

# ZAJIŠTĚNÍ TECHNICKÉ BEZPEČNOSTI PŘI OPRAVĚ HORNÍHO UZLU UPEVNĚNÍ ŠACHTY V TNR

Ing. Marcel Beňo, Ing. Jiří Hajdík\*

ČEZ, a. s. DV Jaderná elektrárna Temelín, e-mail: [marcel.beno@cez.cz](mailto:marcel.beno@cez.cz)

\* Škoda JS a.s., e-mail: [jiri.hajdik@skoda-js.cz](mailto:jiri.hajdik@skoda-js.cz)

## Annotation

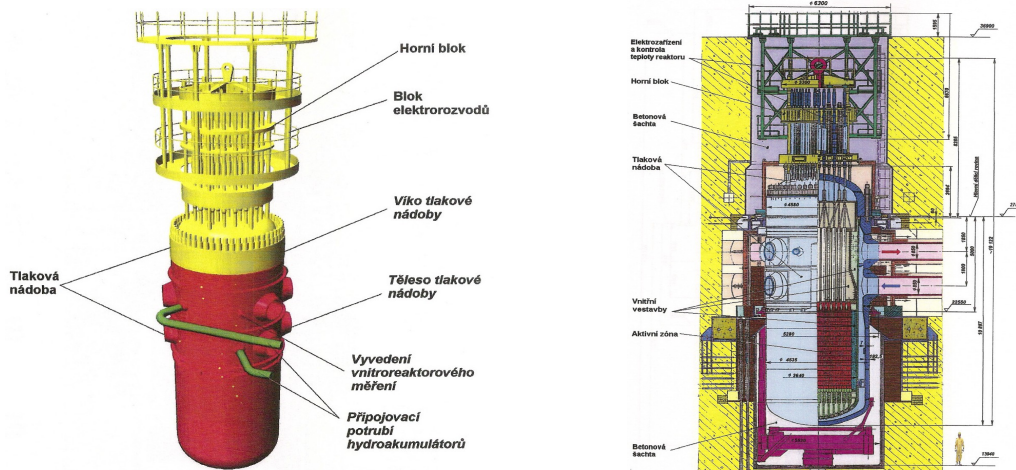
This article deals with providing technical safety during the repair of the upper node mounting shaft in a pressure vessel reactor nuclear power plant Temelín VVER 1000.

## 1. Reaktor VVER 1000 TYP V-320

Reaktor je tlakovodní heterogenní, energetický reaktor ve kterém je štěpná řetězová reakce vyvolána tepelnými neutrony. Při rozštěpení jádra  $^{235}\text{U}$  vznikají kromě odštěpků ještě 2 až 3 rychlé neutrony z nichž jeden musí být zpomalen, tak, aby jako tepelný neutron vyvolal další štěpení a jeden až dva se absorbují v absorpčních materiálech. K tomuto účelu je v reaktoru použita jako moderátor obyčejná chemicky upravená voda, která je zároveň chladivem. V chladivu je rozpuštěna kyselina boritá jako absorbátor neutronů. Štěpná řetězová reakce je v reaktoru řízena dvěma způsoby: změnou koncentrace kyseliny borité při kompenzaci dlouhodobých změn reaktivity v průběhu kampaně, nebo pomocí svazkových řídicích tyčí tzv. klastrů pro kompenzaci okamžitých změn neutronového toku a pro rychle přerušení řetězové reakce. Jako palivo je použit obohacený uran až 4 %  $^{235}\text{U}$  ve formě keramických tablet uložených do palivových proutků, které jsou umístěny v bezobálkovém šestihranném palivovém souboru [1].

Reaktor VVER 1000 se skládá z následujících konstrukčních uzlů:

- Tlaková nádoba těleso tlakové nádoby  
víko tlakové nádoby
- Horní blok nátrubky přírubových spojů pro vyvedení vnitro reaktorového měření,  
nátrubky LKP a nátrubek odvodu reaktoru  
lineární krokové pohony (LKP)  
ocelová konstrukce horního bloku
- Vnitřní vestavby šachta reaktoru  
plášť aktivní zóny  
blok ochranných trubek
- Aktivní zóna palivové soubory s palivovými články  
svazkové řídicí tyče (klastr)  
neutronové zdroje
- Elektrozařízení blok elektrorozvodů - ocelová konstrukce (BER)  
kabelové svazky vnitroreaktorového měření  
signalizace úniku z meziprostorů nátrubků HB a LKP  
napájení elektromagnetů LKP a ukazatelů polohy LKP  
kompenzační zařízení, zařízení pro měření hladiny RVLIS a čidla RVMS
- Zařízení betonové šachty reaktoru tepelné izolace  
systémy vnější kontroly tlakové nádoby  
biologická ochrana  
rozdělovací vlnovec  
kanály ionizačních komor  
opěrný rám



Obr. 1 Sestava reaktoru VVER 1000 [1]

