

Spouštění jaderných bloků a Škodovka

MIROSLAV ŠETLÍK

Po zrealizování první JE A1 v Jaslovských Bohunicích (s těžkovodním reaktorem) začala v Československu nová éra s lehkovodním reaktorem VVER 440. Bylo rozhodnuto o stavbě dvou dvoubloků v Jaslovských Bohunicích V1 a V2 a dvou dvoubloků v Dukovanech EDU 1, 2 a EDU 3, 4. Později se rozhodlo o výstavbě 4. bloků na JE Mochovce.

Dále se zaměřím pouze na spouštěcí práce po postupném dokončování montáží, ale i dokončování stavebních prací. Zejména se uvádí rámcově hlavní zkoušky na zařízení, která spadající do finální dodávky ŠKODA JS, tj. primární části...

Základní (hlavní) milníky montáže a zkoušek systémů a komplexních zkoušek provozních souborů na bloku, jež byly převzaty z realizace ruských JE. Jedná se o postupný sled činností na kritické cestě, který byl platný pro výstavbu našich JE.

1a.) Zkoušky, PČO potrubních tras tzv. Vodního řetězce

Jako první se zabezpečují venkovní provozní soubory zajišťující média pro pomontážní čistící operace potrubních systémů před vstupem do HVB. Jedná se o stavební objekty Čerpací stanice surové vody, Hlavní čerpací stanice, kompresorová stanice, olejové hospodářství, plynové hospodářství a chemická úprava vody se zásobníky demivody. Již v této době probíhají na uvedených souborech a zařízení zkoušky a jejich uvádění do částečného nebo definitivního provozu na zajištění dodávek médií pro PČO – proplachy, profuky a olejové proplachy.

Provozní soubory Vodního řetězce jsou předány do předčasného užívání provozovateli.

1.b) PČO potrubních tras a zařízení v HVBv sekundární a primární části (po ukončení PČO dle bodu 1.a)

Proplachy PČO primárního a sekundárního okruhu v HVB jsou rozděleny do třech hlavních etap – pro 1. Hydrozkoušku (dále jen HZ), 2. HZ a 3. HZ. K PČO jsou také namontovány provizoria pro PČO, které se po ukončení čistících operací demontují a zařízení se uvede na projektový stav. Pro tyto práce je vypracován Program PČO a detailní harmonogram s návaznostmi jednotlivých činností. Před PČO příslušné části potrubních tras se provádí zkoušky, funkční zkoušky části elektro a SKŘ.

Výše uvedené činnosti zajišťuje GDt – ŠKODA Praha.

Pro 1. HZ se proplachy (1. etapa) provádí na plnicích, tlakovacích trasách a vypouštěcích (zde jen uvedené zkoušky) trasách do kanalizace.

Ještě před 1. HZ se provede PČO potrubí dazaktivace do reaktorového sálu pro potřeby zahájení Kontrolní montáže reaktoru prováděné v čisté montáži.

2) 1. HZ – zkouška oddělených částí primárního potrubí

Po splnění všech revizí na HCČ a HUA lze tyto práce zahájit. V této etapě se provedou také předepsané zkoušky na elektro a SKŘ (pro PČO 2. etapa) a vlastní PČO systémů SAOZ TH, TJ, TQ do tlakové nádoby.

3) 1. revize a příprava ke 2. HZ

Na zařízení, které se účastnilo 1. HZ, proběhnou revizní práce.

Příprava ke 2. HZ

Provádí se zkoušky elektro, SKŘ a také montáž provizorií k zabezpečení PČO 2. etapy ke 2. HZ. **Následně se realizují PČO příslušných tras a zařízení, které se účastní 2. HZ.**

HCC

V rámci přípravy ke 2. HZ se provádí zkoušky elektro, SKŘ a namontována jsou provizoria k PČO a jejich provedení na olejových trasách HCC.

Dále v době 1. Revize se provádí **zkoušky záběhu el. motorů**, zkoušky ochran blokad a oživení armatur pro HCC a následně se uskuteční funkční zkoušky systému chlazení. Po Záběhu el. motorů HCC proběhne zkouška blokad a ochran HCC. Na závěr připravenosti budou zahájeny funkční zkoušky HCC a zařízení je připraveno pro zkoušky v rámci 2. HZ.

HUA

V této době po seřízení HUA se přivede demivoda na ucpávky HUA.

PG a KO

Pro 2. HZ se provede seřízení hladin PG a Kompenzátoru objemu. Ve strojovně se uskuteční oživení, seřízení a funkční zkoušky 2 ks napájecích čerpadel do PG pro 3. HZ (Gdt).

SAOZ

Demontují se provizoria po PČO a systém se uvede na projektový stav. Následně se oživí a seřídí armatury k provedení funkční zkoušky SAOZ.

