materiálové diagnostiky, 4 akreditované zkušební laboratoře - pro mechanické a jiné materiálové vlastnosti, radiační chemii a radiochemickou analytiku, 3 medicínská diagnostická PET centra, laboratoře pro výzkum procesů a podmínek hlubinného úložiště, až po Centrum nakládání s RAO a další. Nedílnou součástí vybavení jsou i software nástroje pro 3D databázové projektování energetických zařízení, modelování a výpočty (například termomechanické, termohydraulické a pevnostní procesy, dynamika rychlých dějů, návrhy a optimalizace vsázek jaderného paliva, deterministické a pravděpodobnostní bezpečnostní analýzy, návrhy a výpočty stínění, šíření radionuklidů v prostředí apod.).

ÚJV Řež je široce zapojena do mezinárodní spolupráce jak prostřednictvím členství ve významných organizacích (např. SNETP, NUGENIA), tak na základě dvoustranných anebo mnohostranných dohod (např. s CEA, GRS, EPRI, SSTC NRS, US-DOE) a prostřednictvím účasti v řadě mezinárodních projektů (např. IAEA, OECD-NEA, EURATOM, Horizon 2020). Mezinárodní spolupráce a výzkumné i komerční projekty nás dnes spojují s více než 33 zeměmi světa.

## **1.3 Produkty a služby ÚJV**

Samotná ÚJV Řež, a. s. v současnosti poskytuje specifické inženýrské a výzkumné služby v těchto oblastech:

- Technická a inženýrská podpora bezpečného provozu jaderných elektráren
  - Bezpečnost a spolehlivost
  - Podpora palivového cyklu
  - Podpora provozu a údržby
  - Řízené stárnutí a hodnocení životnosti
- Projektové a související služby pro energetiku
  - Projektová a povolovací dokumentace všech stupňů
  - Autorský dozor
  - Koncepční analýzy a expertní hodnocení
- Vývoj a výroba radiofarmak a provoz diagnostických PET center

- Nakládání s radioaktivními odpady a související inženýrské služby
- Výzkum a vývoj související s uvedenými oblastmi a dále zaměřený na:
  - Konstrukční a sorpční materiály
  - Vodíkové technologie
  - Sítě a soustavy využívající obnovitelných zdrojů
  - Reaktory tzv. IV. generace.

## 2. Nakládání s radioaktivními odpady

Nakládání s radioaktivními odpady (RAO) je jednou z hlavních oblastí působnosti ÚJV. Obchodní i technické činnosti organizačně zastřešuje "divize Radioaktivní odpady a vyřazování".

Ve smyslu platné legislativy (Atomový zákon) a povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) jsme (mimo palivový cyklus jaderných elektráren) jedinou firmou v ČR, která pokrývá kompletní řetězec služeb v oblasti nakládání s RAO od jejich detekce až po jejich bezpečné uložení.

Naše služby v oblasti nakládání s RAO zahrnují:

- detekci, identifikaci a charakterizaci RAO včetně řešení nálezu neznámého nebo opuštěného zdroje ionizujícího záření (IZ),
- sběr, třídění, skladování, přepravu, zpracování a úpravu institucionálních RAO (likvidace RAO),
- podporu technologiím pro zpracování a úpravu RAO,
- vývoj a podporu provozu úložišť RAO,
- akreditovaná měření obsahu radionuklidů a jaderných materiálů.

Samostatnou komplexní oblastí našich služeb je vyřazování pracovišť se zdroji ionizujícího záření z provozu a podpora pro vyřazování jaderných zařízení (tzv. decommissioning).

Od roku 2007 zajišťujeme inženýrské a servisní služby při přepravě vyhořelého jaderného paliva z výzkumných reaktorů, a to v mezinárodním prostředí.

### 2.1 Zpracování a úprava RAO

V ÚJV zpracováváme a upravujeme k bezpečnému uložení téměř 95 % tzv. institucionálních RAO (pevných i kapalných) vznikajících v ČR v průmyslu, v nemocnicích a na dalších pracovištích. Korektní je však říci, že z cca 60 % jsme sami jejich původci (viz Tabulka č. 1).

