



ÚJV Řež, a. s.  
*Divize Integrita a technický  
inženýring*

**Průkazy funkceschopnosti a  
kvalifikace zařízení pro NJZ**

Petr Kadečka

- **Úvod – Charakteristika divize**
- **Průkazy funkceschopnosti a kvalifikace zařízení**
  - Příklady
- **Řízení stárnutí**
  - Příklady
- **Závěr – Činnosti nabízené v jednotlivých etapách projektu**

- **Divize sídlí v areálu ÚJV v Řeži**
  - 200 zaměstnanců, obrat přes 500 mil. Kč
- **Struktura divize zahrnuje útvary zaměřené na**
  - **Provádění analýz (výpočtáře)**
    - Hodnocení pevnosti, životnosti, funkceschopnosti (Průkazná dokumentace)
    - Řízení životnosti
  - **Podporu provozu a údržby energetických zařízení**
  - **3 akreditované laboratoře**
    - Mechanické vlastnosti
    - Radiační chemie a kvalifikace na prostředí
    - Podpora provozu energetických zařízení
  - **Konstrukce a dílny**

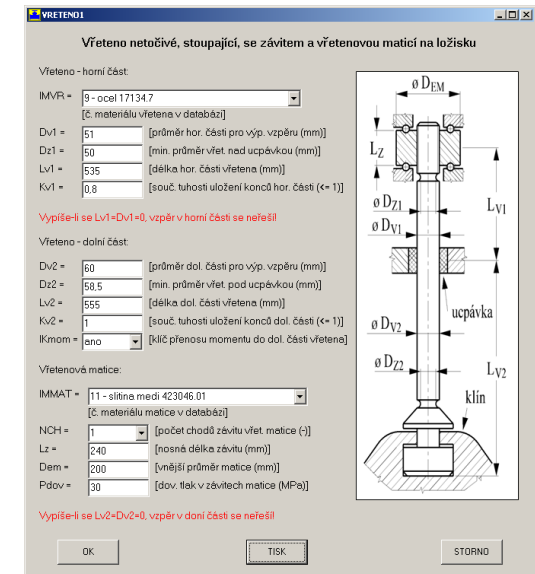


Autokláv pro zkoušky v prostředí (koroze únava), vyvinutý, zkonstruovaný a vyrobený ÚJV pro JRC Petten.

## ■ Technická infrastruktura

### ■ Výpočetní systémy

- Komerční systémy založené na MKP (Implicitní i explicitní)
- Programy vyvinuté ÚJV pro hodnocení únavy, armatur, LBB, úniků, ...
- Systémy EPRI pro hodnocení tokem urychlené koroze, zakopaných potrubí, štěrbinové koroze
- Zkušební stroje a další zařízení pro zkoušky mechanických vlastností ozářených i neozářených materiálů
- LOCA komory a ozařovny
- Vybavení pro nedestruktivní zkoušení



Program pro analýzu armatur



Kobaltová ozařovna



- **Laboratoř horkých komor (21) vybavené zařízením pro**
  - Demontáž schránek a kontejnerů
  - Řezání
  - Tepelné zpracování
  - Rekonstrukci vzorků
  - ...
- **Laboratoř polohorkých komor (30) vybavených pro**
  - Mechanické zkoušky prováděné dálkově ovládanými manipulátory
  - Neutronovou dosimetrii
  - Elektronovou mikroskopii

