



ÚRAD JADROVÉHO DOZORU  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

# EDÍCIA

## Bezpečnosť jadrových zariadení

2016

**BNS II.3.5/2016**

**Pravidlá pre návrh, výrobu a prevádzku systémov monitorovania  
degradácie bezpečnostne významných komponentov JZ  
Časť 2. Monitorovanie procesov teplotného starnutia  
konštrukčných materiálov JZ**

**Pravidlá pre návrh, výrobu a prevádzku systémov monitorovania degradácie bezpečnostne významných komponentov JZ**

**Časť 2. Monitorovanie procesov teplotného starnutia konštrukčných materiálov JZ**

Vydal Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky  
Neperiodická publikácia

Spracovatelia: Ing. Jana Petzová, PhD., špecialista, VUJE, a. s.

Ing. Martin Březina, CSc., špecialista, VUJE, a. s.

Gestor: Ing. Jozef Balaj, riaditeľ odboru systémov, komponentov a stavebných konštrukcií, Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

Recenzenti: Ing. Jana Weisová, Slovenské elektrárne, a. s.

Ing. Ján Borák, Slovenské elektrárne, a. s.

**BNS**            **II.3.5/2016**

**ISBN**           **978-80-89706-13-6**

**EAN**            **9788089706136**

**Bratislava, november 2016**

## **Anotácia**

Tento bezpečnostný návod Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky určuje základné pravidlá pre návrh, výrobu a prevádzku systémov monitorovania degradácie bezpečnostne významných komponentov jadrových zariadení vplyvom procesov teplotného starnutia. Pri jeho zostavovaní sa vychádzalo z normatívno-technickej dokumentácie v oblasti jadrovej energetiky, relevantných smerníc a požiadaviek Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu a doterajších skúseností s monitorovaním degradačných procesov na materiáloch JE typu VVER 440 v Slovenskej republike a v zahraničí.

---

teplotné starnutie, monitorovanie degradácie, program overovacích vzoriek, materiály jadrovo-energetických zariadení

## **Abstract**

The safety guide of the Nuclear Regulatory Authority of Slovak Republic specifies basic quality requirements to design, construction and operation of the degradation monitoring systems for safety related components of nuclear power plant equipment by thermal ageing processes. A set of the technical documentation, adequate requirements of the IAEA as well as experience with degradation monitoring of the nuclear power plant materials of the VVER 440 type accumulated up to now in Slovakia and abroad have been applied to the compilation of this safety guide.

---

thermal ageing, degradation monitoring, surveillance specimen program, materials of nuclear power facilities

## Obsah

Úvod .....	1
1 Predmet a účel .....	2
2 Rozsah platnosti.....	2
2.1 Všeobecné ustanovenia.....	2
2.2 Podmienky platnosti .....	2
3 Použité skratky .....	2
3.1 Skratky orgánov a organizácií.....	2
3.2 Skratky v oblasti hodnotenia procesov teplotného starnutia.....	3
4 Použité pojmy .....	3
5 Monitorovanie degradačných procesov teplotného starnutia .....	4
5.1 Oblasť použitia .....	4
5.2 Kritériá výberu konštrukcií a komponentov .....	6
5.3 Požiadavky na systémy monitorovania procesov teplotného starnutia .....	6
5.4 Monitorovanie PTS pomocou overovacích vzoriek .....	7
5.5 Monitorovanie PTS pomocou nedeštruktívnych metód v prevádzke.....	8
5.6 Monitorovanie pomocou priameho odberu vzoriek .....	8
5.7 Vyhodnocovanie programu monitorovania procesov starnutia .....	8
6 Zodpovednosti .....	9
6.1 Všeobecne .....	9
6.2 Prevádzkovateľ.....	9
6.3 Expertná organizácia .....	9
6.4 Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky.....	10
7 Literatúra .....	11

## Predhovor

Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky začal v roku 1995 vydávať vlastné neperiodické publikácie, ako edíciu Bezpečnosť jadrových zariadení, s cieľom zverejňovať vybrané všeobecne záväzné právne predpisy, bezpečnostné požiadavky, odporúčania a návody súvisiace s predmetom činnosti Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky.

