

4. TÝDEN 2024

Z DOMOVA

JE DUKOVANY

Informace o parametrech bloků 26. 1. 2024 (7:00):

- 1. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 500 MWe
- 2. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 498 MWe
- 3. blok je v režimu 6 – odstávka
- 4. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 505 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Dukovany celkem 1 110 886 MWh elektřiny. [1]

V průběhu roku 2024 energetici postupně zvýší výkon všech čtyř výrobních bloků Jaderné elektrárny Dukovany o 2,3 %. Na konci tohoto procesu se očekává zvýšení výroby o více než 300 000 MWh/rok. Společnost ČEZ, která elektrárnu zastřešuje, letos provede masivní investice v celkové výši zhruba 3,3 miliardy korun, přičemž se zaměří na posílení bezpečnostních opatření a modernizaci zařízení. Konečným cílem je zajistit



minimálně šedesátiletou provozní životnost všech výrobních jednotek. Teplota primárního okruhu dukovanských bloků se zvýší o 0,9 °C na 300,4 °C na výstupu z reaktoru. Tato zdánlivě zanedbatelná změna by měla přinést stovky tisíc megawattů ročně navíc. Ředitel Jaderné elektrárny Dukovany Roman Havlín zdůrazňuje, že bezpečné využití projektových rezerv není novou iniciativou a připravuje se již více než pět let. Modernizační úsilí, včetně zavedení paliva nové generace, změn v palivovém cyklu a čištění klíčových výměníků tepla (parogenerátorů), přispívá k výraznému nárůstu investic, které letos dosáhnou přibližně 3,3 miliardy korun. I přes dopady na délku odstávek jsou investice a rozsáhlá údržba vyváženy vyšší účinností a delšími palivovými kampaněmi v obou jaderných elektrárnách. Významnou probíhající investicí je rekonstrukce blokových sekčních rozvodů, která začíná v letošním roce

a je plánována do roku 2032 a jejíž rozpočet činí 800 milionů Kč. Svůj program zvyšování účinnosti a bezpečného provozu, trvající nejméně 60 let, shrnuje ČEZ do projektu s názvem "Bezpečně 32 terawatthodin" (B32T). Cílem iniciativy je zvýšit průměrnou výrobu českých jaderných elektráren do roku 2030. V Dukovanech i Temelíně probíhají modernizační akce, které přecházejí na delší provozní cykly. Kromě toho dochází k nárůstu počtu dodavatelů palivových souborů. Jaderná elektrárna Dukovany v současné době zaměstnává 1574 pracovníků, jejichž počet by měl v letošním roce vzrůst. Rostoucí počet zaměstnanců si vyžaduje také nové pracovní prostory. Z tohoto důvodu bude letos na jaře v zabezpečeném areálu elektrárny zahájena výstavba nových šaten se sociálním zázemím a provoz nové administrativní budovy, v níž budou kanceláře, vzdělávací, školící a stravovací prostory. V letošním roce proběhne také komplexní rekonstrukce krajské silnice II/152, hlavní příjezdové komunikace k elektrárně. Vzniknou nové odbočovací pruhy a sjezdy, což zvýší bezpečnost provozu. [2]

JE TEMELÍN

Informace o parametrech bloků 26. 1. 2024:

- 1. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1099 MWe
- 2. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1091 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Temelín celkem 1 291 730 MWh elektřiny. [1]

