

## 1. TÝDEN 2024

### Z DOMOVA

#### JE DUKOVANY

Informace o parametrech bloků 5. 1. 2024 (7:00):

- 1. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 503 MWe
- 2. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 498 MWe
- 3. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 98,2 %, výkon turbogenerátorů 485 MWe
- 4. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 502 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Dukovany celkem 187 106 MWh elektřiny. [1]

#### JE TEMELÍN

Informace o parametrech bloků 5. 1. 2024:

- 1. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1101 MWe
- 2. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1091 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Temelín celkem 210 469 MWh elektřiny. [1]

### ZE SVĚTA

#### POLSKO

Polský provozovatel elektrické sítě Polskie Sieci Elektroenergetyczne (PSE) stanovil parametry potřebné pro připojení první jaderné elektrárny v zemi, plánované v Pomořansku, k vnitrostátní síti. Společnost PSE každé čtvrtletí aktualizuje seznam společností, které požádaly o připojení k vnitrostátní síti. Podle posledního seznamu obdržela společnost Polskie Elektrownie Jądrowe (PEJ) 7. prosince podmínky pro připojení jaderné elektrárny v oblasti Gdaňska s výkonem až 3720 MWe k síti. Další fází procesu je uzavření smlouvy o připojení mezi PSE a PEJ – účelovou společností, jejímž 100 % vlastníkem je státní pokladna. Termín uzavření smlouvy o připojení a termín připojení elektrárny ke státní síti zatím nebyl stanoven. V listopadu 2022 vybrala tehdejší polská vláda technologii reaktoru Westinghouse AP1000 pro výstavbu v lokalitě Lubiatowo-Kopalino v obci Choczewo v Pomořansku na severu Polska. Dohodu stanovující plán dodávky elektrárny podepsaly společnosti Westinghouse, Bechtel a PEJ v květnu loňského roku. Ministerstvo klimatu a životního prostředí země vydalo v červenci pro společnost PEJ zásadní rozhodnutí o výstavbě elektrárny. Cílem je, aby byl první polský reaktor AP1000 uveden do komerčního provozu v roce 2033. Ministerstvo klimatu a životního prostředí v listopadu loňského roku vydalo rozhodnutí o zásadním právním posouzení pro druhou velkou jadernou elektrárnu v zemi. V regionu Patnów-Konin jsou plánovány dva reaktory APR1400 dodané Jižní Koreou. [2]



#### JAPONSKO

Provozovatelé japonských jaderných elektráren oznámili, že po zemětřesení o síle 7,6 stupně Richterovy škály, které v pondělí (1.1.) zasáhlo prefekturu Išikawa, došlo k menším škodám a nepotvrdili žádné obavy o bezpečnost veřejnosti. Mezinárodní agentura pro atomovou energii (MAAE) uvedla, že je v kontaktu s japonským úřadem pro regulaci jaderné energetiky a nezjistila "žádné abnormality v jaderných elektrárnách v postižené oblasti" a nadále situaci pečlivě monitoruje. Nejbližším jaderným



zařízením k epicentru zemětřesení je elektrárna Šika společnosti Hokuriku Electric Power Company, která je od havárie ve Fukušimě Daiči v roce 2011 odstavena. Navzdory pokračujícím otřesům elektrárna nehlásila žádné větší škody a její chladicí a monitorovací systémy fungují normálně. Vyšetřuje se menší únik vody z nádrže zásobující chladicí jezírka, který však nemá vliv na chladicí funkce elektrárny. Kromě toho se naklonila část mořského valu, ale zbytek zůstává stabilní. V jaderné elektrárně Kashiwazaki Kariwa společnosti Tokyo Electric Power Company Holdings také došlo k úniku vody z bazénu s vyhořelým palivem, ale nebyly hlášeny žádné provozní abnormality. Společnost Tepco potvrdila, že úroveň radiace na hranicích areálu je v normálním rozmezí a všechny chladicí systémy jsou funkční. Zemětřesení, největší od roku 2011,

si vyžádalo 48 obětí, pátrací a záchranné práce pokračují. Japonsko díky regulačním změnám a bezpečnostním kontrolám postupně obnovilo jaderný provoz po Fukušimě, přičemž 12 reaktorů splňuje nové bezpečnostní normy a dalších 17 požádalo o opětovné spuštění. [3]

