

## 36. TÝDEN 2024

### Z DOMOVA

#### JE DUKOVANY

Informace o parametrech bloků 6. 9. 2024 (7:00):

- 1. blok je v režimu 7 – odstávka
- 2. blok je v režimu 1 - stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 508 MWe
- 3. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na teplotní a výkonový efekt, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 494 MWe
- 4. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 492 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Dukovany celkem 9 735 602 MWh elektřiny. [1]

#### JE TEMELÍN

Informace o parametrech bloků 6. 9. 2024:

- 1. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1076 MWe
- 2. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1079 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Temelín celkem 10 366 615 MWh elektřiny. [1]

### ZE SVĚTA

#### TAINWAN

Na 8. bloku jaderné elektrárny Tianwan v čínské provincii Jiangsu byl instalován tlakový reaktor. Tento reaktor typu VVER-1200, společně se dvěma parogenerátory a kompenzátorem objemu, opustil Rusko 12. června a po 62 dnech plavby dorazil do čínského přístavu Yingkou. Veškeré vybavení bylo vyrobeno v závodě Atommash ve Volgodonsku na jihu Ruska. Následně bylo přepraveno k místu výstavby jaderné elektrárny Tianwan, kam dorazilo 19. a 21. srpna. Po příjezdu prošlo zařízení kontrolou a přípravou na instalaci. Dne 2. září byl reaktor, vážící téměř 332 tun, usazen na podpěrný prstenec ve své projektové poloze. Instalace reaktoru je podle Čínské národní jaderné korporace (CNNC) důležitým krokem, který umožní následnou výstavbu hlavního okruhu a klíčových zařízení pro blok 8. Podle Alexeje Bannika, viceprezidenta pro projekty v Číně a pokročilé projekty společnosti Atomstroyexport, která je dceřinou společností ruské státní jaderné korporace Rosatom, byla instalace prováděna s vysokou přesností za účasti ruských odborníků. Po dokončení instalace velkých zařízení budou inženýři z Rosatomu dohlížet na další fáze montáže a seřizování. Výstavba 7. a 8. bloku jaderné elektrárny Tianwan je výsledkem dohody mezi Ruskem a Čínou z června 2018. Stavba 7. bloku začala v květnu 2021, zatímco 8. blok se začal budovat v únoru 2022. Uvedení obou bloků do provozu je plánováno na roky 2026-2027. [2]



#### TURECKO

Třetí blok turecké jaderné elektrárny Akkuyu má betonový základ pro budovu turbíny, který zahrnuje ocelovou výztužnou konstrukci o rozměrech 58,2 m x 20,4 m x 5,3 m. Do základu bylo začleněno více než 307 tun výztužné oceli, přičemž ocelové tyče měly průměr až 36 mm. Celkem bylo použito 2220 kubických metrů vysoce pevného samohutitelného betonu. Generální ředitel Akkuyu Nuclear, Sergej Butskikh, uvedl, že doba zrání konstrukce bude 56 dní. Během této doby bude probíhat monitorování a parní ošetřování, což je klíčové pro zajištění vysoké kvality masivní základové konstrukce. Základ byl navržen tak, aby odolal a rovnoměrně rozložil těžké zátěže během provozu turbíny. Jakmile dosáhne plné pevnosti, začnou rozsáhlé práce na instalaci turbínového generátoru.

Akkuyu je první jaderná elektrárna v Turecku, nacházející se v provincii Mersin. Ruská společnost Rosatom zde staví čtyři reaktory typu VVER-1200 na základě modelu BOO (build-own-operate). Dohoda mezi Ruskem a Tureckem byla podepsána v roce 2010 a předpokládá, že první blok bude spuštěn do sedmi let od získání všech stavebních povolení. Stavební povolení pro první blok bylo vydáno v roce 2018 a samotná výstavba začala ve stejném roce. Jaderné palivo bylo na místo doručeno v dubnu 2023 a v prosinci téhož roku turecký jaderný regulační úřad povolil uvedení bloku do provozu. V únoru bylo oznámeno, že reaktorový prostor je připraven pro kontrolovanou montáž reaktoru a stator generátoru byl umístěn do své předprojektované polohy. Cílem je, aby první blok začal dodávat energii do turecké sítě v roce 2025. Po dokončení by elektrárna s výkonem 4800 MW měla pokrývat přibližně 10 % energetických potřeb Turecka, přičemž všechny čtyři bloky mají být v provozu do konce roku 2028. [3]