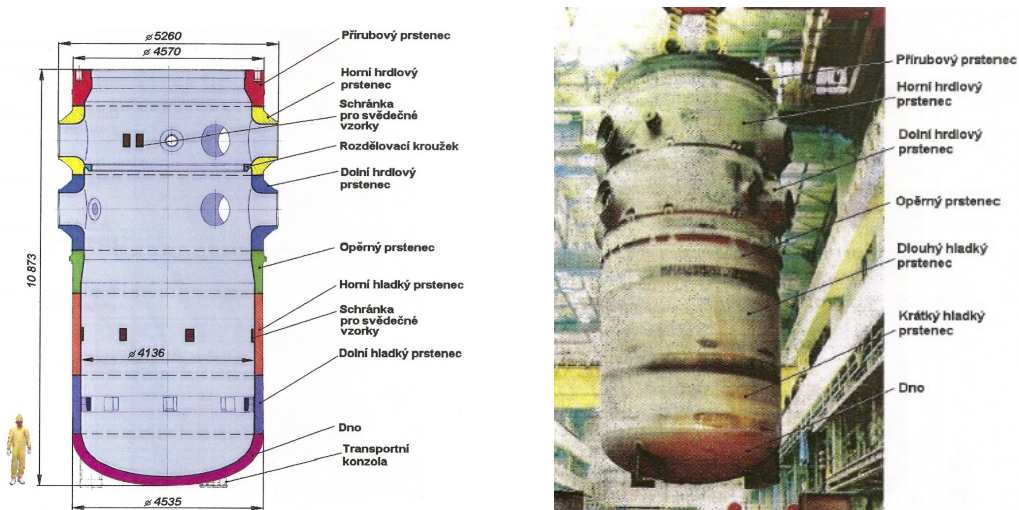
### 1.1 Tlaková nádoba reaktoru

Tlaková nádoba reaktoru (TNR) zabezpečuje bezpečný provoz reaktoru při vysokých parametrech chladiva I.O. (teplota a tlak). Protože je třetí nejdůležitější bariérou proti úniku radioaktivity, musí být zajištěna její celistvost během všech provozních režimů I.O. Musí zabezpečit podmínky pro přeměnu jaderné energie na tepelnou a její odvod z aktivní zóny při všech provozních režimech reaktoru.

Hlavním účelem TNR je umístění vnitřních částí reaktoru včetně aktivní zóny (AZ). Tlaková nádoba se skládá z tělesa TNR, uzlu těsnění, schránek pro svědečné vzorky materiálu TNR a víka tlakové nádoby, které je základním dílem horního bloku [1].

Základní parametry TNR:

- celková délka 10 897 mm
- vnější průměr přírubového prstence 4 570 mm
- vnější průměr válcové části 4535 mm
- tloušťka válcové části 192 mm
- vnitřní objem nádoby 133 m<sup>3</sup>
- hmotnost 321,2 t
- materiál ocel 15Ch2NMFA / 15Ch2NMFA-A
- životnost TNR 40 let



Obr. 2 Těleso tlakové nádoby [1]

## 1.2 Šachta reaktoru

Účelem šachty reaktoru je plnění následujících funkcí:

- je nosnou konstrukcí pro uložení a zajištění polohy palivových souborů, pláště aktivní zóny a bloku ochranných trubek,
- odděluje vstup a výstup chladiva proudícího reaktorem,
- stíní těleso tlakové nádoby před neutronovým tokem a gama zářením vycházejícím z aktivní zóny,
- usměrňuje a uklidňuje proud chladiva před vstupem do aktivní zóny,
- zrovnoměrňuje proud chladiva tak, aby se jeho rychlost po průřezu vyrovnala.

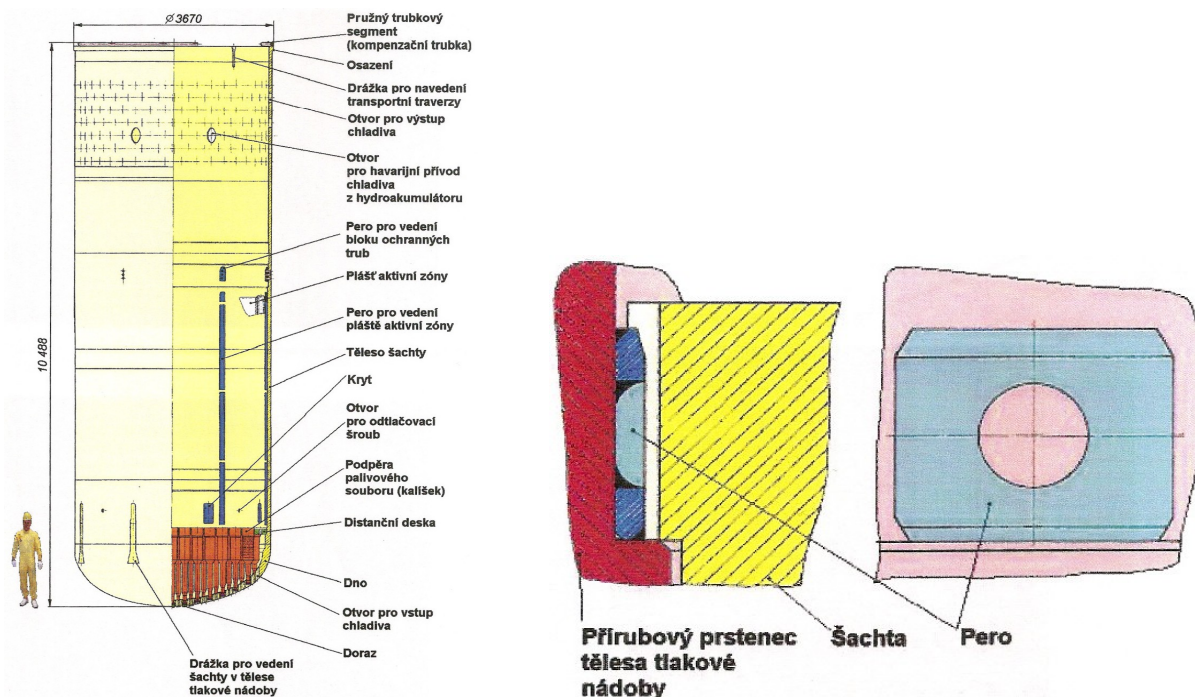
Základní parametry šachty reaktoru:

- délka 10 488 mm
- vnější průměr 3 670 mm
- tloušťka válcové části 60 mm
- hmotnost 75,3 t
- materiál ocel 08CH18N10T

Šachta reaktoru je válcové těleso svařené za šesti válcových kroužků ke kterým je ve spodní části přivařeno eliptické děrované dno. Válcové kroužky a dno jsou vyrobeny z nerezové austenitické oceli. Tloušťka stěny v místě aktivní zóny je 60-65 mm.