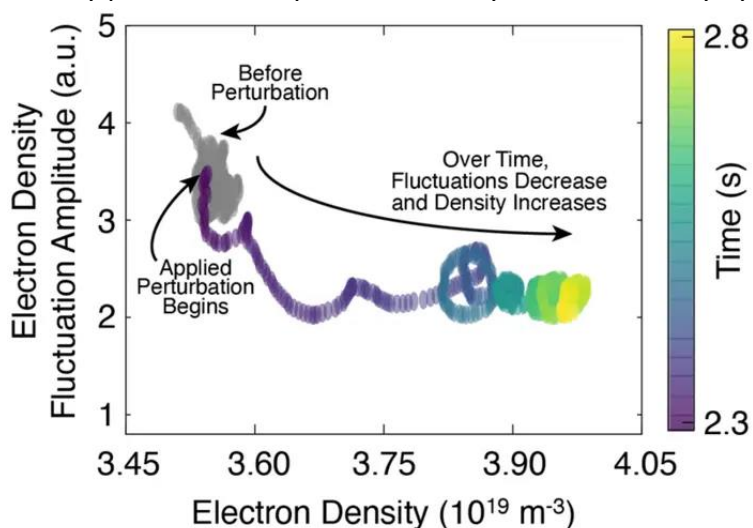
## KANADA

Kanadská rada pro jaderné izotopy (CNIC) a společnost Nuclear Promise X (NPX) budou zkoumat možnosti využití kanadských jaderných reaktorů k výrobě plutonia 238 (Pu-238) pro využití při průzkumu hlubokého vesmíru. Studie pro Kanadskou kosmickou agenturu se bude zabývat tím, jak lze využít stávající kanadské reaktory k ozařování neptunia-237 za účelem výroby Pu-238, a všemi náklady spojenými s výrobou, přepravou a těžbou tohoto zdroje energie. Cílem bude zjistit, zda je pro kanadské reaktory ekonomicky proveditelné přidat Pu-238 do jejich stávajícího portfolia výroby izotopů s využitím již existující infrastruktury pro výrobu lékařských izotopů. Členové CNIC vyhodnotí proveditelnost výroby a úroveň kapacit, přičemž NPX zajistí celkové řízení projektu a inženýrskou činnost. Generální ředitel společnosti NPX Bharath Nangia uvedl, že společnost chce působit "na pomezí" jaderné energetiky a inovací. "Bude to přínosný a kreativní projekt, který má potenciál přinést velkou přidanou hodnotu," řekl. Radioizotopové energetické systémy poháněné izotopem Pu-238 se ve vesmírných misích používají od počátku 60. let 20. století a využívají teplo z radioaktivního rozpadu izotopu k nepřetržitému dodávání energie a tepla během dlouhých misí v hlubokém vesmíru. Takové systémy byly použity v misích Voyager a Pioneer a také v roveru Perseverance. Zásoby Pu-238 jsou však omezené. Americké ministerstvo energetiky obnovilo výrobu tohoto izotopu v roce 2015 po zhruba třicetileté přestávce, ale Rusko, které jej dříve rovněž dodávalo, ukončilo výrobu v roce 2009. Evropská kosmická agentura zvažuje jako alternativu použití americia-241 získaného z civilních zásob plutonia. [4]



## FÚZE

Perturbace okrajového magnetického pole tokamaku přinesla v nedávných experimentech prováděných na DIII-D National Fusion Facility nečekané pozitivní výsledky. V rozporu s běžnými představami vedlo použití magnetických perturbací na okraji plazmatu tokamaku ke zvýšení hustoty plazmatu a zlepšení fúzního výkonu. Tokamaky využívají magnetické pole k udržení plazmatu, čímž vytvářejí podmínky pro jaderné fúzní reakce.



