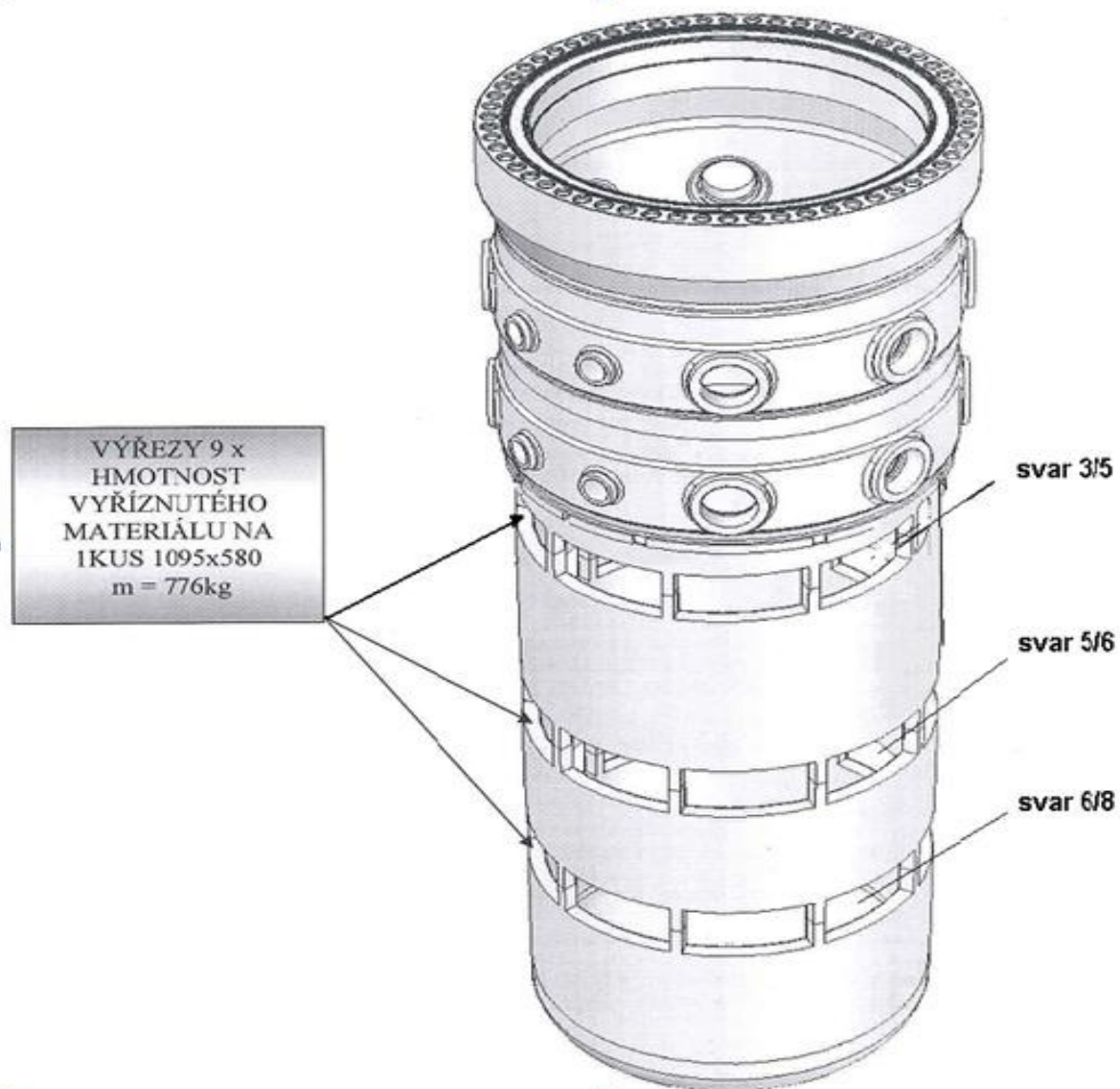


ODBĚR VZORKŮ TNR NA ELEKTRÁRNĚ EWN NORD NĚMECKO

Roman Svoboda ČEZ ENERGOSERVIS spol.s r.o.