Typickými příklady institucionálních odpadů jsou požární hlásiče (s obsahem Am-241), odpady z diagnostické medicíny kontaminované Tc-99 (pevné, biologické) a různými izotopy jódu - I-123,131, event. 125 (kapalné), označovače využívající k vybuzení fosorescence radionuklid H-3, různé uzavřené radionuklidové zářiče - URZ, používané jako čidla a detektory nebo kalibrační etalony, apod. Odpady takto zpracováváme pro zhruba 45 stálých zákazníků - původců RAO.

Odpady, jejichž původcem je ÚJV a CVŘ, pocházejí nejčastěji z provozu výzkumných reaktorů (z čištění chladiwa anebo z oprav a vyřazeného materiálu) a kontaminované ochranné pomůcky. Zvláštní skupinu odpadů představují historické RAO ze sanace ekologických zátěží ÚJV (viz dále odstavec 2.7).

**Tabulka č. 1: Objem RAO převzatých ke zpracování a předaných k uložení**

| Původce                           | Forma RAO | jednotka | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|-----------------------------------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| ÚJV                               | pevný     | m3       | 25,2  | 20,3  | 24,4  | 41,4  |
|                                   | kapalný   |          | 60,3  | 9,9   | 8,0   | 9,2   |
| Externí původci                   | pevný     |          | 16,3  | 9,7   | 9,7   | 21,0  |
|                                   | kapalný   |          | 4,23  | 14,4  | 23,9  | 14,0  |
| Sanace ekologických zátěží        | pevný     |          | 55,8  | 63,9  | 98,1  | 36,2  |
|                                   | kapalný   |          | 2,95  | 4,3   | 9,2   | 3,0   |
| RAO převzaté ke zpracování celkem |           |          | 164,8 | 122,5 | 173,3 | 124,8 |
| Obalové soubory k uložení*        | zpevněný  | ks       | 639   | 479   | 547   | 418   |

\* zpravidla 200 l sud, v některých případech však nestandardní OS (ohradová paleta, jiný OS)

Službu převzetí RAO od původců a jejich zpracování a předání k uložení zajišťuje Centrum nakládání s RAO. Centrum má k dispozici různé technologie pro fragmentaci, dekontaminaci, zpracování a úpravu odpadů. Například se jedná o dvoustupňovou odpařovací stanici pro zahušťování kapalných RAO, NT lis na pevné odpady, ultrazvukovou dekontaminační vanu, kabiny pro vysokotlaký ostřík, pro náročnou

fragmentaci a pro abrazivní otrysk, cementační linku, apod. Centrum rovněž disponuje přepravními obaly, manipulační a transportní technikou. V letech 2011-2014 Centrum prošlo celkovou rekonstrukcí.

## **2.2 Nalezené a opuštěné radioaktivní materiály**

Divize se zabývá řešením nálezů neznámých a opuštěných zdrojů ionizujícího záření (tzv. záchyty) na základě dlouhodobé smlouvy se SÚRAO, Pražskými službami, a.s. (spalovna Malešice), společností ASA, s.r.o. (skládka Ďáblice) a Plzeňskou teplárenskou, a.s. Obvyklý scénář této služby spočívá ve výjezdu k záchytu, dohledání a identifikaci zdroje, jeho zabezpečení do rozhodnutí o (ne)dohledání původce a poté v jeho zpracování, úpravě a předání k uložení. Ročně vyjíždíme k zhruba 20 takovým případům. Typickým záchytem je odpad pocházející ze zdravotnického zařízení, jehož fyzickým původcem je zpravidla pacient, anebo vyřazené přístroje, v nichž byla použita k luminiscenci barva s obsahem radia Ra-226.

## **2.3 Vývoj a inženýrská podpora v oblasti RAO**

Do problematiky nakládání s RAO spadají i menší, ale pro udržování a rozšiřování znalostí významné projekty a zakázky výzkumného nebo inženýrského charakteru. Pravidelnou zakázkou je komplexní test soustavy "kapalný odpad - bitumenová matrice", kterým se ověřuje splnění bezpečnostních limitů a podmínek před zpracování šarže radioaktivního koncentráту v jaderných elektrárnách. K tomu nám slouží linka Frobit, simulující podmínky zpracovatelských zařízení obou jaderných elektráren, u které jsme loni dokončili kompletní modernizaci.