V určitých scénářích vývoje plazmatu mohou tlakové gradienty v oblasti zvané „pedestal“<sup>1</sup> vést k nestabilitám, jako je například okrajový lokální mód (z angl.: „edge localized mode“ = ELM), který způsobuje únik energie a částic a jejich dopad na stěnu tokamaku. Řízené změny magnetického pole sice mohou zabránit ELM, ale zároveň snižují tlak v plazmatu, což omezuje fúzní výkon. V nedávných experimentech vědci objevili nový režim, ve kterém aplikované magnetické poruchy zlepšují udržení „pedestalu“, aniž by to ohrozilo fúzní výkon. Překvapivě vedly perturbace ke zvýšení hustoty plazmatu, který se přičítá snížení hustoty turbulencí uvnitř „pedestalu“, což způsobilo pohyb částic směrem dovnitř. Tato zjištění mají významné důsledky pro vývoj budoucích pilotních fúzních zařízení. Schopnost aplikovat magnetické perturbace, aniž by se snížil fúzní výkon, je klíčová, zejména proto, že se očekává, že budoucí zařízení budou pracovat na výkonových úrovních, kde je poškození velkými ELM obavou. Studie naznačuje, že ELM lze zmírnit při zachování fúzního výkonu, zejména pokud se plazma otáčí opačně, než je směr jeho

elektrického proudu. Experimenty na zařízení DIII-D předvedly demonstraci zvýšení hustoty plazmatu prostřednictvím magnetických perturbací. Souhrnně tato studie poukazuje na křehkou rovnováhu, která je nutná při udržování „pedestalu“ tokamaku, aby se zabránilo ELM, aniž by byl ohrožen fúzní výkon. Vzhledem k tomu, že vědci hlouběji porozuměli této dynamice, otevírá se jim možnost navrhovat scénáře perturbovaného tokamaku, které optimalizují fúzní výkon a zároveň účinně zvládají nestabilitu. Tyto poznatky přispívají k pokračujícímu úsilí o pokrok v technologii jaderné fúze směrem k praktickým a udržitelným energetickým řešením. [5]

## ČÍNA

Čínská státní rada schválila výstavbu dvou reaktorů Hualong One v lokalitách Taipingling a Jinqimen. V jaderné elektrárně Taipingling v provincii Guangdong, kterou provozuje společnost China General Nuclear (CGN), bude umístěno celkem šest reaktorů Hualong One. Výstavba prvních dvou bloků byla zahájena v letech 2019 a 2020, přičemž první blok by měl být spuštěn v roce 2025 a druhý blok v roce 2026. Současně bylo uděleno povolení pro bloky 1 a 2 v nové jaderné elektrárně Jinqimen v provincii Zhejiang, kterou provozuje společnost China National Nuclear Corporation (CNNC). Tyto projekty, zahrnuté do národního plánu, prošly komplexním posouzením bezpečnosti. Společnost CNNC Zhejiang Energy Co Ltd bude dohlížet na investice do projektu, výstavbu a řízení provozu. Mezi nedávné milníky výstavby navíc patří zahájení studených funkčních zkoušek v elektrárně Taipingling 1, zatímco vnitřní kopule ochranné budovy v elektrárně Changjiang 4 a vnější kopule elektrárny Zhangzhou 2 byly úspěšně instalovány. Tlaková nádoba reaktoru pro Sanmen 3 byla rovněž vyzdvížena na místo pomocí "metody otevřené střechy", což ukazuje pokrok ve vývoji čínské jaderné energetiky. Díky těmto schválením se celkový počet projektů jaderné energetiky schválených v roce 2023 zvýšil na deset, což posiluje závazek Číny rozšiřovat kapacitu jaderné energetiky. [6]



<sup>1</sup> Oblast globálního nárůstu profilu (např. tlaku) způsobený vytvořením relativně úzké oblasti plazmatu (okraj) s výrazně zvýšeným gradientem profilu, je spojen s okrajovou transportní bariérou, charakteristickou pro H-mód. <http://fusionwiki.ciemat.es/wiki/Pedestal>