V rámci edície Bezpečnosť jadrových zariadení Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky vydáva tri skupiny publikácií:

Obsahom prvej skupiny publikácií sú vybrané všeobecne záväzné právne predpisy a medzinárodné zmluvy z oblasti mierového využívania jadrovej energie; sú označené červeným pruhom.

V druhej skupine sú dokumenty z oblasti jadrovej bezpečnosti charakteru odporúčaní a návodov, ktoré konkretizujú a dopĺňajú požiadavky všeobecne záväzných právnych predpisov. Odporúčania dokumentov tejto kategórie nie sú všeobecne záväzné, avšak ich dodržiavanie zjednodušuje plnenie požiadaviek Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zo strany dozorovaných organizácií; sú označené zeleným pruhom.

Obsahom tretej skupiny publikácií sú ostatné dokumenty z oblasti jadrovej bezpečnosti informatívneho charakteru, sú označené modrým pruhom.

Pri spracovaní dokumentov druhej a tretej skupiny sa využívajú dokumenty Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu vo Viedni a iných medzinárodných organizácií, medzinárodné a národné technické normy, ako aj dokumenty vydané zahraničnými dozornými orgánmi a odbornými organizáciami. Dokumenty sú spracované na základe rozhodnutia predsedu Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zamestnancami úradu alebo externými organizáciami i s využitím vlastných skúseností a podmienok. Pred ich vydaním a zverejnením sú schválené predsedom úradu.

Predmetná publikácia Pravidlá pre návrh, výrobu a prevádzku systémov monitorovania degradácie bezpečnostne významných komponentov JZ, Časť 2. Monitorovanie procesov teplotného starnutia konštrukčných materiálov JZ je bezpečnostným návodom.

Tento BNS špecifikuje postupy pri monitorovaní degradačných procesov materiálov JZ vplyvom procesov teplotného starnutia.

Pripomienky a doplnky k tejto publikácii zasielajte na Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky, odbor legislatívno-právny, Bajkalská 27, P. O. Box 24, 820 07 Bratislava 27.

Bezpečnostné návody nie sú právne záväzné, avšak ich dodržiavanie napomáha zabezpečiť podmienky bezpečného využívania jadrovej energie alebo vykonávania činností súvisiacich s využívaním jadrovej energie.

## Úvod

Materiály konštrukcií a komponentov jadrových zariadení (JZ) sú v priebehu prevádzky vystavené procesom starnutia v dôsledku prevádzkových záťaží a rôznych degradačných procesov, vedúcich k možným zmenám stavu a schopnosti zariadení plniť ich projektované funkcie.

Degradácia materiálov a konštrukcií JZ môže negatívne ovplyvniť bezpečnosť a spoľahlivosť prevádzky jadrovej elektrárne (JE), môže tiež zhoršovať ekonomické ukazovatele prevádzky a v konečnom dôsledku môže mať vplyv aj na životnosť JE. Proces starnutia materiálov je možné spomaliť, resp. zmierniť úpravou prevádzkových podmienok alebo výmenou komponentov, resp. celého vymeniteľného zariadenia. Pretože po iniciácii poškodenia v materiáli komponentu alebo konštrukcie dochádza ku strate funkčnosti zariadenia v relatívne krátkom čase, čo v prípade, že nie je vopred známa kinetika rozvoja degradácie jeho materiálov, môže viesť až k havarijným stavom s významnými bezpečnostnými a ekonomickými dôsledkami.

Preto z hľadiska zaistenia bezpečnosti a spoľahlivosti prevádzky JE, ako aj z hľadiska zabezpečenia optimálneho ekonomického využívania JE, národné jadrové dozory v celom svete odporúčajú prevádzkovateľom vypracovať a realizovať, v rámci programov riadeného starnutia elektrárne, špeciálne monitorovacie programy, ktoré by umožňovali:

1. priebežne monitorovať a vyhodnocovať vplyv prevádzky a všetkých hlavných degradačných procesov na vybrané materiály systémov, konštrukcií a komponentov JZ,
2. sledovať trendy zmien ich stavu,
3. včas prijímať nápravné opatrenia na odstránenie alebo zmiernenie týchto degradačných procesov.

Programy monitorovania degradačných procesov sú zároveň jedným z predpokladov, umožňujúcich významné predĺženie prevádzkovej životnosti JE a sú jednou z podstatných súčastí programov riadenia starnutia.