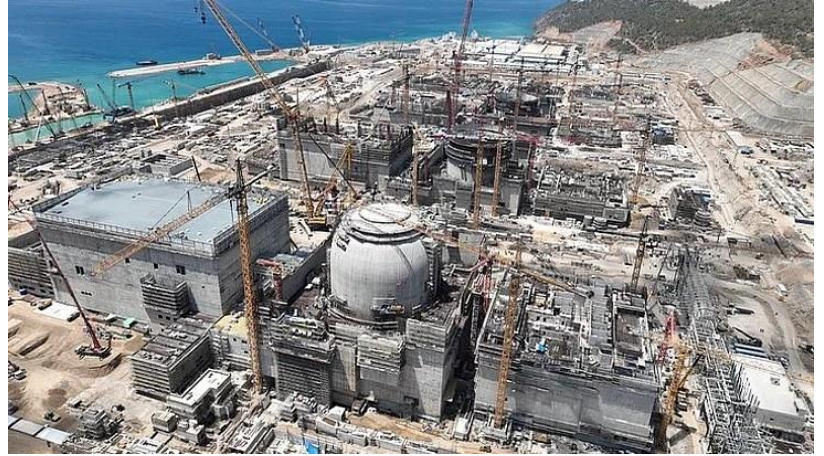
Energetici nedávno nainstalovali devět nových skříní v hlavní serverovně Jaderné elektrárny Temelín, což představuje zásadní krok v komplexní modernizaci řídicího systému elektrárny. Významný projekt, který byl zahájen na podzim roku 2021, by měl být dokončen v letošním roce položením kabelů a instalací zařízení. Od příštího roku pak nový řídicí systém postupně převezme velení elektrárny. Příprava nových rozváděčů pro Jadernou elektrárnu Temelín zahrnovala výrobu, testování, demontáž, přepravu, umístění, montáž a propojení. Tyto skříně, z nichž každá váží přes čtyři sta kilogramů a je vysoká přes dva metry, byly nedávno umístěny v serverovně prvního výrobního bloku. V rámci modernizace probíhá rozsáhlé úsilí o položení přibližně osmdesáti kilometrů optických komunikačních a silových kabelů. V současné době jsou hotovy přibližně tři čtvrtiny pokládky kabelů, přičemž cílem je dokončit ji v letošním roce. Testovací centrum, v němž je v jedné z pomocných budov umístěno několik nových komponent, je již dokončeno. Toto zařízení bude sloužit k doladování nového systému a vývoji nových aplikací před jejich nasazením do výrobních bloků elektrárny. Přechod na nový systém je naplánován na rok 2025, kompletní integrace do elektrárny pak na rok 2029. Předpokládané náklady na tento ambiciózní projekt se odhadují na nižší miliardy korun. Společnost Westinghouse, dodavatel původního řídicího systému, sehrála klíčovou roli při modernizaci technologie elektrárny v 90. letech 20. století. Spolupráce začala krátce po revoluci v roce 1989 a přinesla do téměř dokončené elektrárny technologicky vyspělý americký řídicí systém založený na sovětském vzoru. [3]



ZE SVĚTA

IEA

Mezinárodní energetická agentura (IEA) předpokládá, že do roku 2026 bude celosvětová výroba jaderné energie růst o téměř 3 % ročně a do roku 2025 dosáhne rekordní úrovně. Nedávno vydaná zpráva IEA Electricity 2024 uvádí, že více než polovina předpokládaných nových reaktorů uvedených do provozu v tomto období je soustředěna v Číně a Indii. Zatímco v roce 2023 zaznamenala celosvětová poptávka po elektřině mírné zmírnění růstu na 2,2 %, v letech 2024 až 2026 se očekává její zrychlení na průměrných 3,4 %, a to především díky zemím mimo vyspělé ekonomiky, zejména Číně, Indii a státům jihovýchodní Asie. Nízkoemisní zdroje, včetně jaderné energie, by měly významně přispět a do roku 2026 dosáhnout téměř 50 % celosvětové výroby elektřiny, oproti 39 % v roce 2023. Výkonný ředitel IEA Fatih Birol zdůrazňuje, že obnovitelné zdroje a rozšiřující se role jaderné energie vedou ke strukturálnímu poklesu emisí v energetickém sektoru. Zpráva předpokládá, že v roce 2026 bude celosvětová výroba jaderné energie téměř o 10 % vyšší než v roce 2023, přičemž v letech 2024 až 2026 bude celosvětově spuštěno dalších 29 GW nových jaderných kapacit. Klíčovou hnací silou zůstává Asie, jejíž podíl na celosvětové výrobě jaderné energie by měl v roce 2026 dosáhnout 30 %. Plán IEA Net Zero Roadmap, vydaný v září 2023, revidoval úlohu jaderné energie směrem nahoru a ve svém scénáři nulových emisí předpokládá zdvojnásobení jaderné výrobní kapacity na 916 GWe do roku 2050. Na konferenci o změně klimatu COP28 v prosinci 2023 se více než 20 zemí zavázalo ztrojnásobit globální kapacitu jaderné energetiky do roku 2050, což si vyžádá navýšení jaderné kapacity o 740 GW. Pro dosažení tohoto cíle IEA zdůrazňuje, že je důležité řešit rizika výstavby a financování v jaderném sektoru, a zároveň upozorňuje na rostoucí dynamiku technologie malých modulárních reaktorů. [4]



