

# Riadené starnutie a optimalizácia životnosti blokov jadrových elektrární s VVER 440



V celom svete rastú požiadavky na jadrovú bezpečnosť prevádzkovaných jadrovo-energetických zariadení. Zvyšovanie bezpečnosti a spoľahlivosti prevádzky jadrovo-energetických blokov obsahuje niektoré nové požiadavky na systematický výskum problematiky starnutia ich zariadení a systémov. Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu odporúča prevádzkovateľom jadrovo-energetických zariadení zavedenie tzv. programu riadeného starnutia, pričom je relevantné, či prevádzkovateľ uvažuje o predĺžení prevádzky po vyčerpaní projektovanej životnosti. Cieľom programu je minimalizácia a eliminácia prípadnej degradácie zariadení a systémov spôsobenej starnutím.

Na základe celého radu rokovaní medzi zástupcami orgánov štátnej správy, prevádzkovateľa JZ a výskumných organizácií sa postupne vyprofiloval návrh vecnej náplne výskumno-vývojového projektu. Výskum problematiky starnutia vrátane opatrení na zmiernenie rýchlosti degradácie starnutím a postupov na nápravu neprípustných poškodení je rozdelený do nasledujúcich problémových oblastí:

- Výskum a analýza mechanizmov starnutia
- Analýza zvyškovej životnosti vybraných zariadení
- Výskum zdokonalených systémov monitorovania degradačných procesov
- Návrh opatrení a postupov na prípravu a realizáciu programu riadeného starnutia blokov JE
- Zhodnotenie efektívnosti podmienok predlžovania životnosti JE
- Výskum podmienok bezpečnej prevádzky po ukončení projektovanej životnosti

Obsahovou náplňou riešenia je:

## Výskum a analýza mechanizmov starnutia

- prehĺbenie poznania degradačných mechanizmov a procesov starnutia, podrobné skúmanie degradačných mechanizmov na základe výsledkov analýz jednotlivých bezpečnostných systémov pre vybrané zariadenia v základnom členení na strojné zariadenia, elektrozariadenia a SKR a vybrané stavebné objekty a analýza kombinovaného pôsobenia degradačných mechanizmov,
- doplnkové výpočtové analýzy a experimentálne merania na upresnenie spôsobu a veľkosti namáhania,
- stanovenie kritických miest a príprava kritérií na hodnotenie poškodení starnutím,
- štúdium vplyvu starnutia na bezpečnostné funkcie tých zariadení, ktoré dosiaľ neboli analyzované s takou podrobnosťou, akými sú napr. komponenty primárneho okruhu.

## Analýza zvyškovej životnosti vybraných zariadení

- analýza existujúceho stavu a vytvorenie komplexnej databázy pre potrebu riadeného starnutia,

- analýza a usporiadanie informácií z projektovanej a výrobných dokumentácie, z histórie prevádzky a údržby, informácií o experimentálnom overovaní degradačných procesov pre základné skupiny zariadení v členení na strojné, elektro- a SKR a vybrané stavebné objekty,
- vypracovanie metodických prístupov na hodnotenie zvyškovej životnosti pre všetky skupiny zariadení,
- vypracovanie programu riadeného starnutia zariadení systémov a stavebných objektov, definovanie spôsobu overovania, periodicity hodnotenia zariadenia i spôsobu nápravy eventuality degradácií.

## Výskum zdokonalených systémov

### monitorovania degradačných procesov

- zdokonalenie monitorovacích metód niektorých, na predĺženie životnosti významných degradačných procesov,
- monitorovanie degradácií „nevymeniteľných“ zariadení, akými sú TNR, primárny okruh, parogenerátory,
- overenie štandardných i neštandardných postupov na hodnotenie zmien mechanických vlastností ocelí v procese prevádzky,
- monitorovanie rôznych druhov korózneho poškodzovania,
- monitorovanie stavu strojných zariadení, pri ktorých pôjde predovšetkým o zdokonalenie monitoringu.

## Návrh opatrení a postupov na prípravu a realizáciu programu riadeného starnutia blokov JE

- príprava metodiky a vlastná príprava programu riadeného starnutia na základe medzinárodných odporúčaní aj s využitím praktických domácich a zahraničných odborných skúseností,
- hodnotenie tokov informácií,
- analýza efektívnych periód zberu dát v reálnych podmienkach prevádzky,
- včasné rozhodovanie o opatreniach podporujúcich predĺženie prevádzky na základe využitia databázového systému, periodicity dopĺňaných údajov a programu riadenia starnutia.