Na horním konci šachty reaktoru je provedeno osazení pro její zavěšení na osazení v přířubovém prstenci tělesa tlakové nádoby. Na čelní ploše osazení jsou upevněny pružné trubkové segmenty tzv. kompenzační trubky o průměru 65x8,5 mm, přes které je šachta přitlačena víkem tlakové nádoby do osazení v tělese tlakové nádoby. Tyto trubky zajišťují polohu šachty v podélném směru (brání plavání) a tlumí vibrace. Hlavním důvodem jejich použití je kompenzace (zmenšení) silových poměrů na niklová těsnění HDR.

Proti příčným vibracím je šachta zajištěna tak, že v přírubě šachty je vyfrézováno 12 drážek, do kterých zapadají pera upevněná v přířubovém prstenci tělesa tlakové nádoby. Tento uzel rovněž zajišťuje osové vedení šachty v tělese tlakové nádoby [1].

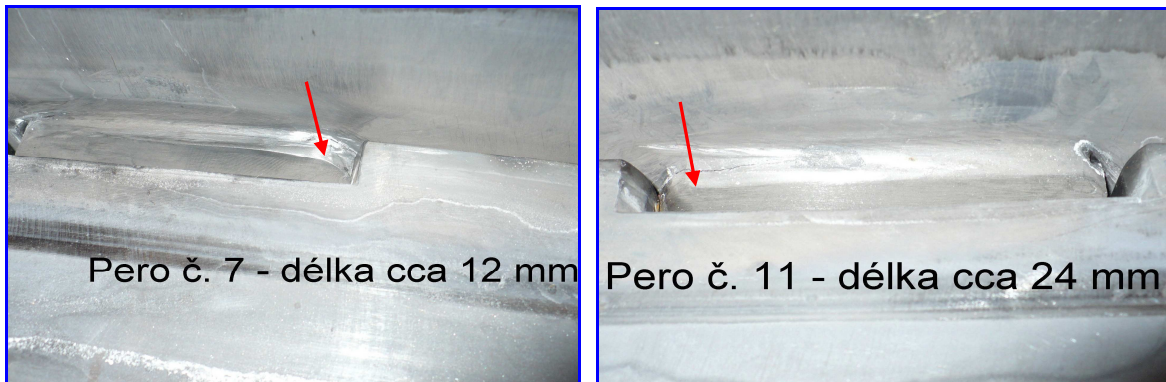


Obr. 3 Šachta reaktoru a detail zavěšení šachty v přířubovém prstenci tělesa TNR [1]

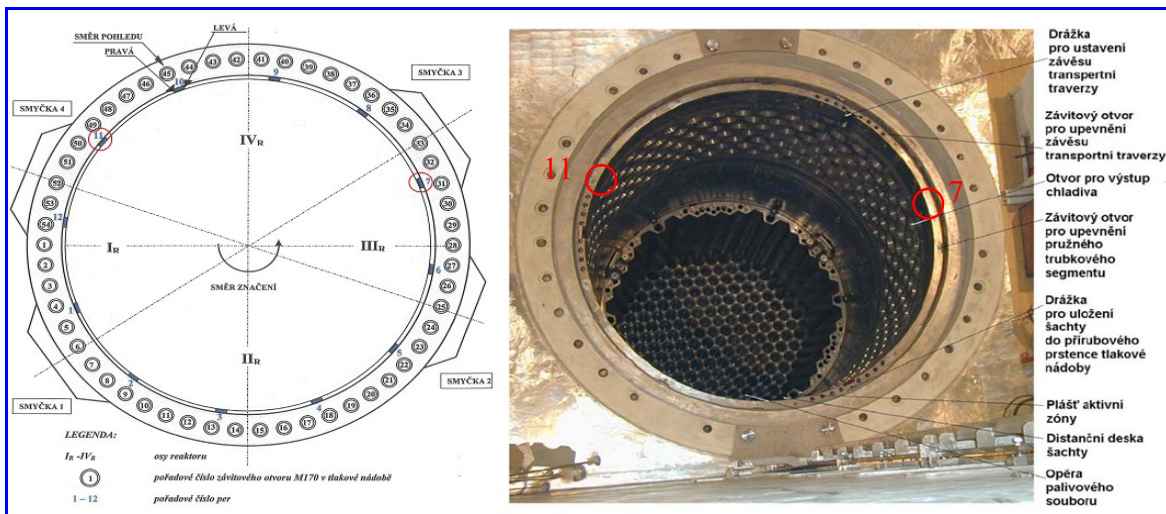
## 2. Zjištění stavu v průběhu GO I. HVB - 2008