VELKÁ BRITÁNIE

Dokončení jaderné elektrárny Hinkley Point C ve Spojeném království, které bylo původně plánováno na rok 2027 s odhadovanými náklady až 26 miliard liber, se nyní podle oznámení společnosti EDF zpozdí a celkové náklady se zvýší na 31 až 34 miliard liber (v cenách roku 2015). Výstavba byla zahájena v prosinci 2018, přičemž původní harmonogram spuštění prvního bloku byl v květnu 2022 revidován na rok 2027.



Nejnovější aktualizace posouvá harmonogram provozu za rok 2030. Společnost EDF ve svém prohlášení nastínila tři scénáře pro první blok, jejichž cílem je uvedení do provozu kolem konce desetiletí. První scénář cílí na rok 2029, zatímco "základní scénář" zohledňuje rizika a jako provozní cíl stanovuje rok 2030. Třetí scénář počítá s dvanáctiměsíčním zpožděním, které se protáhne do roku 2031. Jako základ pro tyto prognózy uvedla společnost EDF revizi projektu. Společnost EDF připisuje zpoždění problémům, s nimiž se potýkala během pandemie COVID-19, což způsobilo patnáctiměsíční zpoždění. Stuart Crooks, výkonný ředitel společnosti Hinkley Point C, poukázal na úsilí o obnovení britského jaderného stavebnictví po dvacetileté přestávce a přiznal problémy v oblasti civilní výstavby, inflaci, nedostatek pracovních sil a přerušení dodávek materiálů. Revidovaný odhad nákladů zahrnuje 1 miliardu liber pro třetí scénář.

Crooks ujistil, že britští spotřebitelé ani daňoví poplatníci náklady neponesou, a zdůraznil odpovědnost akcionářů. Navzdory neúspěchům projekt přispívá k oživení britského jaderného průmyslu, vytváří kvalifikovaná pracovní místa a cenné poznatky pro budoucí snahy. Oznámení se shoduje s tím, že britská vláda se ve stejný den zavázala poskytnout projektu Sizewell C dalších 1,3 miliardy liber, čímž podpořila probíhající výstavbu do doby, než bude přijato konečné investiční rozhodnutí. Očekává se, že Sizewell C bude kopírovat projekt Hinkley Point C. [5]