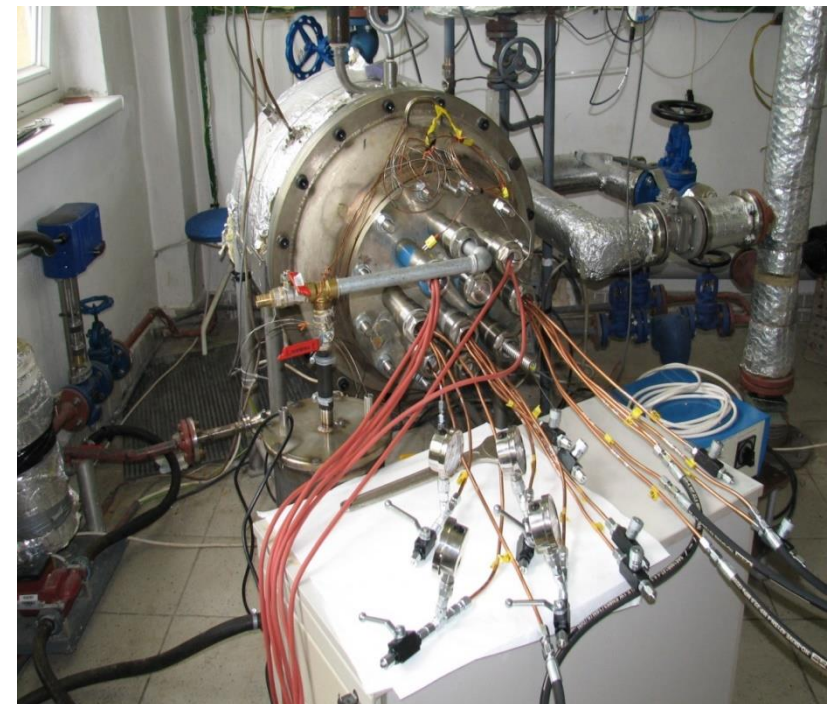


Polohorké komory pro zkoušení ozářených materiálů – především pro svědečné programy TNR

# Průkazy funkceschopnosti a kvalifikace zařízení (Průkazná dokumentace)



- **Vyhodnocení v souladu s požadovanou normativně technickou dokumentací**
  - Statická pevnost, cyklická pevnost, seizmicita, křehký lom, ...
  - Výpočty napětí, deformací, teplotních polí
  - Tlakově teplotní šoky
  - Švihy vysokoenergetických potrubí, střely, ...
- **Kvalifikace na vnější prostředí**
  - Kably, snímače, pohony, těsnění, průchodky, konektory, nátěry...
  - Simulace provozní historie
  - Zkouška simulující LOCA, post-LOCA a případně těžkou havárii
  - Zpracování, udržování o ověřování kvalifikační dokumentace

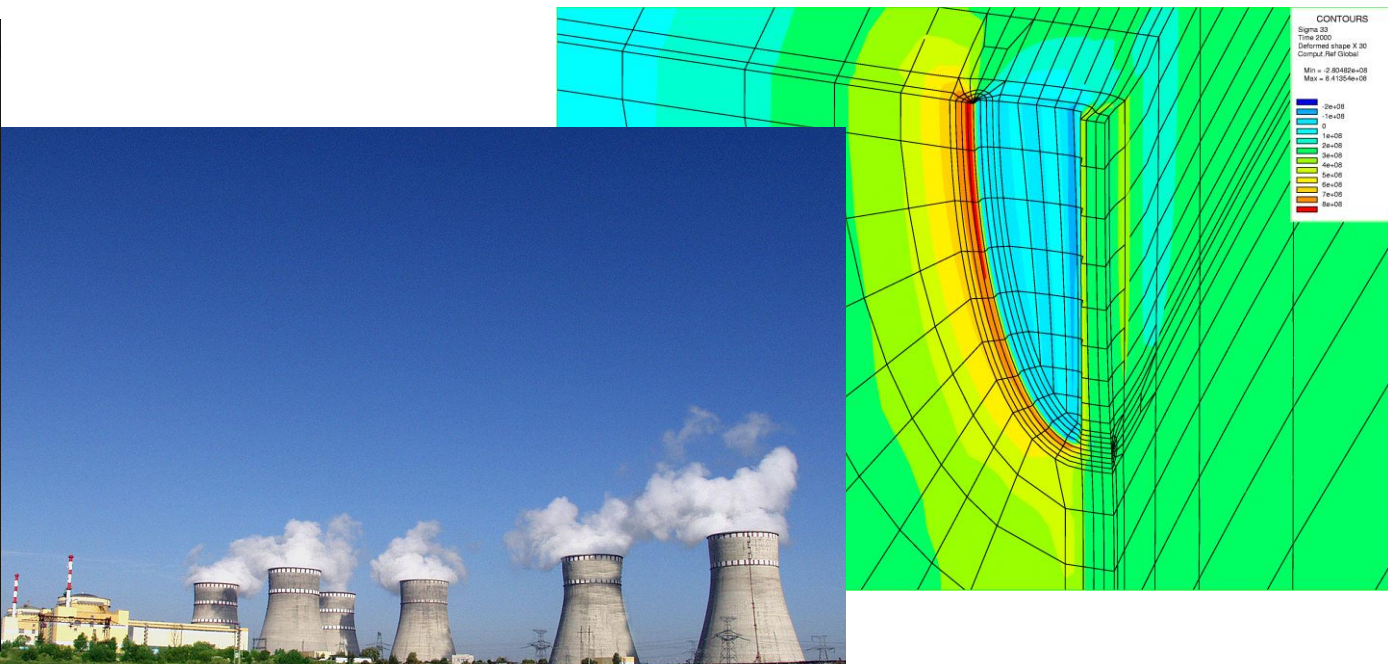
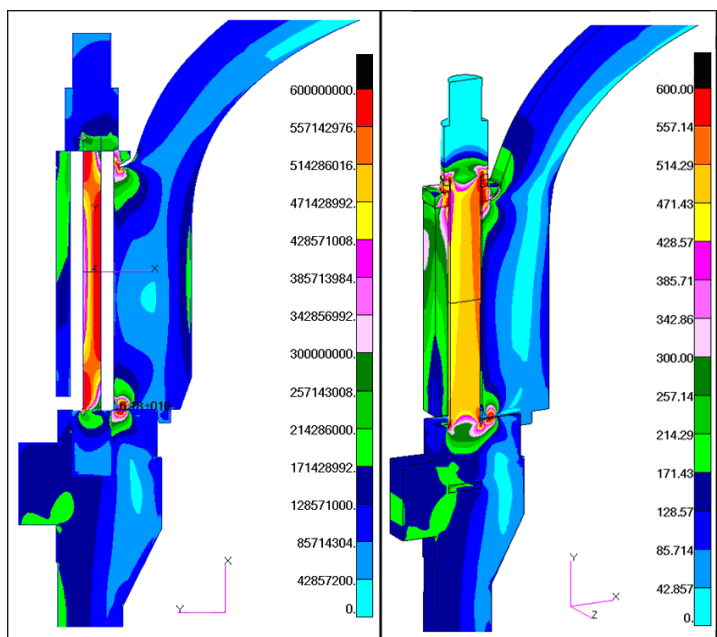