Všetky hlavné komponenty primárneho okruhu sú počas prevádzky vystavené zvýšenej teplote do 300 °C. K tomu treba pripočítať zmeny tlaku a teploty počas skúšok, nábehov a odstávovania blokov. Tieto procesy pri dlhodobom pôsobení môžu viesť k teplotnému starnutiu materiálov jednotlivých komponentov JZ.

Cieľom tohto návodu je poskytnúť prevádzkovateľovi JE, ako aj ďalším organizáciám podieľajúcim sa na činnostiach programu riadeného starnutia JE, metodológiu pre realizáciu systémov monitorovania procesov teplotného starnutia dôležitých a bezpečnostne významných systémov, komponentov a konštrukcií JZ.

## 1 Predmet a účel

Predmetom tohto bezpečnostného návodu je:

- a) stanoviť metodológiu a postup pri tvorbe monitorovacích programov pre hodnotenie procesov teplotného starnutia materiálov JZ v rámci programov riadeného starnutia JE,
- b) definovať požiadavky na výber systémov, komponentov a konštrukcií JZ, ktoré majú byť zahrnuté do týchto programov,
- c) stanoviť metodiky hodnotenia procesov starnutia podľa rôznych skúšobných postupov.

Súčasťou dokumentu sú aj odporúčania pre organizačné zabezpečenie monitorovacích programov v reálnych prevádzkových podmienkach JE.

## 2 Rozsah platnosti

### 2.1 Všeobecné ustanovenia

Bezpečnostný návod stanovuje základné požiadavky Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky na vypracovanie, zavedenie a realizáciu programov monitorovania procesov teplotného starnutia materiálov bezpečnostne významných komponentov JE.

Bezpečnostný návod všeobecne platí pre všetky bezpečnostne významné systémy, konštrukcie a komponenty, pričom ich výber do programu monitorovania sa uskutočňuje na základe kritérií, popísaných v tomto návode.

Požiadavky tohto bezpečnostného návodu je vhodné použiť aj pre iné jadrové zariadenia než sú jadrové elektrárne.

### 2.2 Podmienky platnosti

Tento bezpečnostný návod sa vydáva bez časového obmedzenia.

## 3 Použité skratky

### 3.1 Skratky orgánov a organizácií

<b>MAAE</b>	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (angl. IAEA)
<b>JE</b>	jadrová elektráreň
<b>SE, a. s.</b>	Slovenské elektrárne, a. s.
<b>JE-EBO V2</b>	Atómové elektrárne Bohunice
<b>JE-EMO</b>	Atómové elektrárne Mochovce



ÚJD SR Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

### 3.2 Skratky v oblasti hodnotenia procesov teplotného starnutia

<b>POV</b>	programy overovacích vzoriek
<b>PTS</b>	procesy teplotného starnutia
<b>PRS</b>	program riadenia starnutia
<b>AZ</b>	aktívna zóna reaktora
<b>JZ</b>	jadrové zariadenie
<b>PG</b>	parogenerátor
<b>PP</b>	primárne potrubie
<b>PO</b>	primárny okruh jadrovej elektrárne
<b>TNR</b>	tlaková nádoba reaktora
<b>EPR</b>	elektrochemická potenciokinetická reaktivácia

## 4 Použité pojmy

**Degradácia** je poškodenie materiálu konštrukcie alebo komponentu v dôsledku vplyvu rôznych degradačných mechanizmov počas prevádzky zariadenia.

**Degradačný mechanizmus** je typ degradačného procesu a spôsob, ako určitý degradačný proces prebieha v závislosti na čase a konkrétnych prevádzkových podmienkach.

**Degradačné procesy** sú také procesy spojené so zmenou fyzikálnych vlastností materiálov zariadenia, ktoré vedú k degradácii úžitkových vlastností zariadenia.

**Jadrové zariadenia** sú také zariadenia a objekty, ktorých súčasťou je jadrový reaktor využívajúci štiepnu riadenú reťazovú reakciu, alebo zariadenia a objekty na výrobu, spracovanie a skladovanie jadrových materiálov príp. ukladanie vyhoreného paliva alebo rádioaktívnych odpadov.