UKRAJINA

Podle ministra energetiky Germana Galušenka chce Ukrajina do léta nebo na podzim zahájit výstavbu čtyř nových jaderných reaktorů v Chmelnycké jaderné elektrárně. Agresivní časový plán odráží naléhavou potřebu kompenzovat ztrátu energetické kapacity v důsledku konfliktu s Ruskem. Dva reaktory budou obsahovat zařízení ruské výroby dovezené z Bulharska, zatímco další dva budou využívat západní technologie dodané společností Westinghouse. Galušenko zdůraznil potřebu tlakových nádob reaktorů a vyjádřil záměr zahájit výstavbu třetího a čtvrtého bloku současně. Záměrem projektu je obnovit výstavbu třetího a čtvrtého reaktoru, která byla zahájena v 80. letech, ale byla zastavena. Ukrajina, která získala nezávislost v roce 1991, se snaží rozšířit svůj jaderný sektor, aby kompenzovala dopady nečinnosti Záporožské jaderné elektrárny, která se dostala pod ruskou kontrolu během invaze v roce 2022. Tři jaderné elektrárny na Ukrajině v současné době vyrábějí více než 55 % elektřiny v zemi a plánuje se další zvyšování kapacity. Probíhají rozhovory s bulharskými partnery o dvou reaktorech, přičemž Galušenko odhaduje, že pokud by se podařilo rychle získat reaktorové nádoby, třetí reaktor by mohl být uveden do provozu do 2,5 roku. Současně Ukrajina plánuje přípravnou výstavbu dvou moderních západních bloků AP-1000 v Chmelnyckém, což naznačuje mnohostranný přístup k rozšiřování jaderné energetiky. Nedávná dohoda mezi ukrajinským Energoatomem a společností Westinghouse o nákupu zařízení představuje významný krok v realizaci těchto ambiciózních plánů. [6]



JET

Společný evropský reaktor JET (Joint European Torus), revoluční jaderný fúzní reaktor, který byl v provozu čtyři desetiletí nedaleko Oxfordu ve Velké Británii, vstoupil do pečlivé sedmnáctileté fáze vyřazování z provozu. V rámci vyřazování vědci plánují hloubkovou analýzu procesu demontáže, která má sloužit jako podklad pro bezpečnost a finanční životaschopnost budoucích fúzních elektráren. Cílem iniciativy vyřazování z provozu, kterou vede britský Úřad pro atomovou energii (UKAEA), je zdokonalit celý životní cyklus fúzních elektráren, což je zásadní krok k realizaci čistého a prakticky neomezeného zdroje energie. Jako jeden z mála experimentů využívajících značné množství tritia, radioaktivního izotopu vodíku, představuje vyřazení JET z provozu jedinečnou výzvu. Tritium, které je pro budoucí fúzní elektrárny, jako je ITER, klíčové, zůstává radioaktivní po celá desetiletí (poločas rozpadu je 12,5 let). Strategie vyřazování z provozu upřednostňuje opětovné použití a recyklaci, snižuje radioaktivitu a usnadňuje opětovné použití tritia jako paliva. Poznatky získané při vyřazování JET z provozu budou určovat konstrukci sférického tokamaku pro výrobu energie (STEP), prototypu komerčního reaktoru plánovaného ve Velké Británii. Poznatky rovněž přispějí k budoucím regulačním rámcům. Konstrukce tokamaku, kterou sdílejí JET a ITER,



spočívá v uzavření plynu v dutinách ve tvaru koblihy pomocí magnetů. Důkladný proces demontáže JET bude řešit problém odstraňování tritia a připraví půdu pro pokrok ve výzkumu a technologii jaderné fúze. [7]

PALIVO

Společnost Westinghouse Electric Company učinila významný krok v oblasti jaderných inovací, když do Idaho National Laboratory (INL) odeslala 25 ozářených experimentálních jaderných palivových tyčí, včetně paliva odolného vůči haváriím (ATF). Tato zásilka, první svého druhu v INL za posledních dvacet let, je zásadním krokem v rozvoji jaderné energetiky. Palivová technologie, vyvinutá společností Westinghouse ve spolupráci s národními laboratořemi včetně INL a podporovaná Ministerstvem energetiky USA (DOE), má za cíl prodloužit provozní cykly jaderných elektráren z 18 na 24 měsíců. Tím se nejen zkracuje poměrná doba odstávek pro doplňování paliva, ale provozovatelům elektráren to přináší i výrazné úspory nákladů při minimalizaci množství vyhořelého jaderného paliva. Dodávka zahrnuje palivo odolné vůči haváriím a palivo s vysokým stupněm vyhoření, obojí ozářené v aktivní zóně komerční jaderné elektrárny. Podle Daniela Wachse, národního technického ředitele kampaně DOE Advanced Fuels Campaign, je tento technologický skok příslibem výrazného zvýšení elektrického výkonu. Před nasazením v komerčních reaktorech je nezbytné provést důkladné testování a analýzu, aby bylo možné pochopit výkonnost technologie za normálních podmínek i za podmínek havárie. Údaje získané z těchto experimentů budou hrát klíčovou roli při stanovování bezpečnostních měřítek požadovaných Komisí pro jaderný dozor USA. Komplexní analýza bude probíhat v komplexu INL Materials and Fuels Complex s využitím nejmodernějších zařízení. Palivo bude podrobena bezpečnostním testům simulujícím výkyvy výkonu nebo ztrátu chlazení, aby se posoudila jeho odolnost. Prezident divize jaderného paliva společnosti Westinghouse Tarik Choho zdůraznil význam neustálých inovací pro zvyšování spolehlivosti jaderného sektoru. [8]