Jiným typem zakázky je laboratorní optimalizace receptury pro zpevňování kapalných a semikapalných RAO (kaly, ionexy, koncentráty), založené na geopolymerní nebo cementové, případně směsné geocementové matrici. Optimalizaci děláme ve spolupráci s firmou Chemcomex a.s. (viz např. Š. Svoboda et al.: Inovovaná metoda solidifikace (nejen) radioaktivních kalů, in Odpadové fórum, 10/2014). V letech 2011-2012 jsme optimalizovali matrici pro odpady JE Mochovce, následně v letech 2013-2014 pro JE Dukovany a nejčerstvější zkušenost máme z let 2016-2017 z optimalizace matrice pro odpady z JE Paks. Společně se zmíněným obchodním partnerem a právě na základě předchozí optimalizace a licenčního ověření jsme následně v JE Dukovany realizovali 2 zakázky na zpracování ionexů a kalů zpevněním do geopolymerní matrice ALUSIL.

**Obrázek č. 2: Technologie odparky (vlevo) a modernizovaná linka Frobit (vpravo)**



V oblasti výzkumu a vývoje byl nejrozsáhlejším, komplexně pojatým projektem "VaV technologií a systémů nakládání s RAO ve vazbě na nové jaderné zdroje" (projekt MPO č. FR-TI3/245), řešeným v období 2011-2015. V rámci projektu byl mj. vyvinut simulátor zaplňování Úložiště RAO Dukovany, řešeny technologie zpracování a úpravy RAO (optimalizace stávajících matric - tzv. čistá bitumenová matrice, a vývoj nových matric - geo-cementová a polysiloxanová matrice), navržen systém nakládání s velmi nízkými aktivními odpady (VLLW), vyvíjeny pokročilé dekontaminační metody a nové metodiky charakterizace radioaktivních materiálů.

V současnosti jsou nejvýznamnějšími řešenými projekty "Znalostní báze pro vyřazování JEZ" (MPO APLIKACE - č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_019/0004507, ve spolupráci s TUL) a "Recyklovatelné

dekontaminační médium pro vyřazování jaderných zařízení z provozu (MPO č. FV10023, ve spolupráci s ČVUT - FJFI a Chemcomex a.s.). Hlavními cíli prvního projektu jsou: odběrová sonda pro odběr materiálu potrubí primárního okruhu k analýze a technologický postup pro zpracování sorpčních materiálů z čištění dekontaminačního média při dekontaminaci primárního okruhu JE. V případě druhého projektu je hlavním cílem vývoj originálního (patentovatelného) dekontaminačního média určeného specificky pro materiál primárního okruhu JE typu VVER.

Do inženýrské podpory patří také expertní činnosti. Zajímavými příklady nedávných expertíz jsou podkladová studie pro aktualizaci národní Koncepce nakládání s VJP a RAO v ČR (2011-2012 pro SÚRAO) anebo analýzy nákladů na zadní část palivového cyklu pro SE, a.s. (2010, 2014-2015).

## **2.4 Podpora ukládání a vývoje HÚ**

ÚJV je hlavním pracovištěm pro výzkumnou a vývojovou podporu projektu Hlubinného úložiště v ČR (HÚ). Projekt jako celek je řízen Správou úložišť radioaktivních odpadů - SÚRAO. Naše činnosti v projektu jsou zaměřeny především na:

- Výzkum a řešení bariér úložiště
- Testování a hodnocení migračních vlastností prostředí
- Hodnocení dlouhodobé bezpečnosti.

Tyto činnosti patří do tzv. výzkumné podpory bezpečnostního hodnocení HÚ, jejíž rozsah je dále podrobně popsán v samostatné přednášce (V. Havlová: Výzkumná podpora bezpečnostního hodnocení hlubinného úložiště v ÚJV Řež, a. s.).

Kromě výzkumu a vývoje bezpečnostních aspektů HÚ se ÚJV věnuje rovněž problematice technické proveditelnosti HÚ, optimalizaci projektového řešení a analýze nákladů na vývoj, výstavbu a provoz HÚ.

ÚJV poskytuje službu monitorování okolí a výpustí Úložiště RAO Bratrství a aktuálně se podílí na projektové přípravě uzavírání ÚRAO Bratrství a modernizace ÚRAO Richard.