Při vizuálních kontrolách šachty reaktoru byly zjištěny otlaky na naváděcích a styčných plochách drážek horní příruby šachty. Indikace byly nalezeny na všech pozicích dvanácti drážek. Byla provedena rozměrová kontrola polohy šachty v reaktoru při které byla kontrolována mezera mezi drážkami v šachtě a perý na tlakové nádobě reaktoru po zavezení šachty a paliva do tlakové nádoby reaktoru. Bylo zjištěno zvýšení celé vůle mezi drážkou a perem přesahující montážní kritérium pro součtovou vůli. S ohledem na charakter a orientaci opotřebení je pravděpodobnou příčinou jeho vzniku kývavý pohyb šachty vůči tlakové nádobě reaktoru, který je projevem dynamické odezvy reaktoru na provozní buzení. Pro řešení této neshody bylo vypracováno a následně implementováno technické řešení neshody (TRN), kdy bylo provedeno vymezení vůlí mezi perem a drážkou, byla tak kompenzována možnost rozkmitu šachty a tím byla minimalizována možnost působení zvýšeného silového namáhání na styčné ploše pero - drážka.

Dále byla při vizuální kontrole per na tlakové nádobě reaktoru na peru č. 7 zjištěna trhlina v horním svaru pera a tlakové nádoby reaktoru o délce cca 12 mm od levého okraje ke středu. Na peru č. 11 byla v horním svaru pera a tlakové nádoby reaktoru nalezena trhlina o délce cca 24 mm od pravého okraje směrem ke středu. Lze předpokládat, že ke vzniku trhlin došlo po opotřebení kontaktních ploch a vznikla významná vůle mezi dotykovou plochou pera a drážky. K iniciaci trhlin a jejich rozvoji mohlo dojít v důsledku rázového děje (start HCČ či nesymetrický chod HCČ). V děrových svarech pera a tlakové nádoby reaktoru na perech č. 7 a 11 nebyly zjištěny žádné trhliny. Spodní svar pera a tlakové nádoby reaktoru byl dodatečně kontrolován bez nálezu poškození. Nálezy související s poškozením per byly zapracovány do Hlášení o poruše (HOP) a byly předmětem dalšího šetření poruchové komise [2].



Obr. 4 Zjištěné trhliny ve svarech per č. 7 a 11 [2]



Obr. 5 Orientační značení per a horní část šachty reaktoru [1, 2]

## 2.1 Technické řešení neshody

Držitelem povolení ve spolupráci s odbornou organizací Škoda JS a.s. bylo zpracováno technické řešení neshody s navrhovaným způsobem řešení, odůvodněním navrženého postupu a předpokládaným termínem realizace.

Z důvodu, že se jedná pouze o trhliny na svarech v horní oblasti pera, bylo doporučeno tyto trhliny neopravovat a navrhnout na základě výpočtu, další možnost provozování bloku s omezeným počtem per. Dále bylo nutné zvážit zda během provozu bloku nemůže dojít k úplnému odlomení horního svaru pera, nebo samotného pera, zda nedojde k šíření trhlin do základního materiálu TN a nebo vzniku trhlin na dalších perech. Bylo nutno zvážit zda tyto indikace nebudou mít vliv na pády klastrů. Během kampaně II. HVB prověřit všechny možné příčiny vzniku trhlin na perech I.HVB (chvění šachty, transport šachty atd.) a připravit se na podobný problém s pery a možnou realizaci opravy během velké odstávky II. HVB, která byla plánována v dřívějším termínu než na I.HVB. Při odstávce na I. HVB v roce 2009 provést opětovnou kontrolu drážek na šachtě reaktoru a kontrolu horních per TN, porovnat s protokoly z roku 2008, vyhodnotit zda došlo k dalšímu šíření trhlin a realizovat opravu [2].

## 2.2 Zdůvodnění přijatelnosti

Dále bylo držitelem povolení zpracováno zdůvodnění přijatelnosti pokračování provozu JE (dokument - BCO) k identifikovanému poškození ve svarech per příruby šachty reaktoru. Podkladem pro toto zdůvodnění byla níže uvedená referenční dokumentace:

- Technické řešení neshody, ČEZ, a.s.
- Výpočtová zpráva (Analýza nebezpečí z hlediska technické bezpečnosti), podklad pro technické řešení neshody pro provoz 1. bloku ETE v 9. kampani, Škoda JS a.s.
- Oponentní posudek výpočtové zprávy Škoda JS a.s., ÚJV Řež a.s.
- Vyjádření k možnému vývoji šíření trhlin ve svarech per příruby šachty, ÚJV Řež a.s.

Záměrem bylo zdůvodnění pokračujícího provozu 1.bloku v 9. kampani s identifikovaným poškozením ve svarech per příruby šachty reaktoru [2].

Dále byl proveden rozbor tohoto stavu z různých hledisek a to:

- 1) Plnění požadavků Vyhlášky 195/1999 Sb. - §13 odst. 3) Vyhlášky 195/1999 Sb. uvádí požadavky na mechanické části tvořící aktivní zónu a mechanické části umístěné v její blízkosti, včetně jejich upevnění. Tyto mechanické části musí být řešeny tak, aby byly schopny odolat statickým a dynamickým účinkům při normálním a abnormálním provozu. Při havarijních podmínkách jejich případné porušení nesmí bránit bezpečnému odstavení reaktoru a chlazení aktivní zóny.
- 2) Bezpečnostní analýzy - uzel pero-drážka na přírubě šachty reaktoru není v předpokladech bezpečnostních analýz explicitně uvažováno. Nicméně modely bezpečnostních analýz jsou založeny na projektem stanovených vlastnostech a funkcích všech vnitřních vestaveb, tedy i upevnění šachty během všech projektových přechodových jevů.
- 3) Pravděpodobnostní hodnocení - z hlediska pravděpodobnostního hodnocení rizika provozu se uzel pero-drážka na přírubě šachty reaktoru v analýzách PSA nikde neobjevuje ani jako analyzovaný systém, ani jako případná iniciační událost. Modely pravděpodobnostních analýz bezpečnosti předpokládají projektem stanovené vlastnosti a funkce všech vnitřních vestaveb reaktoru, tedy i upevnění šachty během všech projektových přechodových jevů. Z tohoto důvodu není možné hodnotit daný problém pomocí standardních modelů PSA.
- 4) Licenční dokumentace - v Předprovozní bezpečnostní zprávě je uváděno uspořádání, popis a funkce vnitřních částí reaktoru, mezi které šachta reaktoru a potažmo i systém zajištění její polohy pomocí uzlu pero-drážka patří. Současně je v této části konstatováno, že vnitřní části jsou projektovány tak, aby snesly namáhání pocházející z provozních, dynamických, seismických i nadprojektových podmínek komponent reaktoru VVER 1000 pro ETE.

Z uvedeného zdůvodnění vyplývá, že bylo ve spolupráci se Škoda JS a.s. vypracováno TRN. Podkladem pro toto TRN byla výpočtová zpráva resp. analýza nebezpečí z hlediska technické bezpečnosti, ve které je uveden průkaz dalšího bezpečného provozu v následujících bodech [2]:

- při analyzovaném snížení nosnosti horního svaru u dvou per z 12 o 40 % nedojde při LOCA DN850 havárii ani při seismické události k celkové ztrátě funkčnosti per a drážek.
- provedením rozměrové kontroly ustavení šachty reaktoru, potvrzení správnosti vystředění šachty a úspěšným provedením zkoušky třecí síly klastrů a zkoušky pádu klastrů v průběhu náběhu bloku po provedení odstávky bude eliminován vliv nesprávné montáže vnitřních částí reaktoru. Těmito činnostmi je zároveň potvrzena projektová funkce klastrů.
- identifikované nálezy se nacházejí ve svarovém kovu a vzhledem k tomu, že směr iniciační síly se během provozu nemění, existuje reálný předpoklad, že další růst indikací nepovede do základního materiálu TNR. Růstu indikací přes návar nebo dokonce do základního materiálu brání jemnozrná struktura charakteristická pro TOO svarového spoje.

Proto pro provoz 1. a 2. bloku v následující kampani byly v rámci analýzy nebezpečí z hlediska technické bezpečnosti stanoveny následující doporučení:

- 1) Sledovat počet cyklů snížení na 0% výkonu a najetí bloku na nominální výkon.
- 2) Sledovat počet odstavení do studeného stavu.
- 3) Provozovat reaktor v režimech se sníženým počtem HCČ pouze po dobu min nutnou.
- 4) Při dvousmyčkovém provozu vyloučit konfigurace HCČ 2+3 a HCČ 1+4. Upřednostnit konfiguraci HCČ 2+4 před HCČ 1+3.
- 5) Při jednosmyčkovém provozu upřednostnit HCČ2 nebo HCČ4.

Další činnosti bezprostředně související s řešením identifikované neshody během následující kampaně:

- 1) Provést analýzu historických signálů 1. HVB ze snímačů diagnostického systému RVMS (akcelerometry na víku a ionizační komory).
- 2) Provést analýzu statických sil působících na plochy drážek per s ohledem na skutečné výrobní a montážní rozměry a tepelné dilatace za provozu.
- 3) Pro odhad sil, působících na horní pera v důsledku dynamického odezvy reaktoru jako celku na provozní buzení, vytvořit výpočtový model.
- 4) Při odstávce na 1. bloku v roce 2009 provést opětovnou kontrolu drážek na šachtě reaktoru a kontrolu horních per tělesa TNR, porovnat s protokoly z roku 2008, vyhodnotit stav.
- 5) Zpracovat kompletní technologii opravy uzlu pero-drážka do zahájení odstávky 2. bloku.
- 6) Zpracovat plán kontrol pro uzlu šachty reaktoru, který bude provedeny během odstávky 2.HVB.
- 7) Při odstávce na 2. bloku v roce 2009 provést kontroly uzlu šachty reaktoru dle plánu kontrol.
- 8) V závislosti na výsledcích analýz realizovat provedení experimentálního programu k ověření charakteristik materiálů per pro zpřesnění predikce dalšího šíření vad.

Závěrem bylo konstatováno, že z uvedeného zdůvodnění vyplývající ze závěrů formulovaných ve výpočtové zprávě (v analýze nebezpečí z hlediska technické bezpečnosti) plyne, že při rozsahu identifikovaného poškození per horní příruby reaktoru je přijatelné pokračovat v provozu během následující kampaně 1. HVB.

### **3. Procesy a činnosti v rámci plnění bodu ad 5) Zpracování technologie opravy uzlu pero-drážka.**

#### **3.1 Dozkoušení přídavného materiálu**

Před zahájením vlastní opravy per horního uzlu upevnění šachty v TNR bylo provedeno specifické dozkoušení přídavného materiálu, za účelem získání inspekčního certifikátu typu 3.2 dle ČSN EN 10204, který vystavuje autorizovaná osoba (AO) ve smyslu Přílohy č.1 vyhlášky

č. 309/2005 Sb. Pro ověřovací zkoušky dvou druhů přídavných materiálů Sv04Ch20N10G2B + tavidlo OF10 (metoda 121) a Sv04Ch19N11M3 (metoda 141) bylo zapotřebí celkem 38 ks zkušebních tělísek. Dohled nad přenášením značení, vlastním svařováním a mechanických zkouškách prováděl zástupce AO, v rozsahu odsouhlaseného programu ověřovacích zkoušek svarového kovu. Dále byl prováděn nezávislý dohled držitelem povolení, výkonem útvaru Technické bezpečnosti (TB) [3].