## Zhodnotenie efektívnosti podmienok predlžovania životnosti JE

- príprava vhodných ekonomických nástrojov, ktoré umožnia zlepšiť rozhodovací proces vo vzťahu k predĺženiu prevádzky – nástroj na posudzovanie efektívnosti a hodnotenie predovšetkým investičných akcií vzhľadom na termín ukončenia predĺženej prevádzky,
- príprava nástrojov na zhodnotenie variantných riešení na posúdenie efektívnosti riešenia.

## Výskum podmienok bezpečnej prevádzky po ukončení projektovanej životnosti

- príprava špecializovaných výpočtových programov na hodnotenie bezpečnosti prevádzky vo všetkých bežných i havarijných

stavoch v súlade s predpokladom projektu tak, aby bolo pomocou nich možné v ľubovoľnom čase zhodnotiť bezpečnosť prevádzky alebo posúdiť dodržanie stanovených bezpečnostných rezerv,

- vývojom a validáciou týchto výpočtových programov dokompletovať nástroje pre program riadeného starnutia,
- príprava a realizácia takých opatrení, ktoré umožnia oprávnené predĺžiť prevádzku slovenských jadrových elektrární (JE V-2 a JE EMO) minimálne o 10 rokov po vyčerpaní ich projektovej doby prevádzky.

Riešenie problematiky riadeného starnutia a životnosti jadrovej elektrárne s cieľom získať kvalifikované podklady na predĺženie prevádzky po skončení projektovanej životnosti je ekonomicky veľmi zaujímavé. Na celom svete sa tejto problematike venuje veľká pozornosť. Výstupy z riešenia umožnia technicky dokladovať, že procesy starnutia, hlavne bezpečnostných systémov, sú zvládnuté a prevádzkovateľ elektrárne má k dispozícii prostriedky umožňujúce zistenie degradácie zariadení a systémov ešte pred ohrozením plnenia ich bezpečnostných funkcií.

Predĺžením životnosti blokov JE V2 o 10 rokov by sa mali po odčítaní prevádzkových nákladov dosiahnuť prínosy cca 28 mld. SK. Po predĺžení životnosti o 10 rokov, t. j. na 40 rokov, sa dosiahne životnosť, na ktorú sú projektové JE napr. v USA, pričom na základe výskumno-vývojových podkladov vydal štátny dozor USA (NRC USA) už súhlas dvom JE na predĺženie životnosti o 20 rokov, t. j. celkovo na 60 rokov prevádzky.

Po úspešnom výberovom konaní na MH SR v roku 2001 schválila v roku 2002 vláda SR svojím uznesením č. 1007/2002 úlohu výskumu a vývoja „Riadené starnutie a optimalizácia životnosti blokov jadrových elektrární s VVER 440“ ako súčasť štátneho programu výskumu a vývoja „Uplatnenie progresívnych princípov výroby a premien energie“.

**Úloha VaV má nasledujúce ciele:**

- Identifikovať degradačné mechanizmy starnutia, prípadne ich kombinácie z hľadiska dlhodobého zabezpečenia funkcie bez-

pečnostne významných systémov, zariadení alebo ich komponentov.

- Vyvinúť metodiku trvalého hodnotenia čerpania životnosti, ktorá bude na to využívať vytvorený databázový systém.
- Navrhnuť doplnenie súčasných monitorovacích systémov na zabezpečenie bezpečného monitorovania všetkých pre životnosť významných degradačných účinkov.
- Vypracovať program riadeného starnutia, zabezpečujúceho po jeho realizácii na JE minimalizáciu degradačných procesov starnutia vrátane postupov na nápravu neprípustných účinkov.
- Spracovať výpočtové nástroje zohľadňujúce procesy starnutia na hodnotenie úrovne bezpečnosti JE.
- Popri nástrojoch na hodnotenie bezpečnosti budú vytvorené i nástroje technicko-ekonomického hodnotenia, významného na riadenie obnovy, náhrady alebo opráv zariadení JE s hodnotením celkových prínosov k uvažovanému predĺženiu životnosti.

Na základe záverov úvodnej oponentúry, konanej dňa 7. 11. 2002 na MH SR, sa na jeho riešení okrem VUJE, a. s., ktorý je jeho koordinačným pracoviskom, podieľajú: VUKI, a. s., Bratislava, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU Bratislava, Stavebná fakulta STU Bratislava, SYSTÉMY – Ratech, s. r. o., Technický a skúšobný ústav stavebný Bratislava a Slovenský metrologický ústav Bratislava.

## vuje

**VÚJE, a. s.**

**Ing. Daniel Daniš, CSc.**

**Okružná 5**

**918 64 Trnava**

**Tel.: 033/599 12 16**

**e-mail: danis@vuje.sk**

33