

6. TÝDEN 2024

Z DOMOVA

JE DUKOVANY

Informace o parametrech bloků 9. 2. 2024 (7:00):

- 1. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 498 MWe
- 2. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 492 MWe
- 3. blok je v režimu 7 – odstávka
- 4. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 501 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Dukovany celkem 1 614 766 MWh elektřiny. [1]

JE TEMELÍN

Informace o parametrech bloků 9. 2. 2024:

- 1. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1095 MWe
- 2. blok je v krátkodobé odstávce, výkon turbogenerátoru 1086 MWe

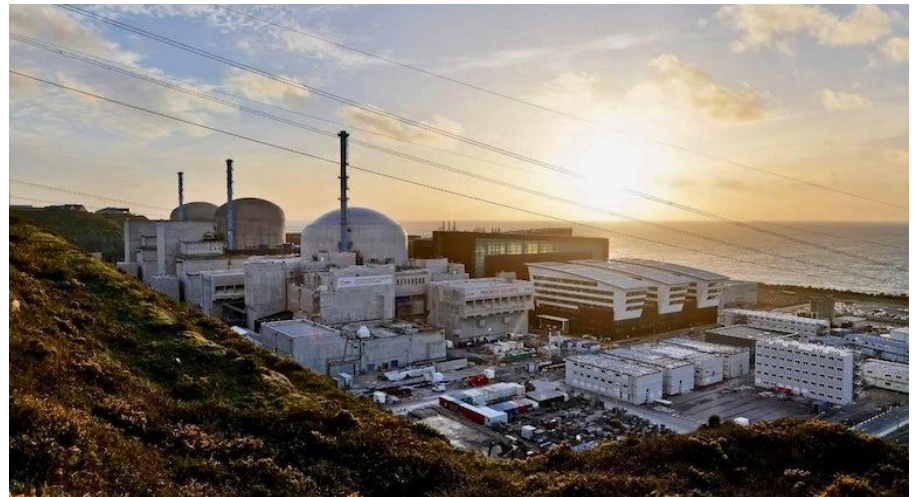
V roce 2024 vyrobila JE Temelín celkem 1 885 739 MWh elektřiny. [1]

Ráno (5.2.) obnovil druhý blok výrobu elektřiny. Výrobu elektřiny blok přerušil na pět dní kvůli výměně jednoho ze čtyř chladičů vnitřního systému generátoru v nejaderné části elektrárny. Už v pátek technici vyměnili vadný chladič. Následně provedli potřebné kontroly a zkoušky zařízení. Turbogenerátor k přenosové soustavě připojili ráno při padesátiprocentním výkonu reaktoru. Plného výkonu blok dosáhl dopoledne. [2]

VE SVĚTĚ

FRANCIE

Přípravy na zavážení paliva ve francouzské jaderné elektrárně Flamanville-3 se navzdory zpoždění a rozpočtovým problémům zrychlují. Alain Morvan, ředitel projektu, na sociálních sítích oznámil dokončení montáže klastrů řídicích tyčí, včetně tyčí primárního zdroje neutronů, které jsou klíčové pro spuštění řetězové reakce. Tyto kroky předcházejí očekávanému prvnímu zavezení paliva, které se očekává během několika týdnů, jak uvedla francouzská jaderná společnost Sfen. Výstavba reaktoru Flamanville-3, která byla zahájena v roce 2007, se potýkala se značnými komplikacemi. V prosinci 2022 společnost EDF oznámila další šestiměsíční odklad a zvýšení nákladů o 500 milionů eur (537 milionů dolarů). Navzdory těmto překážkám již zahájily komerční provoz další bloky EPR v Číně a Finsku. Zatímco Taishan-1 v Číně se stal prvním provozním EPR v prosinci 2018, druhý blok následoval v září 2019. Ve Spojeném království se dva bloky EPR ve výstavbě v Hinkley Point C rovněž potýkají se zpožděním a překročením nákladů. Klíčovým zůstává pokrok v projektu Flamanville-3, který odráží pokračující úsilí o pokrok v oblasti jaderné energetiky v podmínkách globálních výzev. [3]