FÚZE

Špičkový výzkum v Princetonské laboratoři fyziky plazmatu (PPPL) navrhuje transformační přístup k využití energie z jaderné fúze pomocí kapalného lithia na vnitřních stěnách zařízení s fúzním plazmatem. Vědci zkoumají účinnější způsoby využití jaderné fúze, která je čistší alternativou k fosilním palivům, se zaměřením na tokamaky – zařízení, která omezují plazma pomocí magnetických polí. Nedávná zjištění, která



jsou součástí experimentu LTX-β (Lithium Tokamak Experiment-Beta), naznačují, že povlak tekutého lithia na vnitřní straně tokamaku zlepšuje výkonnost plazmatu. Kapalné lithium nanášené na stěnu tokamaku pomáhá udržovat „horký okraj“, což je klíčový prvek pro praktickou a nákladově efektivní fúzní elektrárnu. Tato inovace by mohla potenciálně vést k menším a levnějším fúzním zařízením. Experimenty v rámci LTX-β odhalily, že kapalné lithium, které pohlcuje přibližně 40 % vodíkových iontů unikajících z plazmatu, vytváří prostředí s nízkou recyklací. Toto prostředí umožňuje rovnoměrnou teplotu na okraji plazmatu, což zvyšuje udržení tepla a zabraňuje nestabilitě. Kapalné lithium, které působí jako štít, by mohlo snížit potřebu oprav vnitřních stěn tokamaku vystavených extrémnímu teple plazmatu. Richard Majeski, vedoucí LTX-β, zdůraznil význam těchto zjištění a uvedl, že stěny z tekutého lithia nejen odolávají extrémním podmínkám

plazmatu, ale také zvyšují jeho výkon. Výsledky poskytují cenné poznatky pro rozvoj fúzní energetiky a překonání problémů při budování životaschopných stěn zařízení pro udržení plazmatu. Zatímco implementace stěn z tekutého lithia ve větších tokamacích představuje výzvu, průzkumné experimenty v menším měřítku, jako je LTX-β, jsou zásadní pro jistý pokrok v budoucích projektech jaderné fúze. Tento průlom nabízí slibný krok směrem k udržitelné a účinné fúzní energii budoucnosti. [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.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/dukovany-zvysi-vykon-a-investuji-do-zajisteni-nejmene-sedesatileteho-provozu-188273>
- [3] <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/od-pristiho-roku-zacne-novy-system-westinghouse-prebirat-rizeni-elektreny-temelin-188216>
- [4] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Nuclear-output-to-reach-new-record-by-2025,-says-i>
- [5] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/EDF-announces-Hinkley-Point-C-delay-and-big-rise-i>
- [6] <https://www.reuters.com/business/energy/ukraine-start-building-4-new-nuclear-reactors-this-year-minister-2024-01-25/>
- [7] <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00135-3>
- [8] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Advanced-nuclear-fuel-arrives-at-INL-for-testi>
- [9] <https://phys.org/news/2024-01-liquid-lithium-walls-fusion-device.html>

Datum: 28. 1. 2024

Autoři: Bc. Vojtěch Čutka

Odborný garant: Ing. Jan Zdebor, CSc.