4) 2. HZ (studené zkoušky)

Program 2. HZ se zahájí plněním primárního okruhu a těsnostními zkouškami. Následuje ohřev a tlakové zkoušky I.O. Za této teploty proběhnou cirkulační proplachy, dále zkoušky SAOZ. Na závěr se provede pasivace a dochlazení.

Posledními činnostmi jsou postupně zkoušky hermetizace, zkoušky těsnosti šachty reaktoru. Nakonec se provede vypuštění I.O.

V průběhu 2. HZ se provádí zkoušky a seřízení zavážečného stroje nad BVP a Šachtou reaktoru na sucho a pod vodou (v případě že se nestihnou zkoušky pod vodou, lze je provést resp. dokončit před 3. HZ, ale to již mohou být termíny velmi napjaté. Je třeba koordinovat zkoušky při 2. HZ a pracemi které budou probíhat při 2. revizi).

Dále musí již probíhat Kontrolní montáž BOT, Horního bloku (HB) a jeho kompletování. Práce jsou řízeny a koordinovány spouštěči ŠKODA Plzeň.

K zahájení 2. HZ provést zkoušky APS s DGS a příslušnými systémy (GDt).

5) 2. revize a příprava ke 3. HZ

Na zařízení, které se účastnilo 2. HZ se provedou revizní práce. Provádí se zkoušky elektro a SKŘ pro část zajišťující PČO 2. etapa v rozsahu pro potřeby pro 3. HZ.

Příprava k 3. HZ

Reaktor

Na re-sále se provedou kontroly maket PČ a ustavení šachty a koše AZ do tlakové nádoby. A pomocí zavážečného stroje se provede zavážka

maket PČ. Následně se smontuje reaktor s BOT a HB a namontují již odzkoušené pohony ARK do HB. Reaktor se utěsní pomocí utahováku matic. Reaktor je připraven ke 3. HZ.

HCC

Provádění zkoušek na HCC – zkoušky regulace chlazení oleje, zkoušky blokad olejových čerpadel HCC, seřízení SKŘ HCC. Po oživení systému TF se provedou funkční zkoušky systému TF10,30. K zahájení zkoušek blokad HCC olejových čerpadel musí GDT dokončit funkční zkoušky NT a VT vzduchu (není v dodávce ŠKODA Plzeň).

HUA

Provede se nastavení koncových poloh a úplné seřízení ovládání HUA, zajištění HUA.

PG

Provádí se kontrolní prostřely a nakonec PG utěsnit.

Lze zahájit plnění oddělených smyček I.O. paralelně se zkouškami blokad HCC. Tím je část zařízení z FD ŠKODA JS po zkouškách připraveno k zahájení 3. HZ.

V rámci dodávky GDT ve strojovně provést oživení a seřízení čerpadel NČ, HNČ, SHN včetně funkčních zkoušek s vazbou na připravenost PG v boxu PG pro 3. HZ.

6) 3. HZ (horké zkoušky, neaktivní)

Program 3. HZ začíná plněním I.O. a těsnostními zkouškami. Následují zkoušky hermetizace, těsnostní zkouška a zkouška APS. Poté se provede ohřev na 120°C a tlakové zkoušky I.O.

Po ohřevu na 260°C se uskuteční Horké zkoušky dle programu. Na závěr 3. HZ se provede dochlazení, zkouška APS a vypuštění I.O.

7) 3. revize

Revize se provede na zařízení, které se účastnilo 3. HZ. Vывезou se makety z TN pod vodou a dokončí seřízení a zkoušky zavážecího stroje. Následně se provedou zkoušky kovu TN.

Po revizi HCC se dokončí zkoušky HCC.

8) Zavezení čerstvého paliva

Po dokončení všech předepsaných zkoušek podle Programu spouštění a vystavení souhlasného protokolu SÚJB k zavážce se zahájí práce na reaktoru – ustavení šachty a koše AZ plnění I.O. (demivoda s roztokem kyseliny borité do I.O.) Poté zavážecím strojem pod vodou se provede zavážení čerstvého paliva do koše AZ. Tyto práce provádí provozovatel JE.

9) Fyzikální a Energetické spuštění bloku

V rámci fyzikálního spuštění se provádí fyzikální experimenty.

Po jejich ukončení a povolení od SÚJB se plynule zahájí Energetické spuštění. Reaktor je uveden do minimálního kontrolovaného výkonu (MKV) a po dosažení požadovaného výkonu jsou postupně přifázovány oba turbogenerátory na síť. Poté je zvyšován elektrický výkon a na hladinách 35 %, 55 %, 90 % a 100 % se provádí plánované zkoušky.

U VVER 440 je uplatňována průběžná doba Energetického spuštění 3. měsíce.

