

## **MODIFIKACE HETEROGENNÍHO SVAROVÉHO SPOJE POTRUBÍ NAPÁJECÍ VODY V PG VVER 440 - JE EBO3,4**

### **MODIFICATION OF HETEROGENEOUS WELDING CONNECTION OF FEED WATER PIPE IN STEAM GENERATOR VVER 440 - NPP EBO3,4**

Václav Novotný

ŠKODA JS a.s.

#### **Abstrakt**

Projekt řeší záměnu heterogenního svarového spoje na potrubí napájecí vody uvnitř PG na JE V2 Jaslovské Bohunice blok 3,4. Heterogenní svarový spoj se nachází na sekundární straně PG a jedná se o potrubí dimenze DN250, o tloušťce stěny 16 mm z jedné strany z feritického materiálu St20 a tloušťky stěny 10 mm z druhé strany z austenitického materiálu 08CH18N10T. V průběhu dlouhodobého provozu dochází k postupné degradaci heterogenního svaru v tepelně ovlivněné oblasti feritické oceli. Vzhledem ke snaze prodloužení životnosti JE EBO3,4 je nutné nevyhovující heterogenní svar zaměnit za nové řešení – pomocí heterogenního mezipřírubového spoje.

#### **Abstract**

The project addresses the replacement of a heterogeneous welded joint on the feed water pipeline inside the steam generator at NPP V2 Jaslovské Bohunice unit 3, 4. The heterogeneous welded joint is located on the secondary circuit of the steam generator and is a pipe of dimension DN250, with a wall thickness of 16 mm on one side made of ferritic steel St20 and a wall thickness of 10 mm on the other side made of austenitic steel 08CH18N10T. During long-term operation, the heterogeneous weld gradually degrades in the heat-affected zone of the ferritic steel. Due to the effort to lifetime NPP EBO3, 4, it is necessary to replace the unsatisfactory heterogeneous weld with a new solution - using a heterogeneous inter-flange joint.

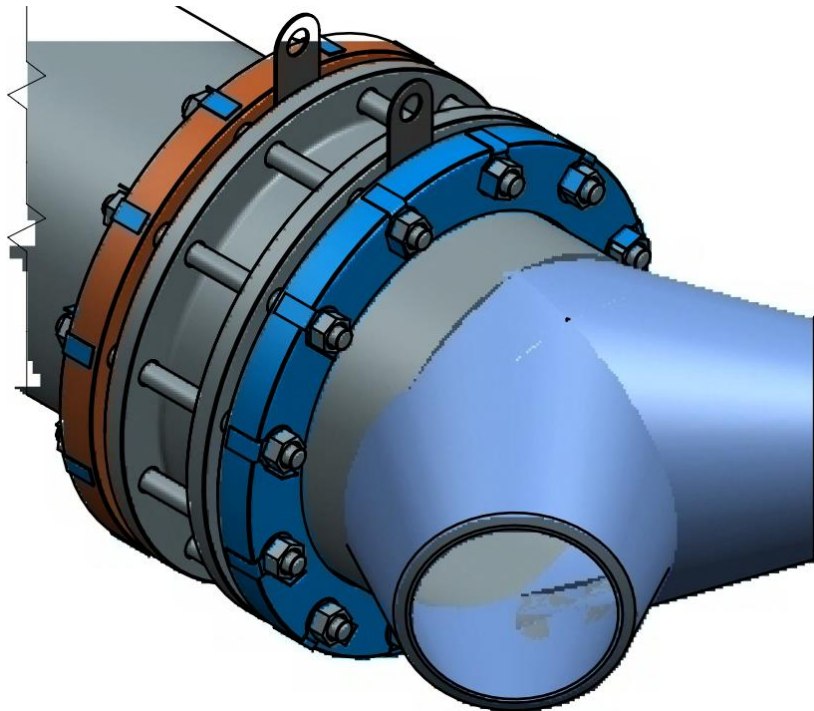
#### **Úvod**

Cílem tohoto projektu byla modifikace heterogenního svarového spoje (HSS) na trase rozvodu napájecí vody (NV) uvnitř PG na sekundární straně JE. Hlavním účelem bylo trvalé odstranění heterogenního svaru z pohledu nespolehlivosti a bezpečnosti parogenerátoru. Zhoršující se stav spolehlivosti HSS na NV PG vyvolával v rámci generálních odstávek operativní práce na opravách, či dočasná technická řešení fixace HSS. Pravidelnými kontrolami bylo zjištěno tvoření vnějších celoobvodových trhlin. Současný stav nevyhovoval dlouhodobému provozu a bylo nutné přistoupit k opravě. Těmito opravami nebylo možno spolehlivě zajistit, aby nevzniklo riziko narušení provozování PG. Jako náhrada současného stavu heterogenního svaru byl zvolen potrubní kovaný doměrek v mezipřírubovém provedení, bez potřeby provádění následných NDT provozních kontrol ve výrazně nepříznivém prostředí z pohledu radiální situace.