29.4.2011

TNR VVER 440 v EWN NORD



TNR VVER 440 v EWN NORD

Jaderný reaktor VVER 440 je tlaková nádoba, svařená z několika segmentů a dna. Výška tělesa je 11805 mm a v průměru měří 4270 mm v nejširší části tj. na dělicí rovině, v místě svarových spojů je venkovní průměr 3840 mm. Těleso je vyrobeno z materiálu 15Ch2MFA podle ruského standardu PNAE G-7-002-86 Vlastnosti materiálu jsou při 20°C:

$$R_{p0,2} = 432 \text{ MPa}$$

$$R_m = 540 \text{ MPa}$$

TNR VVER 440 v EWN NORD

**Jednotlivé segmenty jsou svařeny
automatem pod tavidlem (svary 1/2, 3/2,
3/5, 5/6, 6/8, 8/9). Kořenová vrstva a krycí
vrstva uvnitř a vně je zavařena drátem Sv-08A
+ tavidlo AN-42. Výplň svaru Sv-10ChMFT +
tavidlo AN-42.**

**Z vnitřní strany tělesa nádoby byl proveden
austenitický návar o tloušťce 9 mm. Materiál
návaru je 23/13 Cr/Ni + 19/10 Cr/Ni/Nb.
Tloušťka materiálu v aktivní zóně je 149 mm
včetně návaru**

TNR VVER 440 v EWN NORD

Reaktor byl vyroben ve výrobním závodě Škoda Plzeň a transportován do elektrárny EWN v Německu, kde byl usazen na 7. bloku. Jelikož byla elektrárna v devadesátých letech odstavena, 7. a 8. blok nebyl nikdy v provozu.

Primárním úkolem bylo získat materiál svarových spojů u kterých byl použit přídatný materiál stejné tavby jak u reaktorů JE Dukovany - č. 5/6 nebo materiál složením blízký svary č. 3/5, a 6/8

TNR VVER 440 v EWN NORD

dále základní materiál TNR, materiál tepelně ovlivněné zóny a materiál návaru.

Získané vzorky mají sloužit pro realizaci „Svědčného programu“, který probíhá pod vedením ÚJV ŘEŽ na obou elektrárnách (EDU a ETE).

Výstupem svědečného programu jsou fluenční závislosti materiálových vlastností, neboli závislost materiálových charakteristik na fluenci.

TNR VVER 440 v EWN NORD

TNR je tlustostěnná nádoba u které se musí těmito zkouškami prokazovat odolnost proti náhlému lomu (průkaz integrity TNR).

Z odebraných vzorků se zhotoví zkušební tělíska o rozměrech 10x10x14 mm a ty se potom vkládají do provozovaného reaktoru.

Po určité době se vyjmou a provedou patřičné destruktivní zkoušky (tah, ohyb, vrubová a lomová houževnatost).