10) Komplexní zkoušky a zahájení zkušebního provozu bloku

Komplexní zkoušky celého bloku (průkazný chod) trvá 144 hodin a poté je blok předán investorovi k zahájení zkušebního provozu

Závěr

Harmonogram hlavních spouštěcích prací

Situace, která vznikla při paralelní výstavbě bloků na JEBO V2 a JEDU 1 v první polovině 80. let

Výstavba na těchto lokalitách byla v této době v přibližně ve stejném stupni rozpracovanosti, ale také s různým časovým skluzem oproti harmonogramu. Ukázalo se, že FD nemají k dispozici požadované kapacity pro souběh těchto prací. Jednalo se zejména o zkušené techniky a spouštěče. To velmi narušovalo plnění plánovaných, ale i aktualizovaných (náhradních) termínů na obou lokalitách. Trochu přednost dostávala JE Bohunice V2, čímž vznikaly problémy na JEDU a skluzy narůstaly. Vzniklou situaci k řešení si vzala za úkol spouštěcí skupina pod vedením Františka Hezoučkého a ve spolupráci se šéfy spouštění FD (u GDt to byl Vojtěch Kotyza, u ŠJS Plzeň to byl Luděk Šnajdr a dalšími FD). Cílem bylo zastavit a eliminovat časový skluz v realizaci výstavby.

S přispěním této skupiny byl předložen návrh udělat v řetězci hlavních spouštěcích prací radikální změnu. Došlo se k názoru, že není třeba provádět odděleně zkoušky studené (2. HZ) a horké (3. HZ). Návrženo bylo zrušit 2. HZ a 2. revizi a spojit tyto hydrozkoušky do jedné, tzv. Integrované, což v podstatě znamenalo zrušit 2. HZ a 2. revizi, čímž se ušetřilo několik dní k eliminaci skluzu termínů. Po schválení návrhu sovětskými odborníky a také SÚJB byl tento návrh po delší době schválen a poté po projednání s pracovníky na stavbě zpracován nový harmonogram.

Byli tu ale někteří lidé, kteří tuto změnu kritizovali. Také na JE Mochovce jeho vedení se změnou nesouhlasilo.

Od této doby na JE v Dukovanech, ale i na JE Temelín se v harmonogramu plánovalo s Integrovanou hydrozkouškou (IHZ), tj. bez 2. HZ a 2. revizi, čímž se ušetřilo mnoho dní. Bylo to poprvé na EDU, kde se k podobné změně přistoupilo.

Lze potvrdit, že díky této změně bylo umožněno (i zlepšením organizací prací) spustit blok 2. a 3. na Dukovanech v jednom roce (1986). To se na jaderných elektrárnách nepodařilo nikde.

Komplikace v koordinaci a zajišťování prací v době spouštěcích prací

Jednalo se o souběhy stavebních prací (stavební práce pro čistou montáž, stavební dokončení před 3. HZ, spouštěcí práce včetně dokončování montáží (nátěry, tepelné izolace zařízení) v čisté a normální montáži. Jsou to vlastně závěrečné práce, které se velmi těžko dají naplánovat do harmonogramu. Vlastně je lze řešit pouze operativně podle skutečnosti přímo na stavbě. Do toho vstupují činnosti předávání kobek a prostor po dokončení montáže a poté zase po stavebním dokončení předat zpět FD a také dostat časový prostor na odstraňování závad jak stavebních, tak technologických. Na žádném bloku se to nedařilo řádně zkoordinovat, a ani jedna strana nebyla spokojena.

Zkratky použité v příspěvku

APS	Automatika postupného spouštění
AZ	Aktivní zóna reaktoru (probíhá zde ohřev chladiva
BOT	Blok ochranných trub (část vnitřních částí reaktoru)
BVP	Převzato z ruštiny (bazen vyděržaky paliva = byzén palivových článků, kazet
DGS	Dieselgenerátorová stanice
FD	Finální dodavatel (technologie)
Gdt	Generální dodavatel technologie

HČČ	Hlavní cirkulační čerpadlo v primárn okruhu
HUA	Hlavní uzavírací armatura (rozděluje cirkulační potrubí na oddělitelnou část a neodělitelnou část
HVB	Hlavní výrobní blok – zde je umístěn primární okruh, pomocné systémy primár. okruhu, elektro etažerky (podélná a příčné)
HZ	Hydrozkouška
I.O	První (primární) okruh
JE	Jaderná elektrárna
KO	Kompenzátor objemu (k dosažení a udržení potřebného tlaku vody v I.O
NČ	Napájecí čerpadlo (strojovna)
HNČ	Havarijní napájecí čerpadlo (strojovna)
NT	Nízkotlaké (systémy)
PČ	Palivové články
PČO	Pomontážní čisticí operace smontovaného zařízení (potrubních tras)
PG	Parogenerátory (dělicí místo mezi primárem a sekund
SAOZ	Zařízení systému automatiky a ochrany zařízení (primár)
SHN	Super havarijní napájení (strojovna)
SKŘ	Systém kontroly a řízení bloku
ŠKODA JS	Závod ŠKODA Jaderné strojírenství
TN	Tlaková nádoba reaktoru
VT	Vysokotlaké (systémy)