

## Jaderně energetická zařízení v České republice

*Václav Bláha\*, Viceprezident České nukleární společnosti*

V České republice máme v současné době v provozu pět jaderně energetických zařízení: dvě jaderné elektrárny v Dukovanech a na Temelíně, výzkumné reaktory LR-0 a VVR-S (dnes LVR-15) v Ústavu jaderného výzkumu Řež a školní reaktor VR-1 na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské v Praze.

### JADERNÁ ELEKTRÁRNA DUKOVANY

#### Historie

Pro Jadernou elektrárnu Dukovany bylo vybráno místo v blízkosti jihomoravského Třebíče na pravém břehu řeky Jihlavy. Výběr místa podléhá mnoha kritériím podle předpisů Mezinárodní komise pro atomovou energii (MAAE). Mezi hlavní kritéria patří vhodné geologické podmínky, kterým tato lokalita bezesbytku vyhovuje.

Historie této jaderné elektrárny začíná v roce 1970, kdy Československo a Sovětský svaz podepsaly mezivládní dohodu o výstavbě dvou jaderných elektráren, každá o výkonu 1760 MW. První byla vybudována v Jaslovských Bohunicích na Slovensku a druhá v Dukovanech. Výstavba v Dukovanech byla zahájena v dubnu roku 1974, v letech 1976–1978 byly práce přerušeny z důvodu přepracování projektu na modernější typ jaderného reaktoru VVER 440 – V 213. Práce byly obnoveny v červenci 1978 a o čtyři roky později, v listopadu 1982, byla do 1. bloku usazena tlaková nádoba reaktoru. V únoru 1985 proběhla poprvé řízená řetězová štěpná reakce, na plný výkon najel blok 26. března a od 3. května 1985 byl zahájen zkušební provoz. Postupně v letech 1986 a 1987 byly spuštěny další tři bloky a v červenci 1987 dosáhla elektrárna svého maximálního projektového výkonu 1 760 MW.

#### Základní parametry elektrárny

Počet bloků	4
Výkon reaktorového bloku	440 MW (elektrických)
Celkový instalovaný výkon	1 760 MW (elektrických)

#### Reaktor

Typ reaktoru	VVER 440 V 213
Tepelný výkon	1 375 MWt
Počet palivových kazet	312
Počet regulačních kazet	37

#### Parogenerátor

Počet parogenerátorů na 1 blok	6
Tlak páry	4,61 MPa
Teplota páry	260 °C
Teplosměnná plocha	2 510 m <sup>2</sup>
Parní výkon	452 t páry za hodinu

#### Turbogenerátor

Počet turbogenerátorů na blok	2
-------------------------------	---

#### Turbína

Jmenovitý výkon	220 MWe
-----------------	---------

\* blahavac@quick.cz

Otáčky 3 000 za minutu

## Generátor

Jmenovitý výkon 220 MWe  
Výstupní napětí 15,75 kV

## Provoz jaderné elektrárny

Od roku 1987, kdy začala Jaderná elektrárna Dukovany pracovat na plný výkon, dodává do rozvodné sítě každoročně více než 12 miliard kilowatthodin elektrické energie. Po celou dobu jejího provozu (1. blok je v plném provozu již 21 let) se vyznačuje spolehlivostí, nízkou poruchovostí a vysokou provozní bezpečností. Provoz elektrárny ušetří životní prostředí od zátěže 17 milionů tun oxidu uhlíku za rok, které by se uvolnily při spálení 11 milionů tun uhlí v uhelných elektrárnách.

Z technických a ekonomických důvodů jsou reaktorové bloky elektrárny provozovány dlouhodobě na plný výkon. Reaktorové bloky jsou plánovitě odstavovány jedenkrát za rok k provedení překládky paliva a nezbytných kontrolních a údržbářských prací. Vždy je odstaven pouze jeden reaktorový blok.