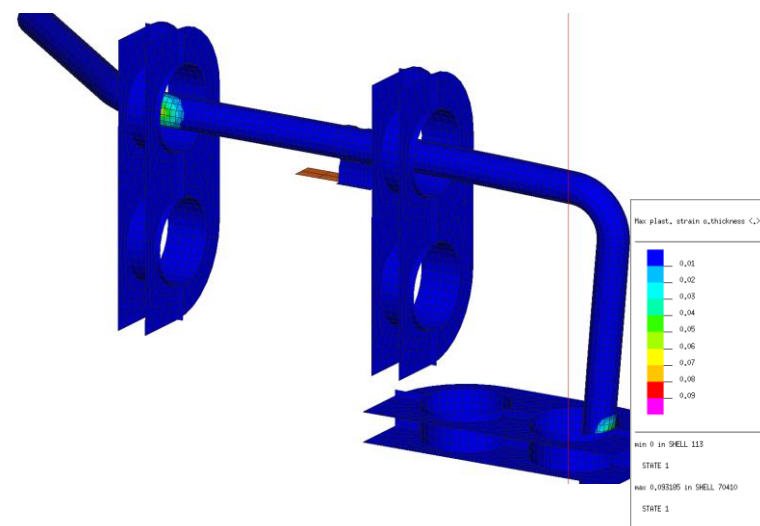
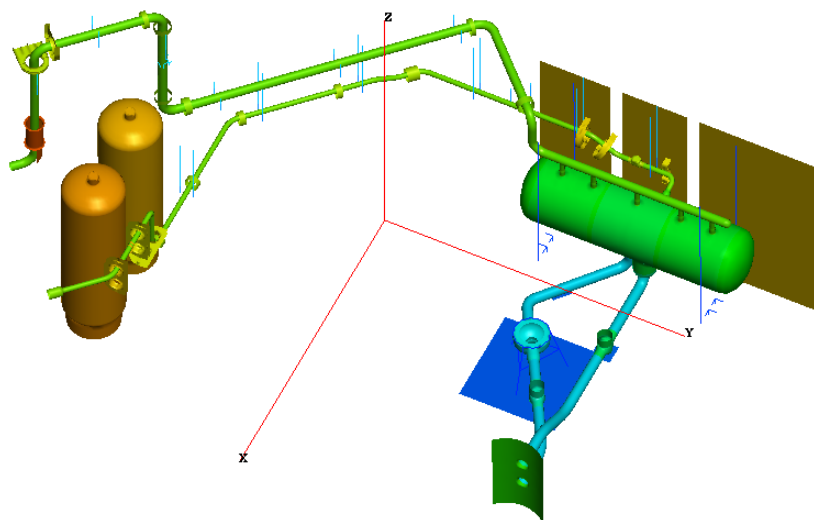
# Přehodnocení ukrajinských reaktorů pro LTO (NAEK Energoatom)