Potrubí NV je dle Vyhlášky ÚJD SR 430/2011 Z.z. zařazeno do bezpečnostní kategorie BTII.

### Koncepce navržené modifikace

Část dosavadního potrubí NV byla vyříznuta (včetně HSS), čímž vznikl prostor pro vložení trubkového mezikusu. Na konce rozříznutého potrubí byly navařeny příruby rozměrově shodné s přířubovým mezikusem. Celé řešení tedy obsahovalo dva přířubové spoje o rozměru DN 250 PN 6 dle normy ČSN EN 1092-1. Tloušťka listu přírub byla z normalizovaného rozměru 24 mm zvětšena na 33 mm včetně těsnicí lišty, neboť bylo potřebné přířubový spoj utáhnout větším utahovacím momentem. Svorníky byly vyrobeny z materiálu 42CrMoS4+QT a bylo nutné je atestačně ověřit, neboť nebyl tento materiál zařazený [5]. Při posuzování vhodnosti nového materiálu pro provozní podmínky se hodnotila schopnost odolávat podmínkám – porušení pevným lomem, porušení křehkým lomem, porušení únavou, porušení korozí, radiační poškození. Na základě vyhodnocení byl tento materiál schválen pro použití na NV uvnitř PG. Sestava nového mezipřířubového provedení je znázorněna na obr. 1.



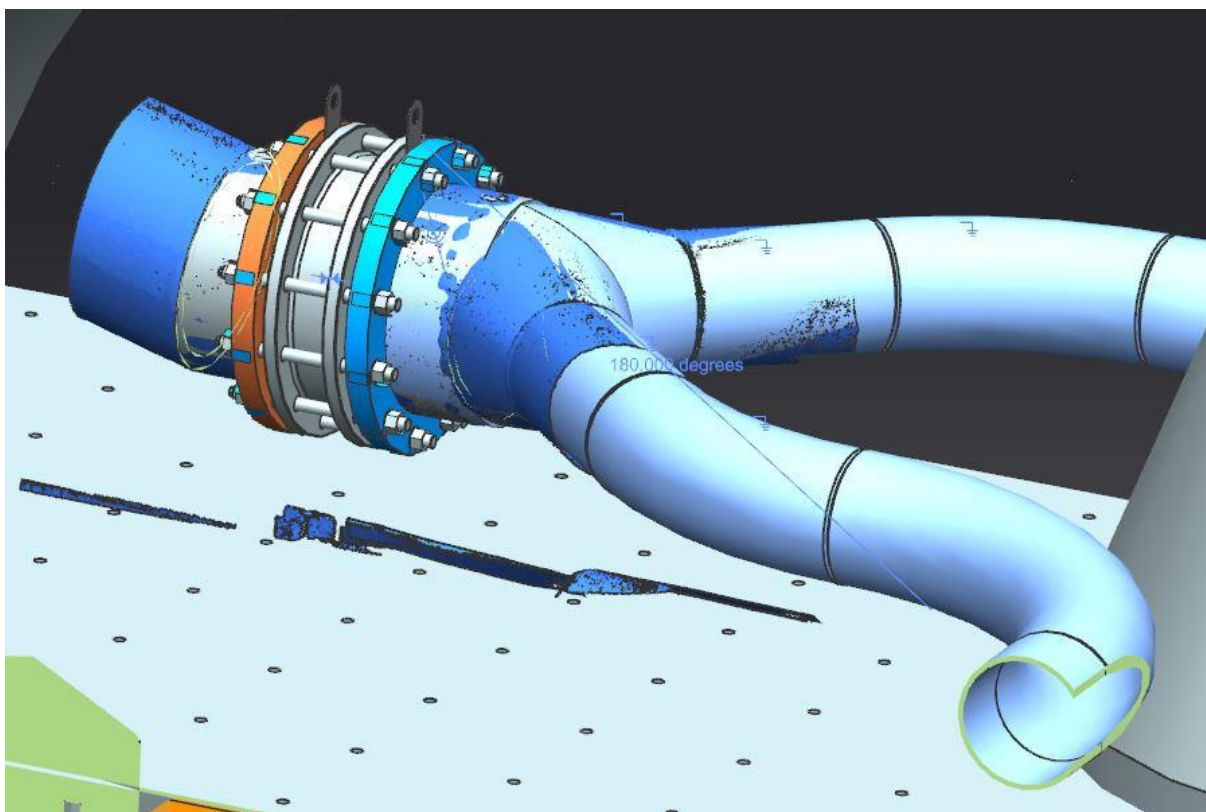
Obr. 1: Schéma mezipřířubového provedení

Do přířubového spoje bylo použito hřebenové těsnění s expandovaným grafitem, ve speciálním provedení, které bylo navrženo pro potřebné utahovací momenty, požadované životnosti a podmínkám prostředí uvnitř PG. Celé řešení bylo koncipováno tak, aby byla montáž fyzicky a časově zvládnutelná (ztížené podmínky uvnitř PG ve velmi omezeném čase).