**Stav zariadenia** je úroveň charakteristických parametrov konštrukcie alebo komponentu, ktoré môžu mať vplyv na plnenie projektovej funkcie zariadenia.

**Starnutie** je všeobecný proces, pri ktorom sa postupne menia charakteristiky systémov, konštrukcií alebo komponentov s časom v dôsledku ich prevádzkovania.

**Starnutie materiálov** je degradácia vlastností materiálu konštrukcie alebo komponentu zariadenia s časom, prebiehajúca za normálnych podmienok prevádzky a pri prechodových režimoch.

**Starnutie zariadení JE** je postupné zhoršovanie technických a materiálových vlastností zariadení JE vyvolané pôsobením degradačných procesov.

**Riadenie starnutia** je súbor inžinierskych, prevádzkových a údržbárskych opatrení na kontrolu a zmiernenie degradácie systémov, konštrukcií a komponentov starnutím a opotrebovaním v akceptovateľných medziach.

**Program riadenia starnutia** je systém organizačných a technických opatrení na riadenie starnutia, vrátane optimálnej organizačnej štruktúry, stanovenia zodpovedností, vypracovania potrebných metodík, technologických postupov, materiálneho a personálneho zabezpečenia.

**Monitorovanie starnutia** je priebežné, resp. periodické, sledovanie zmien materiálových vlastností systémov, konštrukcií a komponentov počas prevádzky zariadenia s cieľom minimalizácie negatívneho vplyvu degradačných procesov na prevádzkovú bezpečnosť a spoľahlivosť.

**Teplotné starnutie** je degradácia vlastností a stavu konštrukčných materiálov spôsobené dlhodobým pôsobením zvýšenej prevádzkovej teploty.

**Porucha** je neschopnosť alebo prerušenie schopnosti systému, konštrukcie alebo komponentu plniť projektovanú funkciu v rámci požadovaných kritérií.

**Životnosť** je doba od výroby do vyradenia systému, konštrukcie alebo komponentu z prevádzky.

## **5 Monitorovanie degradačných procesov teplotného starnutia**

### **5.1 Oblasť použitia**

Základným cieľom monitorovania degradačných mechanizmov (resp. procesov starnutia) materiálov systémov, konštrukcií a komponentov JZ je zabezpečenie sledovania aktuálneho stavu zariadení a trendov čerpania životnosti v prevádzkových podmienkach procesmi starnutia, pre zabezpečenie prevádzkyschopnosti, spoľahlivosti a bezpečnosti prevádzky všetkých systémov, konštrukcií a zariadení dôležitých z hľadiska jadrovej bezpečnosti po celú dobu prevádzky JE.

Pre zabezpečenie monitorovania procesov teplotného starnutia je nevyhnutné vypracovať a zaviesť do praxe monitorovací program procesov teplotného starnutia materiálov.

Program monitorovania procesov teplotného starnutia materiálov môže byť samostatným programom, alebo môže byť súčasťou iných programov, napr. celkového programu riadenia starnutia JE.

Program monitorovania procesov teplotného starnutia materiálov JZ má obsahovať nasledujúce oblasti:

- a) Zoznam vybraných systémov, konštrukcií a komponentov podliehajúcich monitorovaniu procesov teplotného starnutia materiálov.
- b) Kritériá a metodiku výberu systémov, konštrukcií, komponentov a konkrétnych druhov materiálov pre monitorovanie procesov teplotného starnutia.
- c) Databázu materiálových, konštrukčných a prevádzkových údajov, nevyhnutných pre monitorovanie procesov teplotného starnutia.
- d) Všeobecné zhodnotenie možných procesov teplotného starnutia materiálov na základe existujúcich limitných projektových údajov pre jednotlivé konštrukcie a komponenty.
- e) Analýzy potenciálnych mechanizmov poškodenia vplyvom teplotného starnutia.
- f) Požiadavky a odporúčania na realizáciu periodického hodnotenia stavu systémov, konštrukcií a komponentov, vrátane periodicity hodnotenia.
- g) Metodiky na hodnotenie vplyvu existujúcich, alebo predpokladaných mechanizmov poškodenia.
- h) Návrhy opatrení na odstránenie alebo zmiernenie degradačných prejavov, vrátane zhodnotenia účinnosti predtým prijatých opatrení.
- i) Metodiky a výsledky hodnotenia vplyvu pôsobenia degradačných mechanizmov, respektíve procesov teplotného starnutia na zostatkovú životnosť systémov, konštrukcií a komponentov.