- Na základě přehodnocení reaktoru 1. bloku Jižněukrajinské a 3. bloku Rovenské JE provedeného DITI byl povolen prodloužený provoz obou bloků
  - Realizováno od r. 2009 do 2018
  - Zpracována kompletně nová průkazná dokumentace pevnosti a životnosti
  - Nový program řízeného stárnutí (PPK, Svědečný program, ....)



- Existuje licenční požadavek na bezpečné odstavení reaktoru po roztržení vysokoenergetického potrubí, který lze v zásadě řešit dvěma způsoby:
  - Aplikací konceptu únik před roztržením (LBB) - ÚJV vyvinul vlastní výpočetní systém a provedl hodnocení pro české a slovenské JE.
  - Provedením hodnocení účinků tzv. postulovaného roztržení, které ÚJV také v různém rozsahu realizoval pro české a slovenské JE.

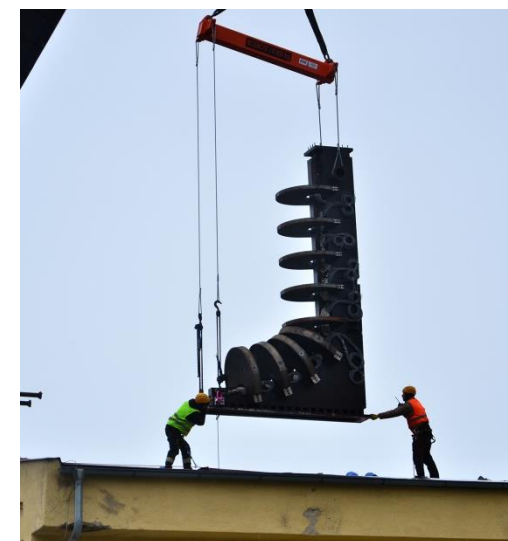
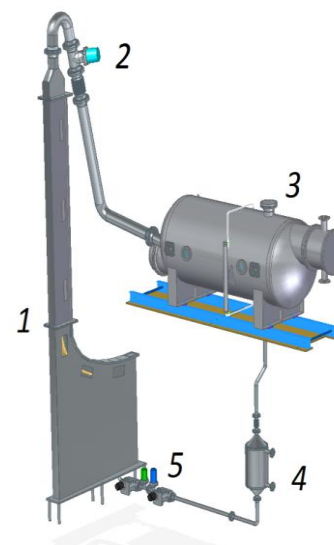
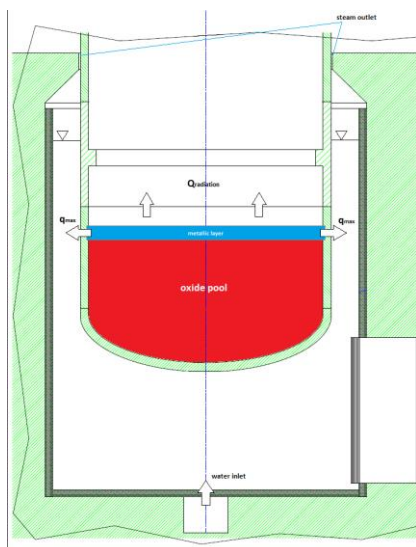




# Experimentální hodnocení možnosti udržení taveniny v TNR VVER 1000



- Účelem experimentálního zařízení je prověřit a demonstrovat schopnost odvodu zbytkového tepla taveniny aktivní zóny a vnitroreaktorových konstrukcí chlazením vnější stěny reaktorové nádoby vodou při těžké havárii reaktoru.
- Termohydraulická smyčka je navržena jako univerzální zařízení pro termohydraulické zkoušky. Zařízení je navrženo pro podmínky reaktoru VVER 1000/320 a v případě jeho modifikace i pro podmínky jiných reaktorů.