TNR VVER 440 v EWN NORD

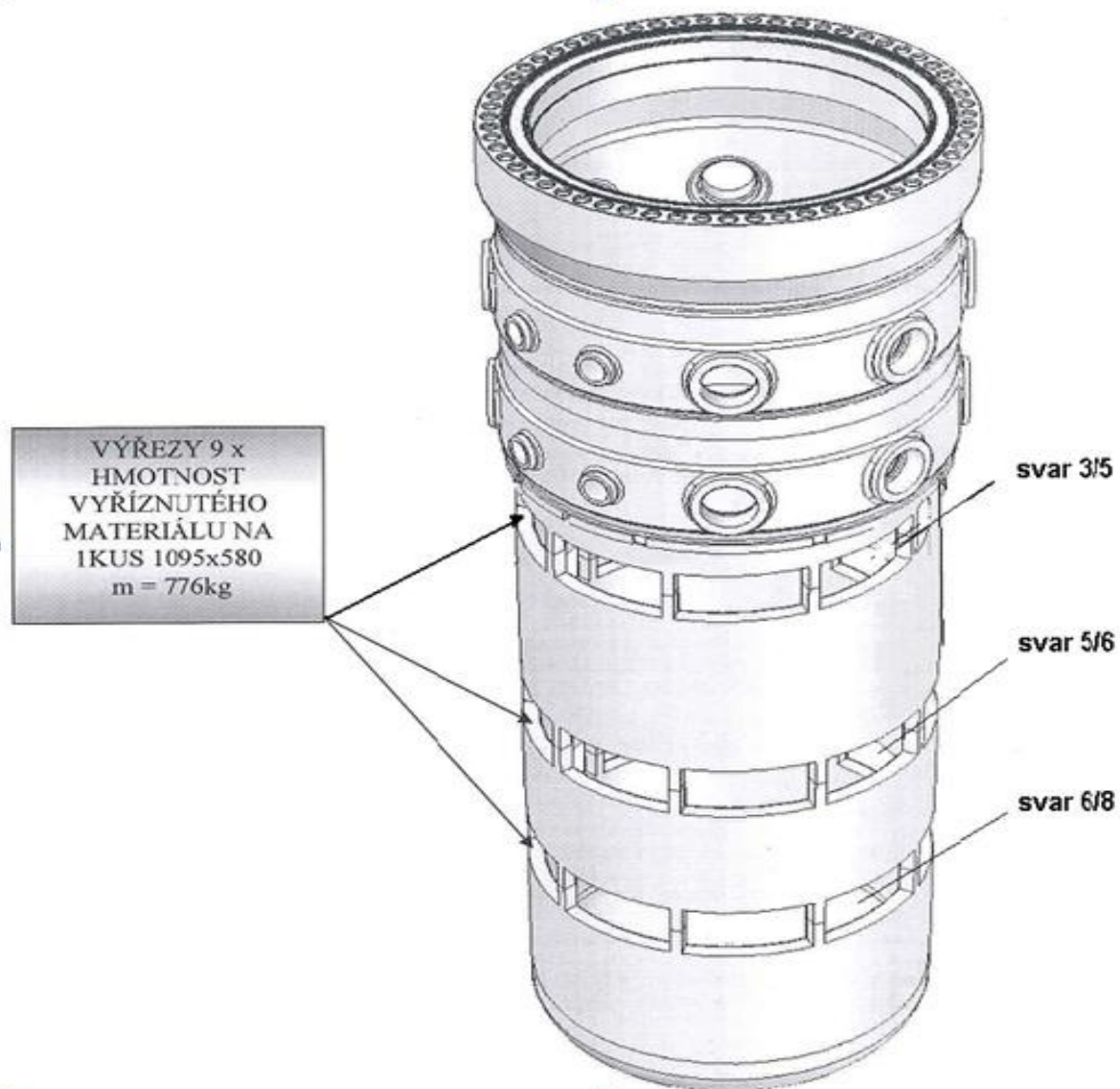
Na základě výsledků těchto zkoušek se potom může prokazovat odolnost nádoby reaktoru proti zkřehnutí a následně prodlužovat životnost.

Samotné práce na vyřezání vzorků obvodových svarů, základního materiálu a návaru byly realizovány ve třech etapách, po jednotlivých svarových spojích. Bylo navrženo odebrat z každého svaru (3/5, 5/6 a 6/8) devět vzorků o rozměrech 580 x 1095 mm (oblouková míra), celkově tedy 27 vzorků.

TNR VVER 440 v EWN NORD

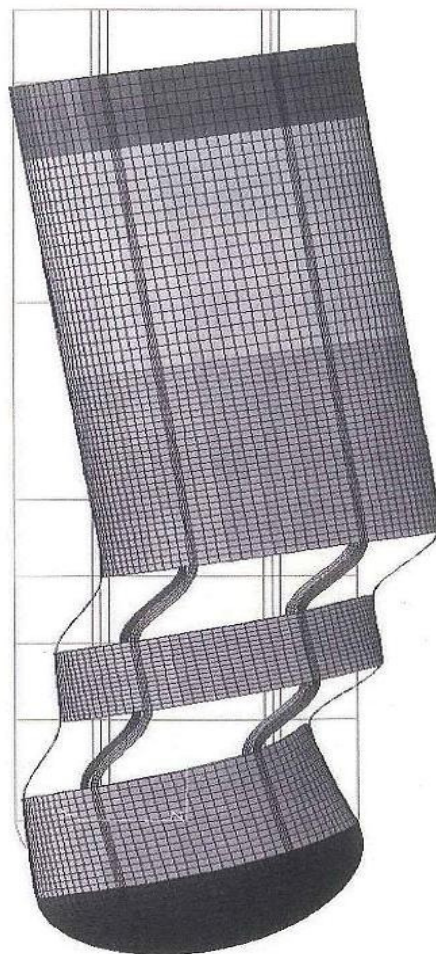
Hmotnost jednoho vzorku byla spočítána na 776 kg. Mezera (můstek) mezi jednotlivými vzorky byla navržena 140 mm.

TNR VVER 440 v EWN NORD



Studie stability TNR

Pracovníci ÚJV ŘEŽ spočítali stabilitu nádoby po budoucím odběru vzorků



Technologie vyřezání vzorků

V přípravě na realizaci úkolu jsme uvažovali původně o několika metodách vyřezání. Bylo to řezání za pomoci plazmy, kyslíkovým kopím, vodním paprskem a řezání kyslíkem. Po zvážení všech aspektů a provedení praktických zkoušek bylo rozhodnuto o řezání kyslíkem.