Podílíme se na přípravě projektu HÚ na Slovensku a to jak v koncepční rovině (koncepční projekt, analýza nákladů, harmonogram vývoje), tak na výběru a hodnocení potenciálních lokalit (zakázky pro JAVYS, a. s., 2013-2016 a 2017-2018).

V rámci vývoje HÚ jsme se ve prospěch ČR zapojili do mnoha evropských projektů rámcových programů EURATOM, například do projektů LTD, CAST, DOPAS, CEBAMA, BELBAR, SAFEST, CROCK a dalších.

## **2.5 Radiologická měření a radiochemické analýzy**

Základem pro služby v oblasti radiologických měření a radiochemických analýz je akreditovaná Centrální analytická laboratoř - Zkušební laboratoř (CAL-ZL). V oboru nevodárenských radiochemických analýz je jedinou akreditovanou v ČR. Její náplní jsou především stanovení a monitorování radionuklidů významných z hlediska bezpečného provozu jaderných zařízení v různých kapalných a pevných materiálech, stanovení a monitorování radioaktivních, toxických a jiných prvků (izotopů) významných z hlediska ochrany životního prostředí a vzorků přírodních materiálů, charakterizace RAO a také analýzy vzorků plynů a biomasy. Laboratoř dále zajišťuje radiační monitorování pracovního a životního prostředí, měření účinnosti vzduchotechnických aerosolových a jódových filtrů a nedestruktivní analýzy RAO (gama skener a radiografie).

Prvotním úkolem CAL-ZL v minulosti bylo plnění programu monitorování výpustí a okolí ÚJV, vývoj analytických metod a interní analytická podpora jiným projektům. Dnes má CAL-ZL svoji vlastní významnou zakázkovou činnost. Nejvýznamnějšími zakázkami je vzorkování a analytická podpora pro vyřazování spojeného evropského výzkumného centra JRC Ispra v Itálii a pro vyřazování elektrárny V-1 na Slovensku. Standardními zakázkami jsou měření účinnosti filtrů ve vzduchotechnických systémech JE Temelín a Dukovany a zákonná stanovení podílu biomasy v energetických spalovacích procesech.

CAL-ZL je součástí sítě zárukových laboratoří jaderných materiálů Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA) a zúčastní se pravidelných mezilaboratorních porovnání EQRAIN, organizovaných francouzským komisariátem pro jadernou energii CEA. V porovnání 2007-2009 jsme v přesnosti měření obsadili 2. místo mezi 26 laboratořemi a metodami. V porovnání 2013-2015 jsme se umístili v první třetině z 31 laboratoří a metod. Aktuální porovnání 2017 dosud nebylo vyhodnoceno.

## 2.6 Transporty VJP z výzkumných reaktorů

Transporty vyhořelého jaderného paliva z výzkumných reaktorů představují nejatraktivnější část práce divize Radioaktivní odpady a vyřazování a jeden z nejzajímavějších projektů ÚJV vůbec.

Projekt začal před téměř 15 lety, kdy se Česká republika připojila k projektu RRRFR (The Russian Research Reactor Fuel Return), který je součástí celosvětové iniciativy pro snížení jaderných hrozeb (GTRI) americké agentury NNSA (National Nuclear Security Administration). Smysl GTRI spočívá v odvozu vysoce obohaceného paliva výzkumných reaktorů (tzv. HEU palivo) z využívajících zemí zpět do země původu paliva (zde do Ruska) a jeho nahrazení nízkou obohaceným palivem (tzv. LEU palivo). Hranice mezi HEU a LEU byla předmětem dohody velmocí na základě rizik zneužitelnosti HEU materiálů. Česká republika, potažmo ÚJV, byla v rámci bývalého sovětského bloku první zemí připravenou realizovat odvoz HEU a konverzi reaktoru LVR-15 na LEU. Prakticky všechny práce ÚJV i většinu technického vybavení financovalo ministerstvo energetiky USA (US-DOE). První odvoz HEU se z ČR uskutečnil v prosinci 2007. Výsledky práce ÚJV, jak ve spolehlivosti, tak z hlediska bezpečnosti a kvality, přesvědčily US-DOE, že si nás najalo na technické a inženýrské práce pro většinu zbývajících odvozů do Ruské federace. Převazy zpět do Ruska jsme zajišťovali po dobu 9 let. Později na projekt RRRFR navázal aktuálně probíhající kontrakt na odvozy použitého jaderného paliva z Afriky a Asie do Číny (z reaktorů, jejich dodavatelem byla Čína - projekt MNSR). První odvoz paliva (aktivní zóny) MNSR jsme uskutečnili z Ghany. Předání zásilky v Číně proběhlo v 10/2017. Nyní cvičíme v tréninkovém centru v Ghaně obsluhu stejného reaktoru z Nigérie, odkud provedeme příští dovoz.