Uvažované schéma rozvrstvení taveniny zadržené v nádobě během těžké havárie pro VVER-1000

Od TNR k experimentálnímu kanálu

Vizualizace uspořádání primárního okruhu 3D

Instalace horní části experimentálního kanálu

## V současnosti je pro JE požadována proaktivní strategie řízení stárnutí v průběhu celého životního cyklu zařízení

### ▪ **Projektová fáze**

- Design for ageing – příprava projektu se znalostí potenciálních degradačních mechanismů.

### ▪ **Výroba, montáž, výstavba**

- Zaznamenání specifických dat z výroby. Řízení kvality dodávek. Zajištění svědečných vzorků a archivních materiálů.

### ▪ **Zprovoznění elektrárny**

- Měření a zaznamenání panenského (předprovozního) stavu.

### ▪ **Provozování**

- Zavedení a vykonávání všech potřebných provozních programů.

### ▪ **Vyřazování z provozu**

- Spolehlivý a efektivní provoz všech systémů, konstrukcí a komponent nezbytných pro vyřazování zařízení z provozu.

# Material Management Matrix – proaktivní řízení stárnutí již během posuzování nabídek

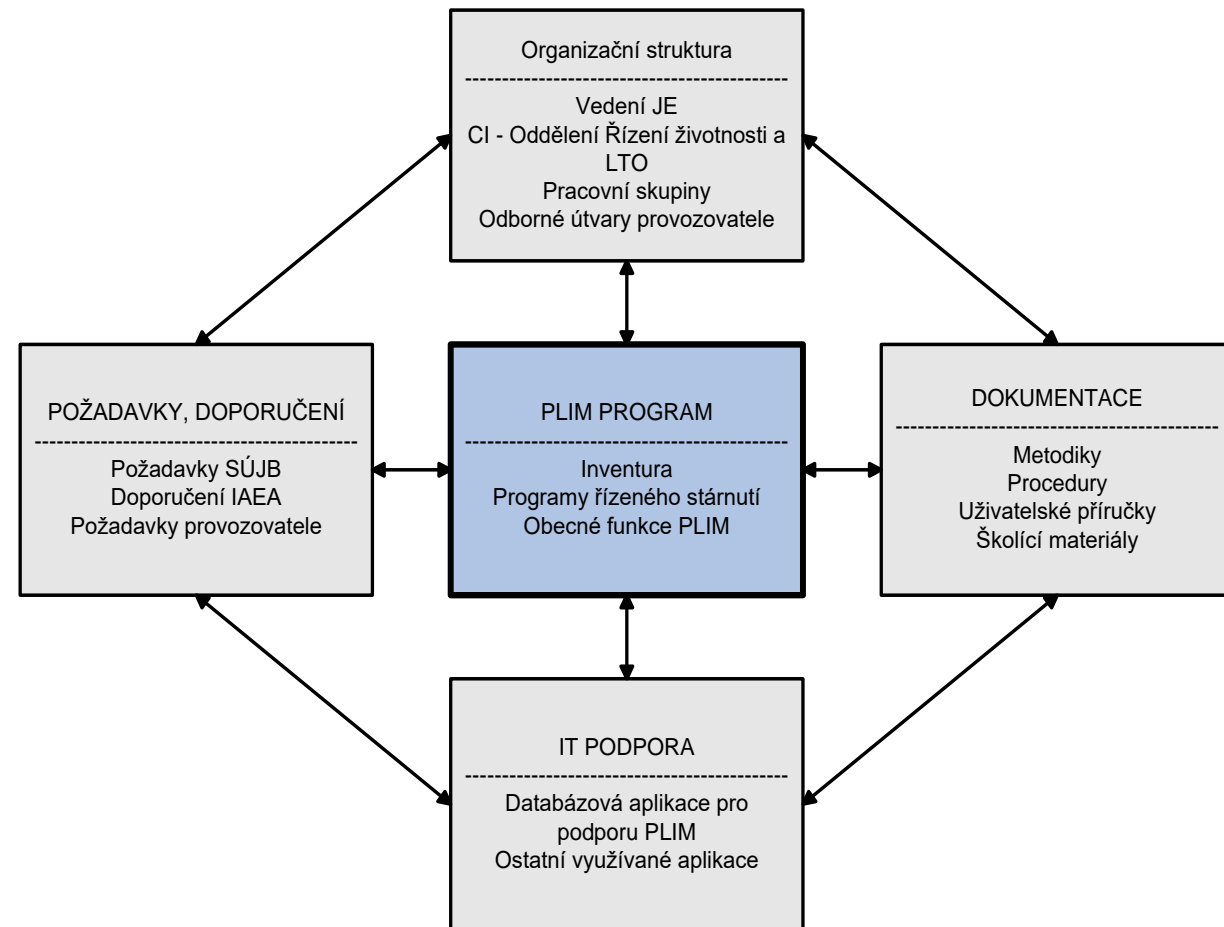


- **Pro podporu ČEZu během zrušené soutěže na NJZ ETE ÚJV identifikoval potenciální provozní problémy vyplývající z materiálů a výrobních technologií obvykle používaných pro výrobu zařízení JE typu VVER**
  - Byl použit formát Material Management Matrix (MMM) vyvinutý EPRI a aplikovaný pro jiné projekty JE
  - Současně bylo pro diskuzi s dodavatelem bloku typu VVER připraveno 41 otázek
  - Pro další potenciální dodavatele (EPR, AP1000) byly interpretovány výsledky MMM, které byly vytvořeny EPRI