Doprava materiálu



Montáž plošiny

Nejprve bylo nutno navrhnout a vyrobit speciální plošinu, která se namontovala do TNR pod místem odběrů vzorků. První se realizoval svar č.5/6. Plošina se skládala z několika „U“ profilů, která byly spojeny a vyztuženy uhlíky a jako podlaha sloužil rýhovaný plech.

Montáž plošiny



Montáž plošiny



Montáž plošiny

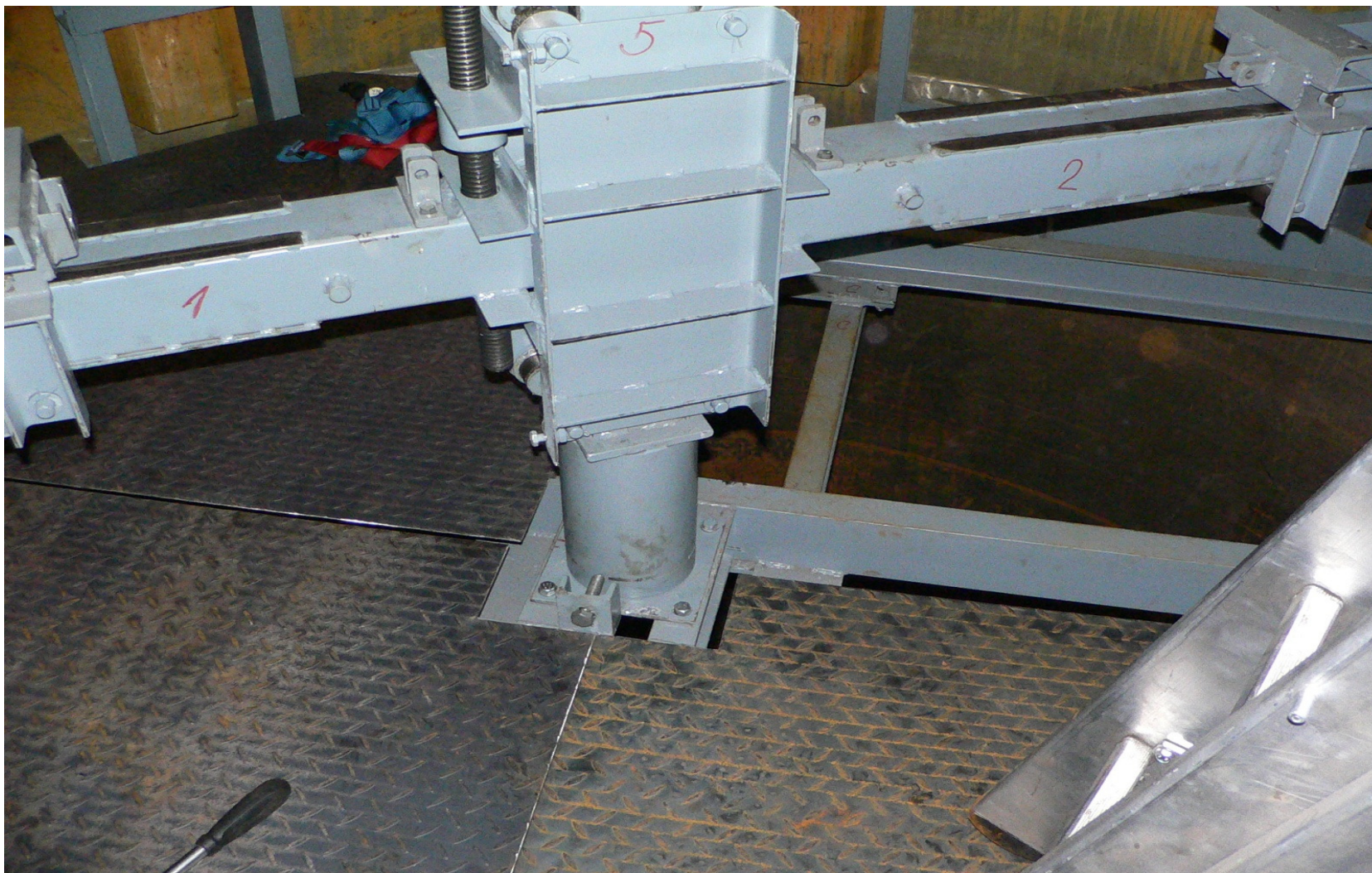


Montáž plošiny

Součástí plošiny je otočné středové rameno s posuvným suportem, které mělo sloužit při vrtání, broušení a pálení.