Od roku 2007 jsme se tak podíleli na přípravě a technickém zajištění odvozu 109 kontejnerů s palivem z výzkumných reaktorů v 16 samostatných přepravách z 11 zemích. Přehled uskutečněných přeprav je uveden v Tabulce č. 2.

**Tabulka č. 2: Přehled přeprav VJP uskutečněných ÚJV**

| Termín  | Země       | Reaktor            | Poznámka             |
|---------|------------|--------------------|----------------------|
| 12/2007 | ČR         | LVR-15             |                      |
| 7/2008  | Bulharsko  | IRT-2000           |                      |
| 10/2008 | Maďarsko   | BRR                |                      |
| 9/2009  | Polsko     | EWA                |                      |
| 2/2010  | Polsko     | EWA                |                      |
| 5/2010  | Ukrajina   | VVR-M              |                      |
| 10/2010 | Bělorusko  | Pamir-630D a IRT-M |                      |
| 11/2010 | Srbsko     | RA                 |                      |
| 3/2012  | Ukrajina   | VVR-M              |                      |
| 10/2012 | Polsko     | EWA                | LEU palivo           |
| 3/2013  | ČR         | LVR-15             | První loď po moři    |
| 7/2013  | Vietnam    | DNRR               | První letecky        |
| 11/2013 | Maďarsko   | BRR                |                      |
| 9/2015  | Uzbekistán | Foton              | Kapalné palivo       |
| 12/2015 | Gruzie     | Breeder-1          | Neutronový zdroj     |
| 10/2017 | Ghana      | MNSR               | První čínský reaktor |

V čem spočívají služby ÚJV? Je to pronájem, údržba, kontrola a licencování kontejnerů (ÚJV jich vlastní 16), zajištění přepravy prázdných kontejnerů na místo nakládky a po jejich použití zpět do ČR, zajištění přepravy naplněných kontejnerů s palivem na místo určení včetně potřebných povolení, výcvik místních operátorů pro nakládku (nejdříve "na sucho" v Řeži a poté na místě nakládky), dohled nad nakládkou, vysoušením a uzavřením kontejnerů, kontrola těsnosti vík kontejneru heliovou zkouškou a případně doprovod zásilky z hlediska zajištění radiační ochrany. V případě odvozů našeho paliva jsme rovněž jaderný HEU materiál protokolárně předali na ruských hranicích.

## 2.7 Problematika vyřazování (sanace ekologických zátěží)

Vyřazování jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření (IZ) z provozu je speciální oblastí nakládání s radioaktivními odpady. Cílem procesu vyřazování je vyjmout zařízení (lokalitu) nebo pracoviště z působnosti atomového zákona (tzv. decommissioning). Naše služby pro vyřazování jaderných zařízení a pracovišť se zdroji IZ zahrnují: zpracování dokumentace potřebné k zahájení vyřazování, vývoj a návrh dekontaminačních a fragmentačních technik a postupů, speciálních

manipulátorů a přípravků, zpracování a úpravu primárních a sekundárně vzniklých RAO a řízení radiační ochrany. V mezinárodním prostředí se specializujeme na odběry a charakterizaci materiálů, radiochemické analýzy a radiační monitoring.