Pre realizáciu programu monitorovania procesov teplotného starnutia je potrebné, aby prevádzkovateľ zabezpečil zber, spracovanie a archiváciu všetkých relevantných údajov a zodpovedal za ich presnosť a priebežnú aktualizáciu.

Kritériá prijateľnosti stavu jednotlivých systémov, konštrukcií a komponentov z hľadiska degradácie vlastností vplyvom teplotného starnutia musia vychádzať z požiadaviek príslušnej normatívno-technickej dokumentácie a musia byť v súlade s kritériami iných monitorovacích programov.

Všetky činnosti, predpisy a spôsob ich dokumentovania musia byť v súlade so schváleným systémom manažerstva kvality prevádzkovateľa JE.

Cieľom monitorovacieho programu procesov teplotného starnutia je:

- a) Pochopenie vplyvu zvýšenej prevádzkovej teploty a jej zmien na degradáciu vlastností jednotlivých systémov, komponentov a konštrukcií JZ.
- b) Priebežné sledovanie trendov v zmenách ich stavu.
- c) Návrh a realizácia nápravných opatrení.

- d) Minimalizácia negatívneho vplyvu procesov teplotného starnutia na prevádzkovú bezpečnosť JZ.

## 5.2 Kritériá výberu konštrukcií a komponentov

Výber systémov, konštrukcií a komponentov pre monitorovanie procesov teplotného starnutia materiálov systémov, konštrukcií a komponentov JZ sa musí realizovať na základe opodstatnených kritérií. Tieto musia byť založené na bezpečnostných a technických princípoch.

Pri definovaní kritérií by sa mali uvažovať minimálne tieto princípy:

- a) Bezpečnostná významnosť systémov, konštrukcií a komponentov z hľadiska bezpečnostnej funkcie, ktorú plní.
- b) Analýzy dopadu poruchy (porušenia integrity alebo funkčnosti) na jadrovú bezpečnosť.
- c) Vymeniteľnosť jednotlivých systémov, konštrukcií a komponentov JZ. Konštrukcie a komponenty možno zaradiť do štyroch kategórií z hľadiska možnosti ich výmeny:
  - komponenty všeobecne považované za nevymeniteľné,
  - komponenty v zásade vymeniteľné, avšak ich výmena je technicky i ekonomicky veľmi náročná,
  - komponenty vymeniteľné rutinným spôsobom,
  - ostatné komponenty, u ktorých s degradáciou materiálov nie je potrebné uvažovať.
- d) Analýza dopadu porušenia alebo výpadku systémov, konštrukcií a komponentov na spoľahlivosť elektrárne.
- e) Vplyvy prípadného poškodenia alebo degradácie materiálov na radiačnú záťaž personálu.
- f) Skúsenosti z prevádzky iných JE rovnakého alebo podobného typu.
- g) Dostupnosť technických prostriedkov a možností na kontrolu a monitorovanie stavu alebo parametrov systémov, konštrukcií a komponentov.
- h) Požiadavky Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky.

## 5.3 Požiadavky na systémy monitorovania procesov teplotného starnutia

Pre realizáciu projektu monitorovania teplotného starnutia JZ je vhodné, aby prevádzkovateľ zabezpečil potrebné technické a personálne predpoklady pre výkon všetkých činností.

Systémy monitorovania procesov teplotného starnutia JE majú spĺňať nasledujúce požiadavky:

- a) Zabezpečovať priebežné resp. periodické monitorovanie aktuálneho stavu systémov, konštrukcií a komponentov JZ po celú dobu ich životnosti.

- b) Identifikácia a hodnotenie zvyškovej životnosti najviac exponovaných tzv. kritických miest systémov, konštrukcií a komponentov.
- c) Schopnosť upozorniť s dostatočným časovým predstihom na potenciálne problémy spojené s procesmi teplotného starnutia materiálov JZ.
- d) Poskytovať možnosť experimentálneho overenia vplyvu zmien prevádzkových podmienok na stabilitu a odolnosť systému.
- e) Umožňovať operatívne modifikovanie systému monitorovania procesov starnutia podľa potrieb prevádzkovateľa a požiadaviek ÚJD.