Dle programu osvědčovacích zkoušek se jednalo o tyto zkoušky:

- kontroly VT, PT, RT
- chemický rozbor svarového kovu
- zkouška svarového kovu při 20 °C
- zkouška svarového kovu tahem při 350 °C
- zkouška svarového kovu rázem v ohybu
- zkouška odolnosti svarového kovu proti mezikrystalové korozi (MKK)
- kontrola obsahu delta feritu ve svarovém kovu
- kontrola odolnosti svarového kovu proti výskytu trhlin za tepla

Na základě výsledků všech zkoušek splňující požadovaná kritéria byl AO vystaven inspekční certifikát typu 3.2 dle ČSN EN 10204, pro svařování VZSN podle vyhlášky č. 309/2005 Sb.

### 3.2 Kvalifikace postupu svařování, svaření KSS

Následně byla provedena kvalifikace postupu svařování dle ČSN EN 15613, tj. na základě předvýrobní zkoušky svařování. Ve smyslu této normy byl navržen kontrolní svarový spoj (KSS), který materiálově i konstrukčně odpovídá místu přivaření pera na tlakovou nádobu. Tzn. , že na materiál tlakové nádoby ocel 15Ch2NMFA byl navařen antikorozi návar. První vrstva návaru byla provedena obalenou elektrodou ZIO-8 o průměru 4.0 mm, a druhá vrstva páskou pod tavidlem Sv04Ch20N10G2B o rozměrech 60x0.5 mm + tavidlo OF10, oprava návaru byla povolena obalenou elektrodou EA 898/21B. Následně byla deska s návarem tepelně zpracována a strojně obrobena. Na takto připravenou desku se přivařila pera metodou TIG drátem Sv04Ch19N11M3 o průměru 2.0 mm, svařování probíhalo ve stejné poloze a stejným způsobem jako následná oprava per [4, 5].

Dle programu kontrolního svarového spoje, včetně kvalifikace postupu svařování se jednalo o tyto zkoušky:

- kontroly VT, PT, ROZ
- zkouška odolnosti svarového kovu proti mezikrystalové korozi (MKK)
- zkouška makrostruktury

Na základě výsledků všech zkoušek splňující požadovaná kritéria zadání a normy ČSN EN ISO 15613 byl AO vystaven protokol o kvalifikaci postupu svařování WPQR, pro svařování na VZSN podle vyhlášky č. 309/2005 Sb. Dále bylo AO provedeno vyhodnocení kontrolního svarového spoje pro opravu / přivaření pera na tlakovou nádobu reaktoru.

Pro případ, že by byl kontrolou zjištěný růst indikací do antikorozi návaru tlakové nádoby reaktoru (TNR), byla pro daný způsob opravy návaru provedena kvalifikace postupu svařování metodou 141. Kvalifikace postupu svařování podle normy ČSN EN ISO 15613 byla spojena s provedením kontrolního svarového spoje. Kompletní dohled nad prováděním a vyhodnocením postupu svařování a kontrolního svarového spoje prováděla AO. Rovněž zde byl prováděn nezávislý dohled držitelem povolení, výkonem útvaru Technické bezpečnosti [3].



Obr. 6 Kontrolní svarový spoj [2]

### 3.3 Pracovní postup opravy v operacích

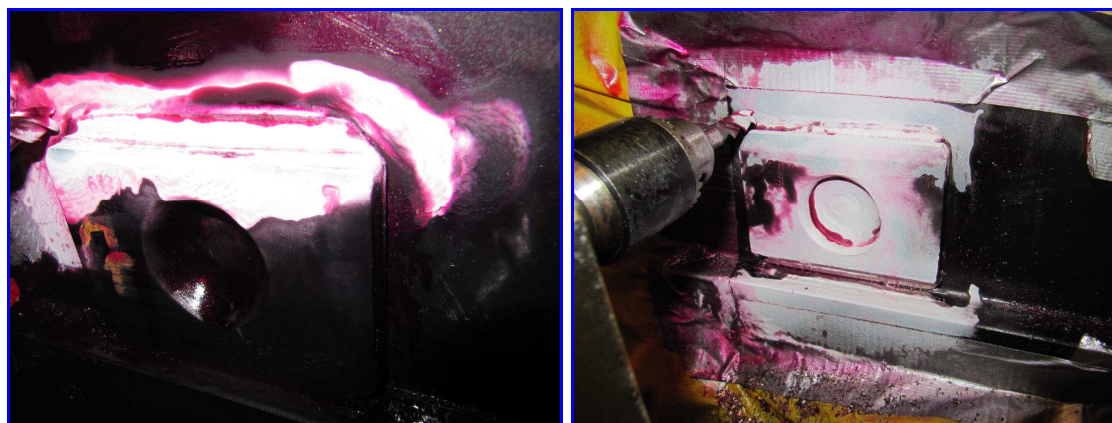
- ✓ Vstupní kontrola dodávky nových per tj. kontrola kompletnosti, průvodní dokumentace, značení a stavu.
- ✓ Kontrola svarů poškozených per VT, PT tj. horních, dolních a kruhových svarů.
- ✓ Ustavení stojanu na překrytí hlavní dělicí roviny (HDR), křížový suport vyrovnán k peru, dále nastaven nástroj pro opracování horního svaru pera.
- ✓ Preparace vady na horním svaru pera, tj. postupné odebírání materiálu svaru pro potřeby kontrol, dále čištění opracovaného svaru pro potřeby kontrol.
- ✓ Začištění a kontrola VT, PT, UZ povrchu návaru tlakové nádoby (TN) v místě po odstraněném svaru.
- ✓ Pomocí přímé brusky se stopkovou válcovou frézou s křížovým ozubením odstranění materiálu kruhového svaru s průvarem pera. Během broušení minimalizování zásahu do návaru TN.