Provoz každého ze čtyř bloků elektrárny je automatický. Na správnou činnost automatických systémů dohlíží provozní personál na blokové dozorně, která je řídicím centrem každého bloku. Tato činnost je na každém bloku zajišťována šesti směnami, které se pravidelně střídají v nepřetržitém provozu. Pracovní doba jedné směny je 8 hodin. Směna je složena z vedoucího reaktorového bloku (VRB), operátora primární části, operátora sekundární části a manipulátora elektrozařízení. Fyzickou kontrolu provádí obsluhy jednotlivých zařízení, které spolupracují s personálem blokové dozorny při provádění veškerých kontrol a manipulací. Na provoz celé elektrárny dohlíží směnový inženýr.

## JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN

---

### Historie

Jaderná elektrárna Temelín je umístěna v Jižních Čechách v blízkosti Týna nad Vltavou. Rozhodnutí o výstavbě 1. a 2. bloku bylo vydáno v roce 1980. V roce 1987 byla zahájena výstavba provozních objektů. Na přelomu 90. let došlo k přehodnocení koncepce výstavby, pozastavení prací na 3. a 4. bloku a po několika mezinárodních auditech schválila vláda v březnu 1993 dostavbu JE Temelín. Na průběhu výstavby tohoto velmi složitého technického díla se nepříznivým způsobem podepsalo i vytváření nepříznivého společenského klimatu odpůrci jaderné energetiky v ČR i zahraničí, jejichž mnohokrát zcela irelevantním argumentům byla věnována ze strany médií značná pozornost. Přes řadu technických obtíží a přes tyto skutečnosti se podařilo dovést dílo do konce a dne 11. ledna 2002 bylo na 1. bloku dosaženo projektového výkonu 3 000 MWt (1 000 MWe). Na 2. bloku bylo maximálního projektového výkonu poprvé dosaženo 3. března 2003.

### Základní parametry elektrárny

Počet bloků 2  
Instalovaný výkon jednoho bloku 981 MWe  
Typ reaktoru Tlakovodní VVER 1000, V 320

### Reaktor

Tepelný výkon 3 000 MWt

### Aktivní zóna

Počet palivových kazet 163  
Počet palivových proutků v kazetě 312  
Obohacení paliva max. 5 % <sup>235</sup>U

Celková hmotnost paliva (UO <sub>2</sub> )	92 t
Palivový cyklus	4 roky
<b>Primární okruh</b>	
Počet cirkulačních smyček	4
Objem chladiva v primárním okruhu	337 m <sup>3</sup>
Pracovní tlak	15,7 MPa
Teplota chladiva na vstupu do aktivní zóny	cca 290 °C
Teplota chladiva na výstupu z aktivní zóny	cca 320 °C
Průtočné množství chladiva reaktorem	84 800 m <sup>3</sup> za hodinu
<b>Parogenerátor</b>	
Počet na blok	4
Parní výkon na jeden parogenerátor	1 470 t za hodinu
Tlak páry na výstupu z parogenerátoru	6,3 MPa
Teplota páry na výstupu z parogenerátoru	278,5 °C
<b>Ochranná obálka ( kontejment )</b>	
Výška válcové části	38 m
Vnitřní průměr válcové části	45 m
Tloušťka stěny	1,2 m
Tloušťka vnitřní nerezové výstelky	8 mm
<b>Turbogenerátor</b>	
Počet na blok	1
Turbína	1 VT díl + 3 NT díly
Otáčky	3 000 za minutu
Výstupní napětí alternátoru	24 kV
Chlazení alternátoru	kapalný vodík

Další informace o obou těchto elektrárnách a mnoho dalších zajímavostí o jaderné energetice máte možnost se dozvědět v informačních centrech obou elektráren.