## RUSKO

První série palivových peletek úspěšně prošla přijímacími testy pro soulad s technologickou a konstrukční dokumentací ruského víceúčelového výzkumného reaktoru MBIR s rychlými neutrony. MBIR (Multi-Purpose Fast Research Reactor) se staví v areálu Výzkumného ústavu atomových reaktorů (RIAR) v Dimitrovgradu v ruském regionu Uljanovsk. Je to vícesmyčkový výzkumný reaktor, který bude schopen testovat chladicí média jako olovo, olovo-bismut a plyn, a bude využívat palivo MOX (směs oxidu uraničitého UO<sub>2</sub> a oxidu plutoničitého PuO<sub>2</sub>). RIAR plánuje vybudovat

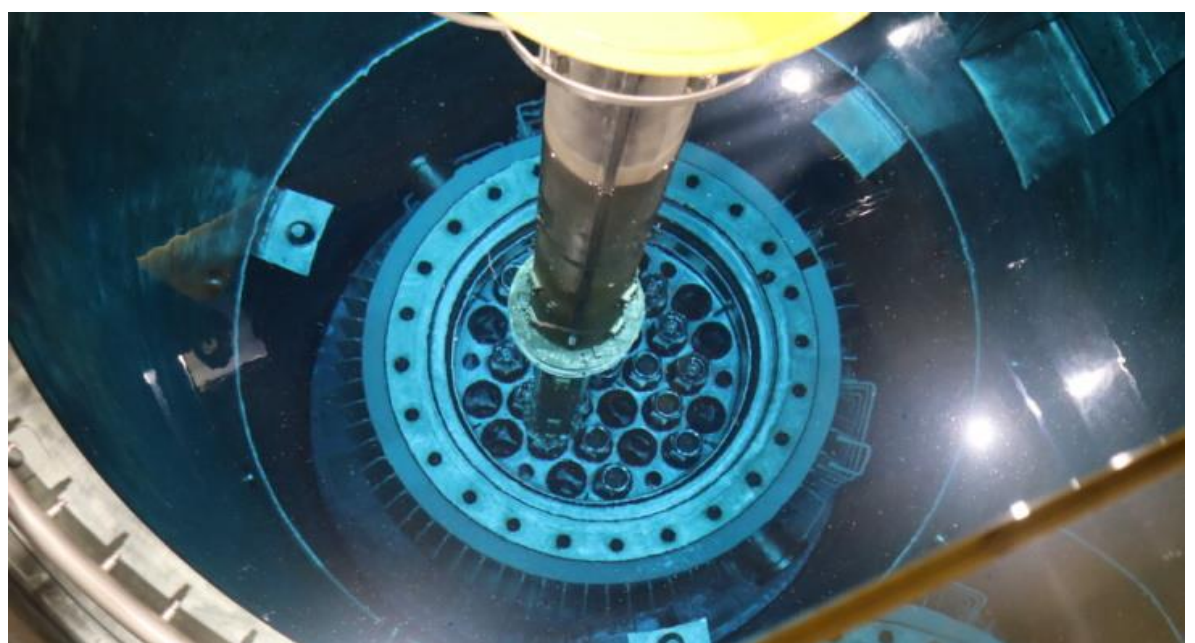


zařízení pro uzavřený palivový cyklus přímo na místě, které využije pyrochemické přepracování paliva, kterou již vyvinuli v pilotním měřítku. MBIR má být uveden do provozu v roce 2027 a nahradí experimentální rychlý reaktor BOR-60, který fungoval od roku 1969. Životnost MBIR bude 50 let a reaktor pomůže rozšířit výzkum jaderných technologií, uzavírání palivového cyklu a urychlit vývoj bezpečných jaderných elektráren čtvrté generace. Specialisté v RIAR vyrobili palivové peletky s MOX palivem, které obsahují izotopy uranu a plutonia. MOX palivo se vyrábí z oxidu plutoničitého, který se získává přepracováním použitého jaderného paliva, a z ochuzeného oxidu uraničitého, který vzniká během obohacování uranu. Alexander Svyatkin z RIAR uvedl, že toto

palivo se stane součástí standardních palivových souborů v MBIR. Design palivových článků zajišťuje vysokou hustotu neutronového toku v aktivní zóně, což dělá MBIR atraktivním zařízením pro provádění reaktorových testů. V říjnu 2023 byla na budovu reaktoru instalována kopule a spuštění provozu je naplánováno na rok 2027. Rosatom označuje MBIR za klíčový projekt pro dlouhodobý rozvoj ruského jaderného průmyslu a vývoj inovativních technologií reaktorů na příštích 50 let. [4]