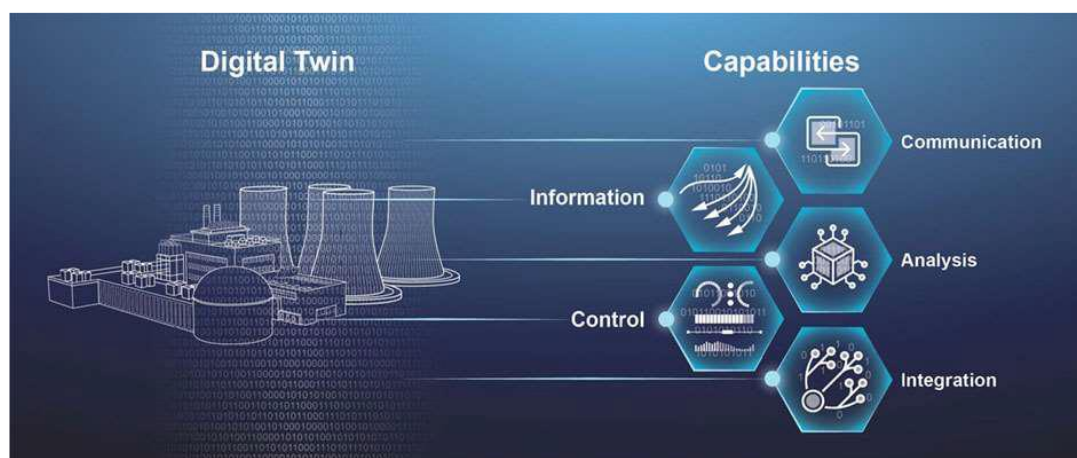
## VELKÁ BRITÁNE A KOREA

Společnost Lloyd's Register ve spolupráci se společnostmi Zodiac Maritime, HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering (KSOE) a Kepco Engineering & Construction podepsala memorandum o porozumění (MOU) o společném vývoji konstrukcí lodí s jaderným pohonem, včetně lodí pro přepravu volně loženého nákladu a kontejnerových lodí. V rámci projektu přispějí společnosti HD KSOE a Kepco E&C k návrhům plavidel a reaktorů, zatímco Lloyd's Register posoudí požadavky na pravidla pro bezpečný provoz a modely shody s předpisy. Cílem iniciativy je řešit problémy spojené s jaderným pohonem a prozkoumat využití pozemní jaderné technologie na lodích. Lodní průmysl, který je zodpovědný za přibližně 3 % celosvětových emisí uhlíku, zvažuje jadernou energii jako potenciální lodní palivo pro splnění cílů dekarbonizace. V rámci přechodu na energetiku je memorandum o porozumění v souladu s cíli Mezinárodní námořní organizace pro snižování emisí skleníkových plynů, která usiluje o dosažení nulových čistých emisí do roku 2050. Společnost Lloyd's Register vidí v jaderné technologii významný potenciál pro podporu přechodu na námořní energetiku, neboť poskytuje dlouhodobé nízkouhlíkové nebo nulové dodávky paliva. Toto společné úsilí znamená krok směrem k bezuhlíkové budoucnosti v lodním průmyslu a testuje využití jaderné energie v plavidlech navržených s ohledem na udržitelnost a nižší náklady životního cyklu. [7]



## USA

Idaho State University (ISU) a Idaho National Laboratory (INL) představily první digitální dvojče jaderného reaktoru na světě, konkrétně výzkumného reaktoru AGN-201. Digitální dvojče vyvinuté ve spolupráci s INL umožňuje vědcům vytvořit virtuální repliku reaktoru, která umožňuje



integraci dat v reálném čase a strojové učení pro předvídání jeho výkonu. Digitální dvojčata slouží jako virtuální modely reálných prostředků, což usnadňuje hlubší pochopení toho, jak úpravy ovlivňují celý systém, aniž by se reaktor fyzicky změnil. Digitální dvojče AGN-201, které průběžně přijímá data ze skutečného reaktoru, nabízí pracovníkům možnost interakce s fyzickým reaktorem ve smíšené realitě. INL předpokládá potenciální aplikace, jako je dálkové řízení reaktoru, které zdůrazňují značné výhody digitálních dvojčat jaderných reaktorů. Využitím jednodušších testovacích zařízení, jako je AGN-201, projekt minimalizuje složitost ve srovnání s komerčními energetickými reaktory,

což zajišťuje nákladově efektivní a účinný výzkum. Christopher Ritter, manažer digitálního inženýrství v INL, zdůraznil komplexní poznatky, které digitální dvojčata poskytují a posilují úsilí v oblasti jaderné bezpečnosti a nešíření jaderných zbraní. Reaktor AGN-201, který je v provozu od roku 1965, je výzkumný reaktor s nízkým výkonem často využívaný pro akademické, průmyslové a školící účely a představuje průlomový pokrok v digitální transformaci jaderných zařízení. [8]