  - Pro zjednodušení práce s Ageing management matrixes pro NJZ byla vyvinuta databázová aplikace
- **V současnosti pracovníci ÚJV zpracovávají pro EPRI Material Degradation Matrix (MDM) pro provozované JE VVER 440 a 1000**
  - MDM obsahuje seznam potenciálních degradačních mechanismů pro klíčové komponenty primárních okruhů jaderných elektráren
  - Vyhodnocuje rozsah znalostí o příslušných degradačních mechanismech a způsobů jejich zmírňování (světová praxe, výsledky výzkumných programů, provozní zkušenosti...)
  - Na jejím základě lze definovat potenciální rizikové oblasti, které vyžadují speciální přístup

# Program řízení stárnutí (životního cyklu)



- **ÚJV má velké zkušenosti s návrhem a zavedením nových programů kombinujících přístupy:**
  - řízení stárnutí,
  - údržby (Condition and Performance monitoring),
  - provozu do poruchy.
- **Návrh využívá analýzu jejíž postup je vyvinutý ÚJV založenou na rozdělení procesu řízení životnosti na prvky v souladu s následujícím diagramem.**
- **Toto rozdělení se osvědčilo ve všech projektech zaměřených na řízení životnosti zařízení JĚ.**



Prvky procesu řízení stárnutí



# Strategie LTO ukrajinských JE (EC projekt, příjemce NAEK Energoatom)



## ■ Projekt prováděn DITI v letech 2011-2013

- ÚJV bylo vedoucím konsorcia s VÚJE a dvěma ukr. firmami
- Posouzeny a doporučeny úpravy stávající metodické dokumentace řízení životnosti a stárnutí
- Zpracováno 12 programů řízeného stárnutí pro 12 pilotních zařízení Jižněukrajinské a Záporožské JE
- **NAEK využil společně odsouhlasené pilotní programy jako vzor pro update programů svých JE.**