## FINSKO

První várka palivových souborů VVER-440 dodaná společností Westinghouse byla vložena do druhého bloku finské jaderné elektrárny Loviisa. V listopadu 2022 uzavřela finská společnost Fortum smlouvu s Westinghouse na návrh, schválení a dodávku nového typu paliva pro elektrárnu Loviisa. Tato dohoda navázala na úspěšnou spolupráci mezi lety 2001 a 2007, kdy Westinghouse dodal téměř 750 palivových souborů VVER-440. Během pravidelné údržby v roce 2023 byl do druhého bloku elektrárny vložen experimentální prvek vyrobený společností Westinghouse, který neobsahoval skutečné uranové pelety. Při letošní údržbě bylo zjištěno, že tento testovací prvek fungoval podle očekávání, a nové palivové soubory byly následně vloženy do reaktoru. Westinghouse označil vložení nového paliva za klíčový krok v diverzifikaci zdrojů paliva pro Fortum, což zajišťuje spolehlivou alternativu západní výroby pro dodávky paliva do Finska. V únoru 2023 poskytla finská vláda Fortumu





prodloužení licence na provozování jaderné elektrárny Loviisa, což umožní provoz elektrárny až do konce roku 2050. Smlouva o dodávkách paliva s ruskou společností TVEL, dceřinou firmou Rosatomu, zůstává platná do konce současných licencí, tedy do let 2027 a 2030. Loviisa, skládající se ze dvou tlakových vodních reaktorů VVER-440, byla první jadernou elektrárnou ve Finsku a zajišťuje více než 10 % elektřiny v zemi. Finsko patří mezi země Evropské unie, které postupně přecházejí od dodávek paliva z Ruska k západním dodavatelům. [5]

## ČÍNA

Čínská národní jaderná korporace (CNNC) oznámila, že byla dokončena instalace spodní části vnitřních komponent reaktoru v demonstračním projektu malého modulárního reaktoru ACP100 na místě Changjiang v čínské provincii Hainan. Dne 29. srpna byl do tlakové nádoby reaktoru ACP100, známého také jako "Linglong One", spuštěn tzv. "závěsný koš", což označilo oficiální začátek instalace vnitřních komponent tohoto reaktoru. Vnitřní struktury reaktoru mají zásadní funkce, jako je podpora aktivní zóny, udržování správné polohy palivových souborů, usměrňování chladicího média a zajištění ochrany před zářením. Tyto komponenty jsou klíčové pro bezpečný a efektivní provoz reaktoru. Projekt výstavby reaktoru ACP100 byl zahájen v červenci 2019. Na místě Changjiang již fungují dva tlakovodní reaktory (PWR), zatímco výstavba dvou dalších reaktorů typu Hualong One začala v roce 2021 s plánovaným dokončením v roce 2026. První beton pro ACP100 byl nalit v červenci 2021, přičemž celý projekt má trvat 58 měsíců. Instalace zařízení začala v prosinci 2022 a hlavní vnitřní struktura reaktorové budovy byla dokončena v březnu 2023.

ACP100 je integrovaný tlakovodní reaktor s výkonem 125 MWe, vyvíjený od roku 2010. V roce 2016 se stal prvním malým modulárním reaktorem (SMR), který prošel bezpečnostní revizí Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA). Po dokončení bude reaktor ACP100 schopen ročně produkovat 1 miliardu kilowatthodin elektřiny, což pokryje potřeby přibližně 526 000 domácností. Reaktor je navržen pro výrobu elektřiny, tepla, páry nebo odsolování mořské vody. Na projektu spolupracují tři hlavní společnosti: CNNC jako vlastník a provozovatel, Institut pro jadernou energetiku Číny jako projektant reaktoru a China Nuclear Power Engineering Group zodpovědná za výstavbu. [6]



## UKRAJINA

Generální ředitel Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA), Rafael Mariano Grossi, navštívil poškozenou chladicí věž jaderné elektrárny Zápороží, která byla minulý měsíc zasazena požárem, a uvedl, že již "nebude v budoucnu použitelná, a pravděpodobně bude zbourána". Grossi, který již popáté navštívil tuto šesti blokovou jadernou elektrárnu pod kontrolou ruské armády od března 2022, upozornil, že bezpečnostní situace zůstává "velmi křehká... naše práce pokračuje... budeme analyzovat a hodnotit to, co jsme dnes viděli, dokud konflikt neskončí nebo nevstoupí do fáze, kdy už nebude probíhat aktivní vojenská činnost... nelze vyloučit možnost vážného incidentu." IAEA má v Zápороží tým odborníků již dva roky, přičemž během této doby došlo k 23 rotacím personálu. Jejich přítomnost má za cíl zvýšit jadernou bezpečnost a zabezpečení elektrárny, která se nachází na frontové linii mezi ruskými a ukrajinskými silami. Ukrajina a Rusko se navzájem obviňují z ohrožování jaderné bezpečnosti. Po požáru na chladicí věži Rusko obvinilo Ukrajinu, že požár byl způsoben útoky dronů, zatímco Ukrajina obvinila Rusko, že byl požár způsoben buď záměrně, nebo z nedbalosti. Na otázku novinářů, proč IAEA neukazuje prstem na žádnou stranu, Grossi vysvětlil, že je důležité, aby se agentura držela faktů a "nedostávala se do politických diskusí."