Plošina byla navržena tak, aby se dalo použít uložení pomocí stávajících prvků, které byly součástí vnitřní plochy reaktoru. Jednotlivé díly byly spuštěny do šachty reaktoru a na místě smontovány.

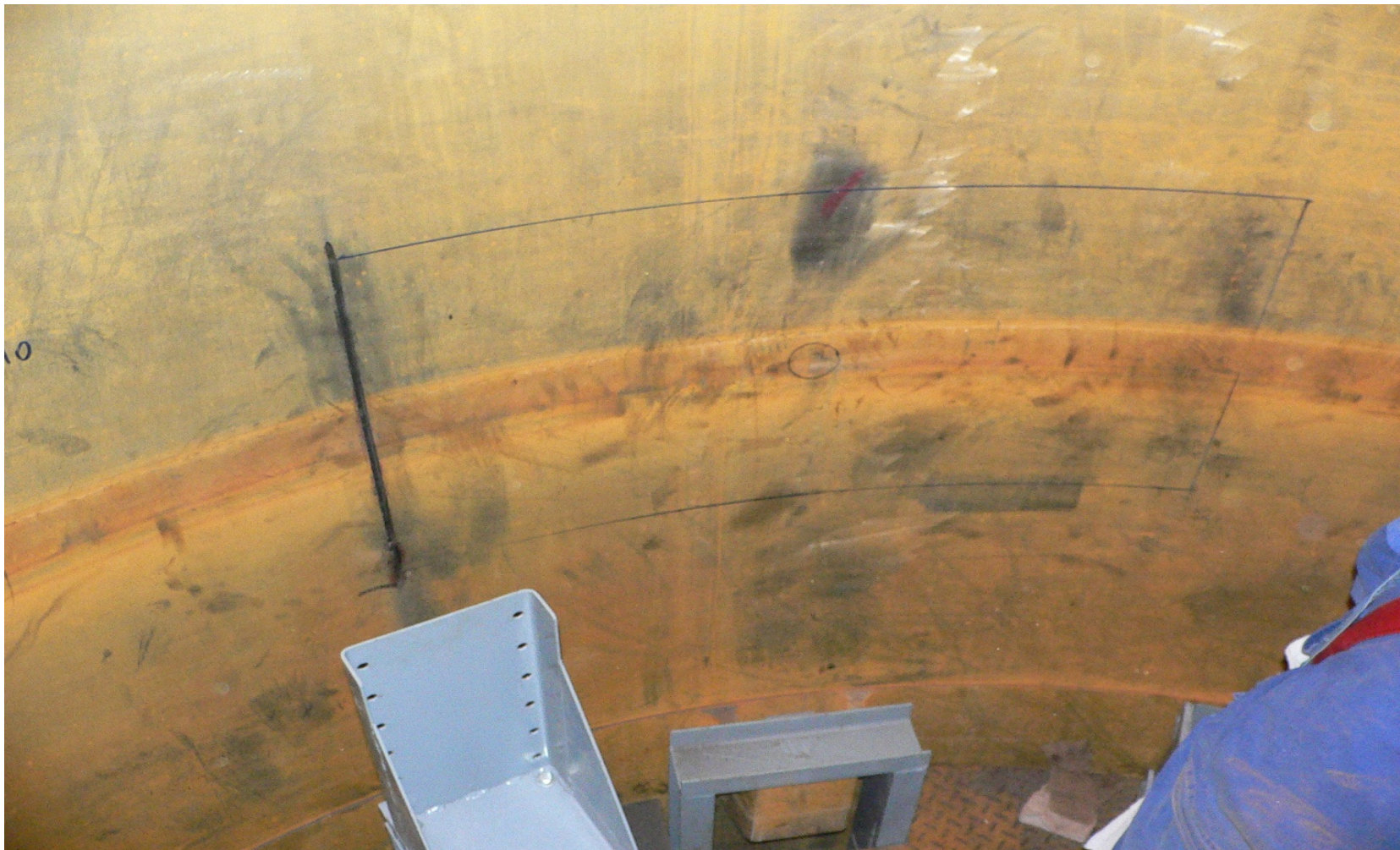
Montáž plošiny



Určení pozice odebíraných vzorků

Bylo nutno přesně označit obvodové svary, aby byly ve středu vzorků a získalo se tak co největší množství materiálu. Jelikož byl uvnitř TRN proveden austenitický návar, svary nebylo možno vidět. Muselo se jejich umístění odměřit ocelovým pásmem od dělicí roviny. Potom bylo možno vzorky na vnitřní stranu tlakové nádoby narýsovat.