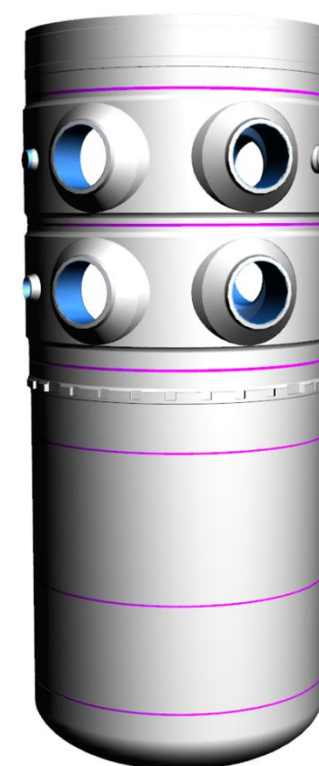
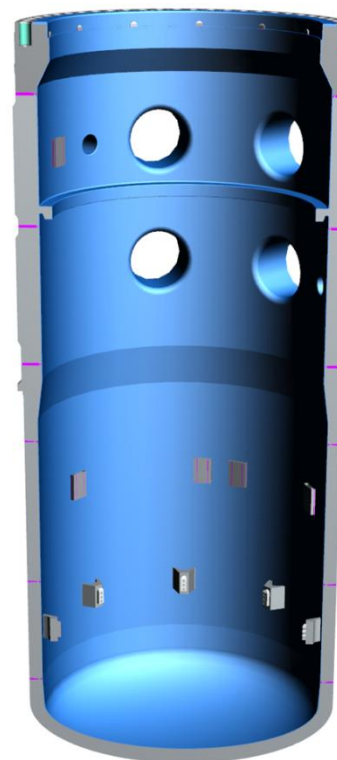
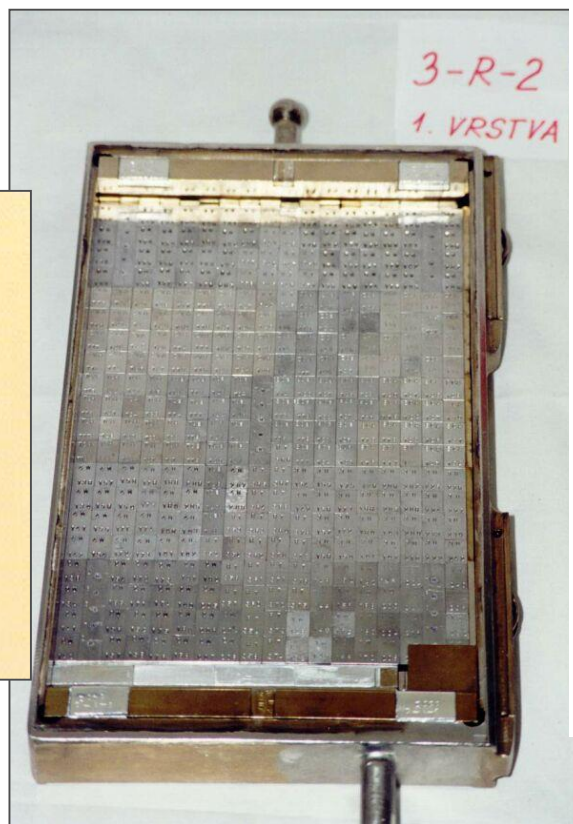
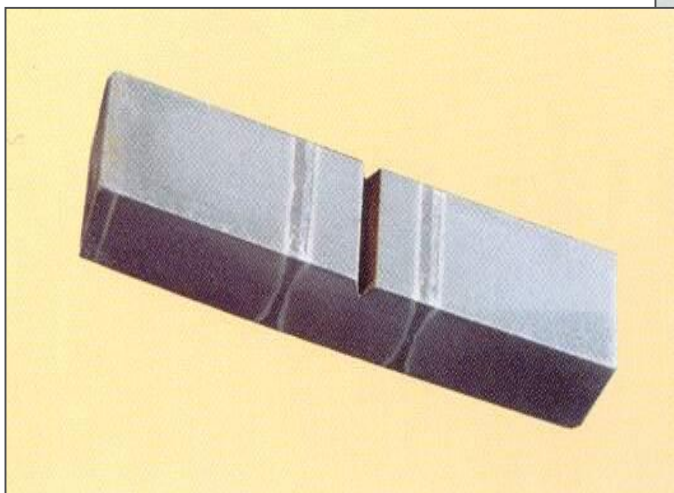
Záporožská JE

# Svědečný program tlakové nádoby reaktoru (TNR)



- Řízení životnosti tlakové nádoby a vnitřních částí reaktoru pro EDU a ETE – Realizace všech nezbytných programů a hodnocení
- Svědečný program pro JE Bohunice a Mochovce
- Integrovaný svědečný program pro ukrajinské JE
  - 4 bloky - Chmelnická-2, Rovenská-3,4, Zápороžská-6