Uvedl, že poskytují fakta a detaily, a analytici si mohou vyvodit své vlastní závěry. Po návštěvě Zápороží Grossi navštívil i Černobyl. Na sociálních sítích sdělil, že IAEA doručila 550 lůžek jako součást lékařské pomoci ukrajinským jaderným elektrárnám. Pomoc brzy zahrne také sanitky a renovaci nemocnic. [7]





## FRANCIE

Pracovníci na reaktoru EPR ve Flamanville zahájili proces potřebný k dosažení první jaderné reakce po schválení francouzským jaderným regulátorem ASN. Reaktor by měl být připojen k síti v následujících měsících. Dne 7. května ASN povolila uvedení reaktoru EPR ve Flamanville do provozu, čímž otevřela cestu k naložení 241 palivových sestav a zahájení testů. Zavážení paliva bylo dokončeno 22. května. Poté EDF provedla



řadu technických testů, aby připravila reaktor na zahájení jaderného štěpení. Dne 30. srpna EDF poskytla ASN potřebné informace k povolení první jaderné reakce, známé jako „divergence“. Dne 2. září ASN schválila zahájení těchto operací s tím, že kontroly neodhalily žádné problémy ohrožující bezpečnost. Divergence je proces, při kterém vzniká stabilní jaderná reakce při velmi nízkém výkonu. Toho je dosaženo snížením koncentrace boru ve vodě a postupným zvedáním regulačních tyčí reaktoru. Jakmile produkce neutronů překročí jejich absorpci, začne řetězová reakce. Intenzita reakce a výkon reaktoru jsou řízeny pomocí regulačních tyčí a boru. Po dosažení divergence bude reaktor pracovat na 0,2 % svého jmenovitého výkonu. EDF plánuje zvýšit výkon reaktoru na 25 %, přičemž k národní síti bude připojen do konce podzimu 2024.

Testování bude pokračovat postupným navyšováním výkonu po několik měsíců, pod dohledem ASN. Výstavba třetí jednotky ve Flamanville začala v roce 2007. Původní plány počítaly se zahájením komerčního provozu v roce 2013, avšak došlo k řadě zpoždění. První reaktory EPR byly uvedeny do provozu v Číně a následně v Evropě ve Finsku. [8]

## KONFERENCE A SEMINÁŘE

### Post-Irradiation Examination (PIE)

- 26.9. až 30.9.2024
- Řež, Praha
- Tento pětidenní seminář, který pořádá Výzkumné centrum Řež (CVR) v rámci projektu ECC-SMART, je vaší vstupní branou ke zvládnutí technologie PIE, která je klíčová pro bezpečnost a inovace jaderných elektráren.
- Více info: <https://lnkd.in/ev9JVWGC>

### Working in the nuclear field: experience and opportunities

- 30.10.2024
- "Le Benedettine" – Pisa, Itálie
- Università di Pisa v rámci konsorcia CIRTEN pořádá v rámci projektu ENEN2Plus kariérní akci pro studenty a absolventy z Itálie i ze zahraničí, aby se spojili s lídry v oboru, výzkumnými centry a dalšími klíčovými hráči v oblasti aplikací v jaderné energetice.
- Účast možná jak online, tak fyzicky
- Registrace na: <https://lnkd.in/dVj27qhD>

## ZDROJE

- [1] <https://www.cez.cz/cs/pro-media/aktuality-z-jadernych-elektren>
- [2] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/reactor-vessel-installed-at-tianwan-8>
- [3] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/akkuyu-3-concreting-completed-of-turbine-unit-four>
- [4] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/pilot-fuel-produced-for-mbir-fast-neutron-research>
- [5] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/westinghouse-fuel-loaded-into-loviisa-reactor>
- [6] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/reactor-internals-in-place-at-chinese-smr>
- [7] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/iaea-s-grossi-says-zaporizhzhia-cooling-tower-set>
- [8] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/edf-begins-start-up-process-for-flamanville-epr>

Datum: 17. 9. 2024

Autoři: Bc. Petr Vastl

Odborný garant: Ing. Jan Zdebor, CSc.