#### **5.4 Monitorovanie PTS pomocou overovacích vzoriek**

Princípom monitorovania pomocou overovacích vzoriek je exponovanie vzoriek z originálneho alebo ekvivalentného konštrukčného materiálu v zodpovedajúcom prevádzkovom prostredí pre daný typ hodnoteného systému, konštrukcie alebo komponentu, s následným periodickým vyhodnocovaním zmien vlastností.

Vzorky sú spravidla vystavené rovnakému typu namáhania resp. prevádzkovej záťaže ako sledovaný komponent.

V rámci POV môžu byť exponované vopred pripravené vzorky pre určené skúšky alebo kompaktný blok materiálu určený pre následnú prípravu jednotlivých vzoriek po stanovenej dobe expozície.

Pre výrobu vzoriek je možné použiť:

- a) originálny, alebo archívny materiál sledovaného komponentu,
- b) náhradný materiál s rovnakým chemickým zložením aj tepelným spracovaním,
- c) scitlivený materiál resp. materiál, ktorý má určité odchýlky od predpísaných požiadaviek,
- d) materiál s rovnakou alebo podobnou prevádzkovou históriou ako sledovaný komponent,
- e) vo svete uznávaný referenčný materiál, pre ktorý sú známe jeho počiatočné vlastnosti.

Program monitorovania pomocou overovacích vzoriek musí obsahovať:

- a) Komplexnú analýzu vlastností materiálov v počiatočnom stave.
- b) Posúdenie reálneho stavu materiálov hodnotených zariadení, v prípade ak nie je program monitorovania teplotného starnutia realizovaný po celú dobu prevádzky JZ.
- c) Analýzu vlastností exponovaných materiálov v rôznych časových etapách, podľa schváleného harmonogramu prípadne podľa aktuálnych požiadaviek.

V rámci programu monitorovania teplotného starnutia je potrebné stanoviť a overiť:

- a) Stav a zmeny makroštruktúry, mikroštruktúry a subštruktúry materiálov JZ.
- b) Základné mechanické vlastnosti a ich zmeny vplyvom prevádzky.

- c) Vplyv prípadných nečistôt a nehomogenít v materiáli hodnoteného zariadenia alebo konštrukcie.
- d) Trendy zmeny vlastností konštrukčných materiálov vplyvom prevádzky.

Pre overenie vlastností materiálov sa štandardne použijú postupy popísané v BNS II.5.5/2009. V prípade nedostatku skúšobného materiálu je možné použiť aj iné neštandardné postupy hodnotenia, ktorých použitie ale musí byť overené pre konkrétny typ skúšaného materiálu.

## **5.5 Monitorovanie PTS pomocou nedeštruktívnych metód v prevádzke**

Pre získanie doplnkových informácií o stave komponentu alebo konštrukcie v rámci monitorovania procesov teplotného starnutia je možné využiť aj nasledujúce in-situ, elektrochemické a fyzikálne metódy:

- a) meranie tvrdosti,
- b) meranie metódou inštrumentovanej tvrdosti,
- c) meranie metódou EPR,
- d) nedeštruktívna metalografia.

Použitie iných nedeštruktívnych metód hodnotenia procesov teplotného starnutia je možné po overení skúšobnej metodiky s ohľadom na jej možný prípadný vplyv na hodnotený systém, konštrukciu alebo komponent JZ.

## **5.6 Monitorovanie pomocou priameho odberu vzoriek**

Pre monitorovanie pomocou priameho odberu vzoriek z komponentu alebo konštrukcie môže byť použitý postup:

- a) štandardné vyrezanie vzoriek z komponentu s následnou opravou alebo výmenou dotknutej časti.
- b) odber malých vzoriek pomocou špeciálneho bezvrubového systému bez výrazného ovplyvnenia povrchu a bez nutnosti následnej opravy, resp. úpravy miesta odberu (postup je popísaný v samostatnom BNS).

Miesto odberu musí byť pred samotným vyrezaním vzoriek podrobené kritickej analýze a použitie zvoleného postupu musí byť odsúhlasené ÚJD SR.