Před započítím vyřezávání potrubí napájecí vody bylo nutné zafixovat austenitický kalhotový kus a uhlíkaté potrubí tak, aby nedošlo po odříznutí potrubí NV k „poklesu“ ze stávající polohy. Tuto fixaci zajistil přípravek ustavený na mezistěny trubkového svazku PG.

### Skutečný stav – 3D skenování

Zjištění skutečného stavu probíhalo vždy v rámci generální odstávky, při roztěsnění bočního vstupu PG. Skenování bylo provedeno za pomoci ručního 3D skeneru, přičemž výstupem byla mračna bodů, která se následně pomocí softwaru převedla do spojitých ploch. Na základě zjištěného skutečného stavu potrubí NV bylo zvoleno přesné umístění nového přířubového mezikusu tak, aby byly realizační práce nejvíce efektivní, primárně z pohledu snížení dávek ionizujícího záření. Na následujícím obr. 2 je zobrazeno potrubí NV, včetně navržené modifikace.



Obr. 2: Modelování 3D dle Laserscanu – vizualizace

### Svařování

Vzhledem ke složitosti montáže byla zvolena metoda svařování 135, která však není schválená normativním předpisem pro tlaková zařízení na území Slovenské republiky [4]. Pro svařovací metodu 135 byla explicitně udělena výjimka, neboť bylo obhájeno použití metody 135 z hlediska časového, ale s přihlédnutím na velmi malý přetlak média.

Z tlakového hlediska se jedná u potrubí NV o prakticky beztlaký systém, neboť se uvažuje v rozvodu NV uvnitř PG s přetlakem 50 kPa vůči parnímu prostoru v PG. V rámci pevnostních výpočtů byly uvažovány všechny zátěžné stavy a jejich kombinace, které jsou definované pro pevnostní výpočet PG. Na přírubách jsou 4 vrstvy svarů, a to je tedy předpoklad záruky těsnosti svarů.

K výběru metody svařování 135 bylo přistoupeno hlavně z důvodu značně nepříznivé radiční situace uvnitř PG a celkového času vyhrazeného na realizaci díla. Při časovém porovnání ostatních svařovacích metod vyplynulo, že u metody 141 vůči 135 vychází metoda 141 přibližně 5,45x delší na svařovací čas. Tento parametr by násobně zvyšoval čerpanou kolektivní efektivní dávku. Pro tuto metodu 135 byla doložena veškerá potřebná kvalifikace.

### Závěr

Modifikace záměny HSS za mezipřírubový spoj je z pohledu zajištění prodloužení životnosti elektrárny zcela zásadní. Tento princip náhrady zaručuje, že zásadní technologická zařízení elektráren budou moci být v provozu i v dalších letech a nebude narušena integrita provozu. V roce tomto roce 2022 byla provedena tato popisová modifikace na dvou PG na JE EBO3,4 a v dalších letech budou modifikovány další PG a celá akce bude trvat do roku 2027. V aktuální době začíná zcela obdobná akce na JE EMO1,2.

Na obr. 3 je uveden modifikovaný spoj po realizaci v rámci odstavení bloku.



Obr. 3: Skutečné provedení po realizaci – PG42

### Literatura

- [1] Safety Standards Series No. NS-G-2.13 (2009): *Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations Safety Guide*. IAEA [International Atomic Energy Agency]. Vienna.
- [2] NTD A.S.I., Sekce III – 2020 (2020): *Normativně technická dokumentace A.S.I. Sekce III - Hodnocení pevnosti zařízení a potrubí jaderných elektráren typu VVER*. A.S.I. [Asociace strojních inženýrů]. Praha, Brno.
- [3] NTD A.S.I., Sekce II – 2020 (2020): *Normativně technická dokumentace A.S.I. Sekce II – Charakteristiky materiálů pro zařízení a potrubí elektráren typu VVER*. A.S.I. [Asociace strojních inženýrů]. Praha, Brno.
- [4] BNS II.5.1/2012: *Zváranie jadrových zariadení*. Bratislava, ISBN 978-80-88806-93-6.
- [5] BNS II.3.3/2011: *Hutnické výrobky a náhradné diely pre jadrové zariadenia*. Požiadavky Bratislava. ISBN 978-80-88806-84-4