Určení pozice odebíraných vzorků



Vrtání otvorů

V levém horním rohu každého naznačeného vzorku bylo nutno vyvrtat otvor \varnothing 12 mm.

Na vrtání se použila magnetická vrtačka, která se připevnila na otočné středové rameno plošiny.

Vrtání otvorů



Vrtání otvorů



Vybroušení návaru

Protože jako technologie vyřezání vzorků bylo určeno řezání kyslíkem a aby bylo možné splnit podmínky řezatelnosti, bylo nutno odstranit vnitřní austenitický návar.

Bylo nutno vybrousit drážku tvaru písmene otevřené „U“ o šířce 20-25 mm a hloubce minimálně 20 mm po celém obvodu narýsovaného vzorku (1095x580)

Vybroušení návaru

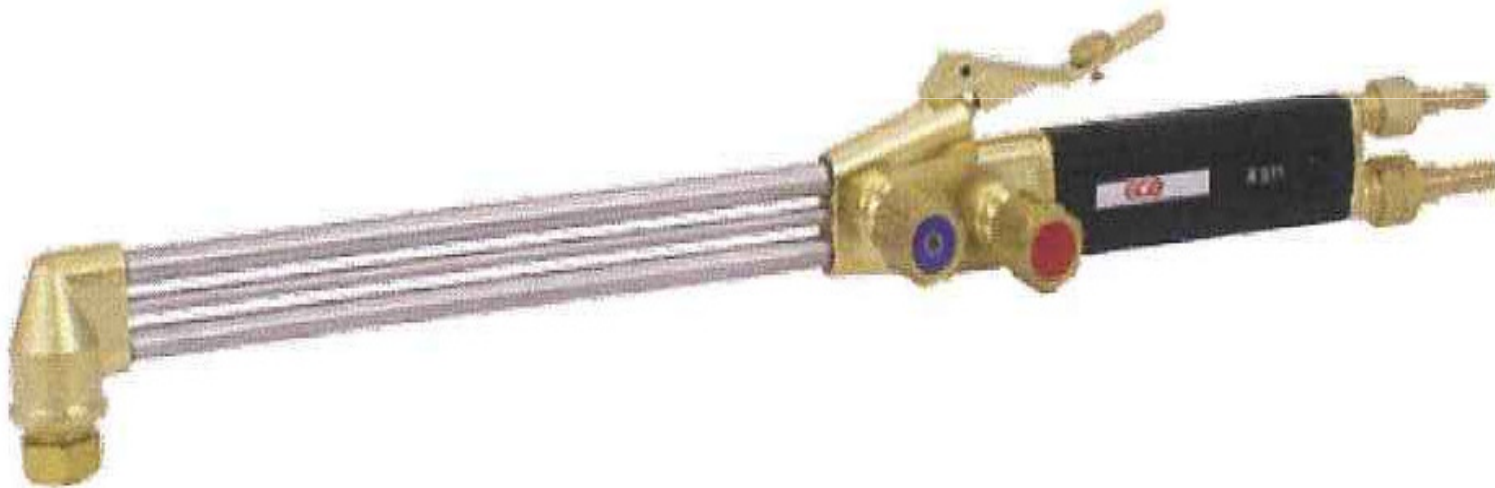


Vybroušení návaru



Hořák X511

Na řezání byl použit ruční hořák X511 a trysky Coolreg



Baterie láhví O_2 a C_2H_2 12+12 kusů



Směšovací stanice



Řezání kyslíkem



Řezání kyslíkem



Vytažení vzorků



Vytažení vzorků



Vytažení vzorků



TNR po zásahu



Vzorky



HOTOVO



Závěr

V praxi se ukázalo, že zvolená technologie byla správná a v daných podmínkách asi jediná možná. Tepelně ovlivněná zóna (po vyřezání kyslíkem) neovlivnila získaný materiál svarových spojů.

Ukázalo se, že u takovéto činnosti je lidská práce nenahraditelná. Původně plánované brousící a pálicí přípravky se neosvědčily.

Závěr

Tímto získal ČEZ dnes již jedinečný původní základní materiál TNR a svarových spojů pro realizování tzv. svědečného programu na mnoho let dopředu, materiál bez kterého by nebylo možno reaktory déle provozovat.