Na odobratých vzorkách materiálu sa následne vykonajú analýzy reálneho stavu materiálu pomocou dostupných a overených postupov.

## **5.7 Vyhodnocovanie programu monitorovania procesov starnutia**

Prevádzkovateľ zabezpečuje periodické hodnotenie programu monitorovania procesov teplotného starnutia systémov, konštrukcií a komponentov JZ podľa spracovaného harmonogramu.

Prevádzkovateľ predkladá ÚJD SR výsledky periodického hodnotenia plnenia programu monitorovania procesov teplotného starnutia systémov, konštrukcií a komponentov JZ.

## **6 Zodpovednosti**

### **6.1 Všeobecne**

Realizáciou programu monitorovania procesov teplotného starnutia systémov, konštrukcií a komponentov JZ sa má dosiahnuť:

- a) objektívne hodnotenie technického stavu systémov, konštrukcií a komponentov,
- b) včasná identifikácia ich degradácie a prijatie opatrení na korekciu zisteného nevyhovujúceho stavu.

Za týmto účelom sú stanovené nasledovné zodpovednosti jednotlivých orgánov a organizácií zúčastnených na realizácii programu monitorovania procesov starnutia konštrukcií a komponentov JEZ.

### **6.2 Prevádzkovateľ**

Zabezpečiť návrh, realizáciu a vykonávanie programu monitorovania procesov teplotného starnutia systémov, konštrukcií a komponentov JZ.

Pravidelne hodnotiť výsledky dosiahnuté pri realizácii monitorovania procesov teplotného starnutia.

Predkladať ÚJD SR priebežné výsledky monitorovania procesov teplotného starnutia materiálov.

### **6.3 Expertná organizácia**

Na základe požiadavky prevádzkovateľa vypracovať a realizovať programy monitorovania procesov teplotného starnutia systémov, konštrukcií a komponentov JZ v súlade s požiadavkami tohto návodu.

Vykonávať analýzy a expertízne hodnotenie príčin poškodenia alebo straty funkčnosti systémov, konštrukcií a komponentov JZ.

Zavádzať nové progresívne metódy monitorovania procesov teplotného starnutia materiálov systémov, konštrukcií a komponentov JZ.

Vypracovávať návrhy na odstránenie alebo zmiernenie účinkov degračných procesov na stav systémov, konštrukcií a komponentov JZ.

#### **6.4 Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky**

Stanovovať požiadavky na monitorovanie procesov teplotného starnutia materiálov systémov, konštrukcií a komponentov JZ.

Posudzovať výsledky realizácie a periodického hodnotenia programu monitorovania procesov teplotného starnutia materiálov systémov, konštrukcií a komponentov JZ.



## 7 Literatúra

- /1/ Zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- /2/ Riadenie starnutia jadrových elektrární - Požiadavky. BNS 1.9.2/2014, Bratislava, ÚJD SR 2014.
- /3/ Skúšanie mechanických vlastností, chemického zloženia a vybraných charakteristík odolnosti proti porušeniu pri medzných stavoch zaťažovania materiálov a zvarových spojov strojno-technologických komponentov zariadení jadrových elektrární typu VVER 440. BNS II.5.5/2009, Bratislava, ÚJD SR 2009.
- /4/ Prevádzka jadrového zariadenia po dosiahnutí jeho projektom uvažovanej životnosti. Požiadavky a návody. BNS I.4.4/2014, Bratislava, ÚJD SR 2014.
- /5/ Pravidlá pre návrh, výrobu a prevádzku systémov monitorovania degradácie bezpečnostne významných komponentov JZ. Časť 1. Monitorovanie korózie. BNS II.3.4/2006, Bratislava, ÚJD SR 2006.
- /6/ IAEA-TECDOC-1668 Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Steam Generators 2011 Update, (ISBN: 978-92-0-121410-2), English, 2011.
- /7/ IAEA Safety Standards Series NS-G-2.12: Ageing Management for Nuclear Power Plants Safety Guide, (ISBN: 978-92-0-112408-1), English, 2009.
- /8/ IAEA-TECDOC-1556: Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: PWR Pressure Vessels 2007 Update, (ISBN:978-92-0-104907-0), English, 2007.
- /9/ IAEA-TECDOC-1120: Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: PWR Pressure Vessels, English, 1999.