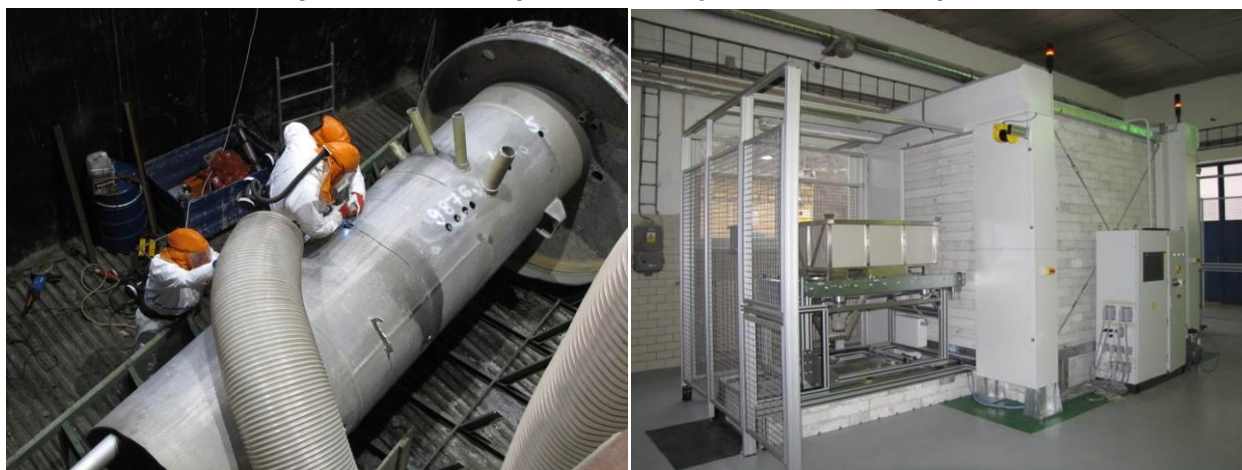
**Obrázek č. 3: Příprava nakládky na sále reaktoru v Bělorusku (vlevo)  
a překládka naloženého kontejneru do letadla na letišti v Uzbekistánu (vpravo)**



Praktickou aplikací vyřazování blízkých činností je dlouhodobě probíhající projekt Sanace ekologických zátěží vzniklých v ÚJV před privatizací. Jiným příkladem byla sanace linky pro výrobu jehel s Ra-226 v ÚRAO Richard (2004) anebo sanace pracovišť v nukleární medicíně. Ze sanací probíhajících v ÚJV máme neocenitelné referenční zkušenosti z fragmentace reaktorové nádoby a dalších souvisejících aparátů původního reaktoru VVR-S, vyjímáním a úpravou kapalných a různých pevných RAO z podzemních skladovacích nádrží, sanace bývalého pracoviště pro práci s alfa nuklidy, anebo aktuálně z vyjímání a zpracování cca 50 m<sup>3</sup> odpadů kontaminovaných Pu-239 a Am-241.

Výbornou zkušenost jsme získali při dekontaminaci kovových součástí (kusy potrubí, nádrží, armatury apod.) abrazivním otryskem železnými peletkami. Takto opracované materiály jsme schopni s 95% úspěšností uvolňovat do životního prostředí na základě úředního měření měřidlem MUM (firmy Nuvia a.s.).

**Obrázek č. 4: Řezání původní reaktorové nádoby (vlevo)  
a měřidlo MUM pro kontrolu odpadů uváděných do životního prostředí (vlevo)**



### 3. Závěr

ÚJV Řež, a. s. je dlouhodobě stabilizovanou společností poskytující jedinečné výzkumné, aplikační a inženýrské služby v oblasti podpory využívání jaderné energie a zdrojů ionizujícího záření. Technickou infrastrukturou, historicky nashromážděným znalostmi a zkušenostmi a také kapacitou svých

zaměstnanců představuje unikát v porovnání se srovnatelně velkými zeměmi a v některých oblastech se můžeme znalostmi, dovednostmi a technickými možnostmi porovnávat i s velmocemi. Historie a současnost ÚJV je jedním ze základních pilířů významného stupně nezávislosti ČR při bezpečném využívání jaderné energie a zárukou jejího udržení i při dalším rozvoji jádra jako součásti vyváženého energetického mixu. To platí i pro oblast nakládání s radioaktivními odpady. Mnoho ze získaných zkušeností úspěšně uplatňujeme na zahraničních trzích a při mezinárodní spolupráci. Příkladem takové spolupráce je vývoj hlubinného úložiště, kterému je věnována navazující přednáška.