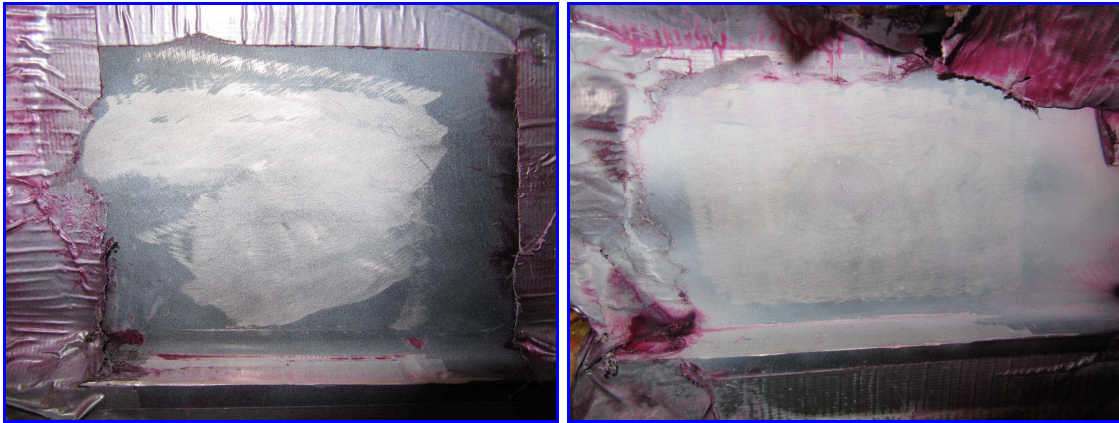
- ✓ Nastavení stojanu a vyrovnání nástroje na dolní svar. Postupné odfrézování materiálu dolního svaru s průvarem pera. Minimalizování zásahu do návaru TN.
- ✓ Odbroušení ruční přímou bruskou zbytky svarů, uvolnění a odstranění pera. Zabroušení povrchu návaru po odstranění pera na úroveň základního materiálu a přešetření drátěným kartáčem.
- ✓ Kontrola VT, PT, UZ návaru TN a dosedací plochy min 150x150 mm v místě ustavení pera.
- ✓ Ustavení do drážky šachty příslušné pero podle značení, dolícování boční vůle a upevnění pomocí klínů.
- ✓ Přistehování pera k návaru TN podle postupu svařování WPS.
- ✓ Kontrola VT, ROZ svarů stehů pera k návaru TN.
- ✓ Zvednutí šachty mikrozdvihem do požadované výšky.
- ✓ Kontrola stavu uzlu pero-drážka tj. kontrola stavu funkčních ploch drážek a per, kontrola svarů stehů per a kontrola stavu dosedacích ploch TN-šachta.
- ✓ Spuštění šachty mikrozdvihem až do dosednutí na dosedací plochu v TN.
- ✓ Znovu zvednutí šachty mikrozdvihem do požadované výšky.
- ✓ Opakovaná kontrola stavu uzlu pero-drážka tj. kontrola stavu funkčních ploch drážek a per, kontrola svarů stehů per.
- ✓ Spuštění šachty mikrozdvihem až do dosednutí na dosedací plochu v TN.
- ✓ Vyjmutí šachty z TN a transport do ŠR VČR.
- ✓ Upravení překrytí HDR pro přístup k horním perům fixace šachty v TN.
- ✓ Zřízení a vybavení pracoviště v TN pro přivaření nastehovaných per.
- ✓ Přivaření per č. 7, 11 k návaru TN podle postupu svařování WPS.
- ✓ Kontrola VT, ROZ, PT svarů přivařených per k návaru TN.
- ✓ Ustavení šachtu ze ŠR VČR do TN.
- ✓ Kontrola polohy šachty v TN tj. kontrola mezer uložení pero-drážka.



Obr. 7 Penetrační kontrola per č. 7 a 11 před opravou [2]



Obr. 8 Penetrační kontrola per č. 7 a 11 během odfrézování svarových spojů [2]



Obr. 9 Penetrační kontrola návaru v místě ustavení per č. 7 a 11 [2]



Obr. 10 Vizuální kontrola vystředění šachty reaktoru po opravě per č. 7 a 11 [2]

#### 4. Dohled nad technickou bezpečností opravy per v TNR

Nezávislý dohled nad zajištěním technické bezpečnosti byl ze strany držitele povolení realizován útvarem Technické bezpečnosti. Dohled byl zaměřený na ověření realizační dokumentace před zahájením prací, kdy dodavatel zpracoval pracovní postup opravy per TNR dle odsouhlaseného zadání držitele povolení (zadávací list). Pracovní postup opravy byl dodavatelem předložena na útvár TB k nezávislému ověření. Po kontrole byla dokumentace potvrzena a předána dodavateli k realizaci opravy. V rámci přezkoumání byly pracovníkem útvaru TB stanoveny do PKZ kontrolní body tj. kontrolní účast v uvedeném rozsahu:

- Kontrola vyhodnocení KSS
- Kontrola sestavení dílů
- Kontrola přídavného materiálu
- Kontrola postupů svařování
- Kontrola průběhu svařování dle WPS

Dále v Programu Dohledu byl pracovníkem útvaru TB pro toto ověření zpracován protokol z dohledu nad technickou bezpečností popisující stav realizační dokumentace.