Svědečný zkušební vzorek svařený elektronovým paprskem



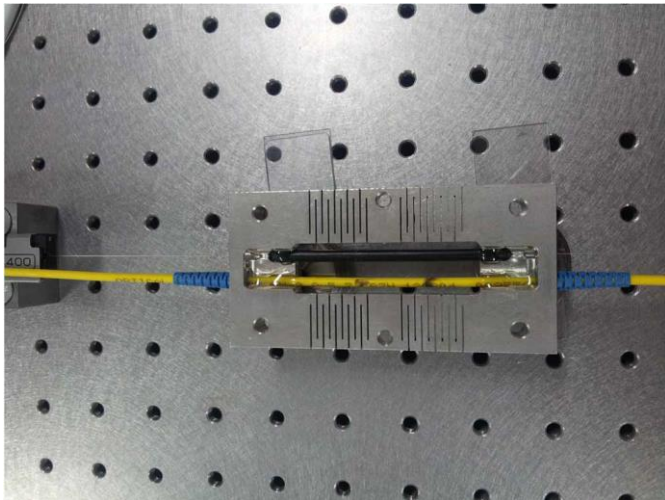
Box svědečných vorků TNR  
Temelín a jejich umístění



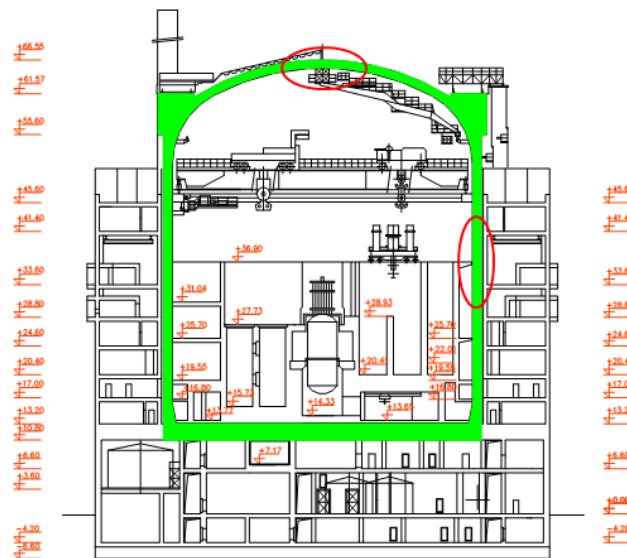
# Nová metoda měření odezvy konstrukce ochranné obálky



- ÚJV Řež se spolu s partnery úspěšně realizoval výzkum optické metody pro měření tvarových odchylek kontejnmentů jaderných elektráren
  - Vysoká přesnost
  - Vzdálená kalibrace



Optovláknový senzor během testů



Pilotní instalace pro ETE



Optovláknový senzor instalovaný na kontejnmentu

## ■ Výběrové řízení

- Posouzení naplnění požadavků vycházejících z EUR.
- Podpora při posuzování výhodnosti nabízených řešení mezi jednotlivými nabídkami a také dobrou světovou praxí.
- Podpora při posuzování způsobu jakým dodavatel předpokládá zavedení proaktivního řízení stárnutí zahrnujícího všechny etapy života JE

## ■ Povolení

- Posouzení anebo vypracování odpovídající licenční dokumentace



- **Detail design - Posouzení (nebo zpracování) průvodní dokumentace (Design Documentation)**
  - Ověření souladu průkazné dokumentace vybraných zařízení (dokumentace prokazující pevnost, životnost a funkceschopnost) s požadovanou normativně technickou dokumentací (součást licenční báze).
  - Ověření souladu dokumentace kvalifikace na prostředí pro zařízení ze seznamu zařízení pro kvalifikaci.
  - Provedení verifikačních hodnocení anebo zkoušek pro vybrané kritické komponenty.
  - Ověření provedeného Ageing management review (stanovení možných dopadů stárnutí a zmírňujících opatření) v rámci proaktivního řízení stárnutí ve fázi DD.

## ■ Výstavba (Realizace)

- Technická podpora investora pro zajištění proaktivního přístupu k řízení stárnutí a údržby zařízení:
  - Zaznamenání specifických dat z výroby.
  - Provádění předprovozních kontrol.
  - Řízení kvality dodávek.
  - Zajištění svědečných vzorků a archivních materiálů.

## ■ Uvádění do provozu

- Tech. podpora investora pro zajištění proaktivního přístupu k řízení stárnutí a údržby zařízení v oblasti měření a zaznamenání panenského (předprovozního) stavu zařízení.
- Tech. podpora investora při převzetí a zahájení zastřešujícího programu řízení stárnutí, jednotlivých specifických programů řízeného stárnutí a údržby.