---

## VÝZKUMNÉ REAKTORY V ÚSTAVU JADERNÉHO VÝZKUM ŘEŽ, A.S.

---

### Lehkovodní reaktor LR-0

Reaktor LR-0 představuje ojedinělé experimentální zařízení, které dovoluje studovat statické a přechodové stavy v aktivních zónách typu VVER 1000 a VVER 440. Reaktor pracuje v běžném provozu s výkonem 0,1 až 400 W, nejvyšší povolený výkon 5 kW smí být použit po dobu nepřesahujícím 1 hodinu. Palivové proutky obsahují tablety UO<sub>2</sub> s různým obohacením <sup>235</sup>U, což umožňuje provádět experimenty na velkém množství konfigurací aktivní zóny. První kritičnosti bylo dosaženo v prosinci 1982 a do dnešních dnů pracuje reaktor velmi spolehlivě. Mezi nejdůležitější projekty, které jsou na tomto zařízení realizovány, patří zejména:

- měření parametrů aktivních zón
- výzkum neutronově-fyzikálních charakteristik kompaktních skladů pro palivo typu VVER
- prostorová kinetika VVER-1000
- vliv havarijně regulační kazety VVER-440

### Reaktor VVR-S ( LVR-15)

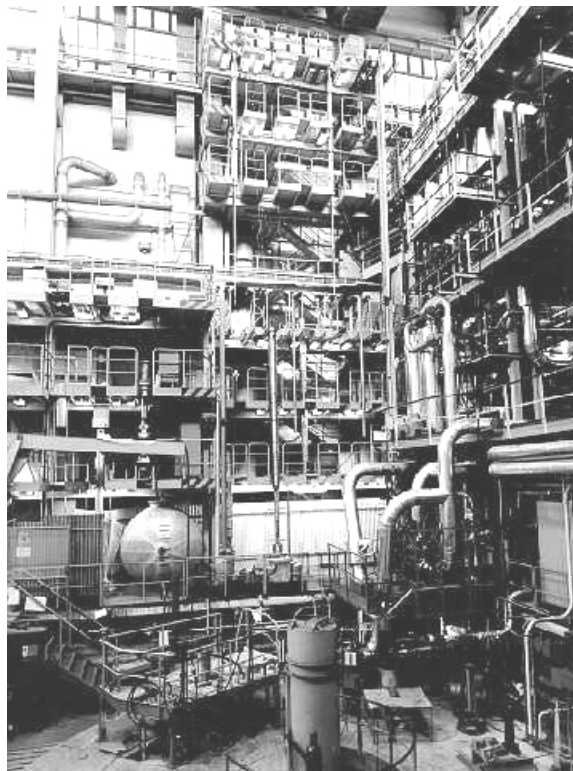
V září 1957 byla v Československu poprvé uskutečněna řízená štěpná řetězová reakce v jaderném reaktoru v Ústavu jaderného výzkumu v Řeži u Prahy. Výzkumný jaderný reaktor VVR-S

s tepelným výkonem 2 MW byl vybudován s cílem zajistit výzkumnou základnu pro experimenty v oboru neutronové a reaktorové fyziky a výrobu radioizotopů. V pozdějších letech byl několikrát rekonstruován a výkon byl zvýšen až na dnešních 10 MW. Od roku 1989 nese označení LVR-15. Aktivní zóna reaktoru je tvořena 28–34 palivovými články typu IRT-2M. V letech 1994 až 2000 byl reaktor postupně vybaven pěti reaktorovými smyčkami.

Reaktor LVR-15 je využíván především pro materiálový výzkum ve vodních smyčkách a sondách. Ve smyčkách a sondách je prováděn výzkum současného působení záření, chemického režimu a vysokého tlaku a teploty na změny materiálových vlastností a korozi konstrukčních materiálů. Dále je reaktor LVR-15 využíván pro následující oblasti:

- krátkodobé ozařování vzorků pro neutronovou aktivační analýzu pomocí pneumatické potrubní pošty
- ozařování radiačně dopovaných monokrystalů křemíku ve vertikálních rotačních ozařovacích kanálech
- ozařování vzorků ve vertikálních kanálech v palivu nebo reflektoru pro výzkum a výrobu radioizotopů pro radiofarmaka
- aplikaci neutronové záchytné terapie při ozařování pacientů
- experimenty v horizontálních kanálech

Svazky neutronů vyváděné z reaktoru horizontálními kanály jsou využívány dalšími institucemi k základnímu i aplikovanému výzkumu.



**Vodní smyčka**