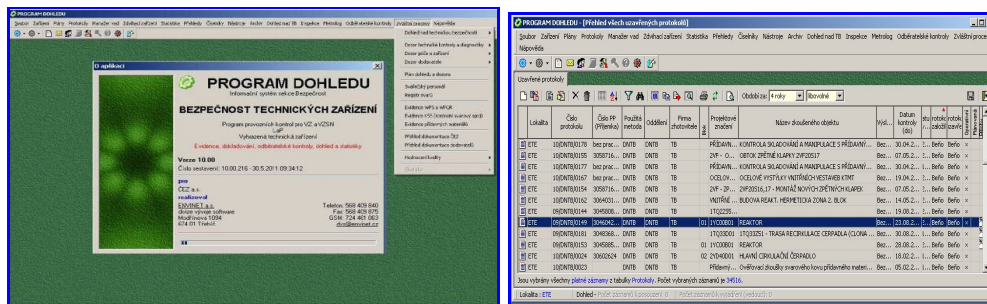
Dále v průběhu realizace opravy per v TNR byl rovněž útvarem TB prováděn nezávislý dohled a to na základě odsouhlaseného plánu kontrol a zkoušek. Dodavatel má za povinnost dle § 6 odst. 5 prováděcí vyhlášky č. 132/2008 Sb. vyzvat určenou osobu k ověření stavu nebo výsledku kontroly, bez prokazatelného souhlasu určené osoby nelze v procesu nebo činnosti dále pokračovat.

V daném případě byl pracovníkem útvaru TB pro tuto opravu zpracován plán dohledu formou protokolu z dohledu nad technickou bezpečností. Plán dohledu resp. protokoly se tvoří v aplikaci Program Dohledu (informační systém sekce Bezpečnost ČEZ, a.s. DV) a obsahuje kontrolované objekty [3].

Objekt kontroly byl zaměř na:

- Přípravu svarových ploch (odstranění TOO, vzdálenost mezi sousedními svary, tvar a rozměry úkosu, čistota svarových ploch, stehovací a montážní přípravky, používání dočasných prvků, vnitřní a ochrana kořene, ochrana okolí svaru proti rozstříku).
- Dodržování postupu svařování (proud, napětí, rychlost, průtok plynu, interpass, teploty přehřevu a dohřevu, tepelný příkon jeli požadováno).
- Kvalifikaci svářeče (atestace JE, záznam o kvalifikaci-osvědčení, certifikát - schválení třetí stranou).
- Jakost přídavného materiálu (identifikace, ověření magnetem austenitický CrNi materiál, dokladování typ dokumentu kontroly, protokol o vstupní kontrole).
- Jakost základního materiálu (identifikace, dokladování - typ dokumentu kontroly, protokol o vstupní kontrole).
- Ověření platnosti kontrolního svarového spoje.

Výkon z kontroly byl pracovníkem útvaru TB zaznamenán do příslušných operací PKZ a byl zpracován protokol z dohledu nad technickou bezpečností (DNTB) s celkovým hodnocením. Dále byla pořízena fotodokumentace stavu a opravy svařováním [3].



Obr. 11 Aplikace Program Dohledu ČEZ - Přehled uzavřených protokolů [3]

## 5. Závěr

Cílem technické bezpečnosti a jeho dohledu nad realizací opravy resp. nad přivařením nových per na TNR bylo zajištění dostatečné úrovně prováděných činností pro všechny relevantní fáze opravy tj. projektování, výroba, přeprava a skladování, montáž a uvádění zařízení do provozu. Od zjištění stavu v průběhu GO 2008 na I. HVB do současné doby nebyly na kontrolovaných místech uzlu pero-drážka TNR identifikovány žádné neshody/ vady typu trhliny nebo nepřipustné otlaky.

## 6. Použitá literatura

- [1] ČEZ, a. s. *Dokumentace společnosti pro přípravu personálu JE - Primární část JE VVER 1000* [on line], 2011, Dostupné z WWW: <<http://www.cez.cz>>.
- [2] ČEZ, a. s. *Realizační dokumentace opravy horního uzlu uložení šachty v TNR - Centrum řízené dokumentace JE*, 2008, 2009.
- [3] ČEZ, a. s. *Aplikace Program Dohledu*, 2011, Dostupné z WWW: <<http://www.cez.cz>>.
- [4] HLA VATÝ, I., KREJČÍ, L., HLA VATÝ, J. Studium strukturních změn austenitických návarů (Study of structure stability of austenitic welds). *Transfer inovací*. 2010. Technická univerzita v Košiciach, Košice, Slovensko, 2010, ročník 3, číslo 18/2010, p. 90 - 94. ISSN 1337-7094.
- [5] MOHYLA, P., HLA VATÝ, I., SCHMIDOVÁ, E. Microstructure Evolution of CrMoV Weld Metal After Long-Therm Heat Exposure in the Sub-Creep Range. *Journals of Engineering, Annals of Faculty of Engineering Hunedoara Romania*. 2009, Volume VII, Fascilure 1/2009, p. 151 - 154. ISSN 1584 - 2665.