## SMR

Kanadský stát Nový Brunswick zveřejnil svou komplexní strategii "Napájení naší ekonomiky a světa čistou energií - naše cesta vpřed do roku 2035", která nastiňuje ambiciózní plány přechodu na čistou energii. Provincie chce do roku 2035 zdvojnásobit svou jadernou kapacitu přidáním 600 MWe v jaderné elektrárně Point Lepreau, což je v souladu s cíli v oblasti cenové dostupnosti, energetické bezpečnosti a hospodářského růstu. Strategie zdůrazňuje význam malých modulárních reaktorů (SMR) a počítá s instalací prvních 150 MWe kapacity SMR v letech 2030-2031, následovaných dalšími 450 MWe v roce 2035. Plán rovněž zahrnuje iniciativy na zvýšení účinnosti stávajícího jaderného zařízení Point Lepreau, případně prostřednictvím partnerství s jinými provozovateli jaderných zařízení. Premiér Nového Brunswicku Blaine Higgs vyzdvihl vyvážený přístup strategie k řešení změny klimatu a zároveň k uspokojování rostoucích energetických potřeb provincie. Plán rovněž zahrnuje téměř pětinasobné zvýšení kapacity větrné a solární energie, jakož i úlohu vodíku, obnovitelného zemního plynu a biopaliv, přičemž zemní plyn bude sloužit jako přechodné palivo. Nedílnou součástí strategie je modernizace přenosové infrastruktury, zvýšení konektivity a pokrok v odvětví dopravy prostřednictvím dobíjecích stanic pro elektromobily, biopaliv a vodíku. Ministr přírodních zdrojů a energetického rozvoje provincie Mike Holland zdůraznil globální energetickou transformaci a uvedl, že společná opatření povedou k výraznému snížení emisí skleníkových plynů do roku 2035, což přispěje k ekonomice s nulovými emisemi a vytvoří ekonomické příležitosti pro Nový Brunswick. Provinční energetická společnost NB Power již pracuje na postupném ukončení využívání uhlí do roku 2030 a na dosažení nulových dodávek elektřiny do roku 2035. [9]



## KONFERENCE A SEMINÁŘE

### SEMINÁŘ OBČANSKÉ BEZPEČNOSTNÍ KOMISE DUKOVANY (OBK)

- <https://www.obkjedu.cz/>

### JÁDRO - NOVÉ JADERNÉ ZDROJE

- 20. října 2022
- OREA HOTEL PYRAMIDA
- Záznam z konference dostupný na <https://www.youtube.com/watch?v=EOjZ1UCIUM>

### MALÉ A MODULÁRNÍ REAKTORY

- 8. ročník konference o SMR
- 7 února 2023
- ČVUT FJFI, Břehová 8, Praha
- Prezentace dostupné na <https://www.konferencesmr.cz/cz/prezentace.html>

### JADERNÉ DNY PLZEŇ

- 14. září – 18. října 2023
- Podrobné informace i prezentace z minulých ročníků dostupné na <https://www.jadernedny.cz/>

### NUSIM

- 23.-24.5.2023 Mochovce, registrace na <https://www.nuclear.sk/vz-snus-2023-a-nusim-2023/>
- 5.-6. října 2023 v hotelu Avanti v Brně

### VVER 2022

- 10. – 11. října 2022
- ÚJV Řež
- Prezentace dostupné na <https://www.vver2022.com/presentations>

### Waste to Energy 2023- Energetické využití odpadu 2023

- 28. – 29. března 2023
- Clarion Congress Hotel Prague
- <http://w2e.afpconference.com/>

### ZDROJE

- [1] <https://www.cez.cz/cs/pro-media/aktuality-z-jadernych-elektren>
- [2] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Connection-to-grid-requested-for-Poland-s-first-pl>
- [3] <https://world-nuclear-news.org/Articles/No-abnormalities-reported-at-Japanese-nuclear-plan>
- [4] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Canadian-collaboration-to-explore-isotope-producti>
- [5] <https://www.eurekaalert.org/news-releases/1030115>
- [6] <https://world-nuclear-news.org/Articles/China-approves-construction-of-four-new-reactors>
- [7] <https://world-nuclear-news.org/Articles/UK-Korean-partnership-to-develop-nuclear-powered-c>
- [8] <https://world-nuclear-news.org/Articles/Idaho-researchers-develop-reactor-digital-twin>
- [9] <https://world-nuclear-news.org/Articles/New-Brunswick-releases-energy-strategy-with-SMR-fo>

Datum: 7. 1. 2024

Autoři: Bc. Vojtěch Čutka, Bc. Jan Pospíchal

Odborný garant: Ing. Jan Zdebor, CSc.