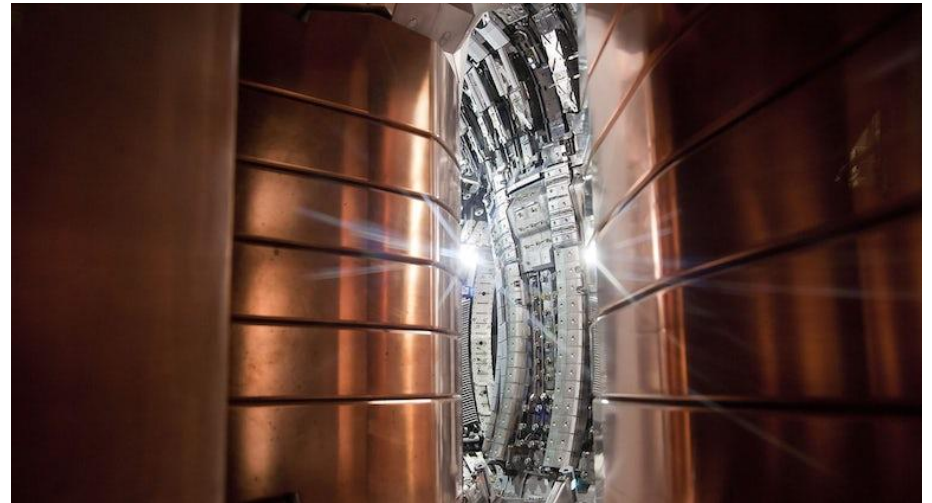
UKRAJINA

Generální ředitel MAAE Rafael Grossi vydal důrazné varování ohledně přetrvávajících rizik, kterým čelí největší evropská jaderná elektrárna na Ukrajině. Po své čtvrté návštěvě zařízení v Záporoží, které v roce 2022 čelilo několika útokům a zaznamenalo časté výpadky proudu, Grossi zdůraznil kritickou potřebu ostražitosti. Také konstatoval relativně stabilní fyzickou integritu elektrárny, která může mít však problémy při zajišťování alternativních zdrojů chladicí vody po zničení přehrady Nová Kachovka v červnu 2023. V rámci řešení tohoto problému elektrárna vyvrtala 11 vrtů pro zásobování vodou. Grossi rovněž zdůraznil obavy ohledně personálního zajištění, zejména po nedávném oznámení o zákazu vstupu pracovníků ukrajinského národního provozovatele Energoatom. I přes snížení počtu zaměstnanců Grossi zdůraznil nutnost kvalifikovaného personálu pro udržení jaderné bezpečnosti a zabezpečení. Zdůraznil průběžné sledování situace a vyzval k tomu, aby se nepolevovalo, a znovu potvrdil nutnost trvalé ostražitosti. [4]



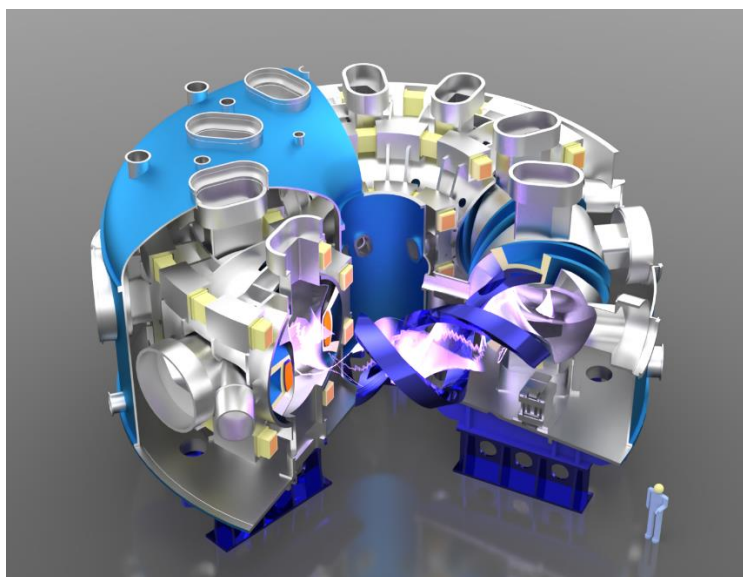
VELKÁ BRITÁNIE (FÚZE)

Vědci z Velké Británie, pracující v Culhamském centru pro fúzní energii v Oxfordshiru, dosáhli s tokamakem JET (z angl. „Joint European Torus“) světového rekordu ve výrobě energie pomocí jaderné fúze. Tým JET vygeneroval během pěti sekund působivých 69 MJ energie, přičemž použil pouze 0,2 miligramu DT (deuterium-tritium) paliva. Překonal tím tak svůj rekord z roku 2021, kdy vyprodukoval 59 MJ tepelné energie. Jednalo se o jeden ze závěrečných testů tohoto zařízení zaměřený především na dosažení a zvládnutí různých podmínek, do kterých se budoucí elektrárna může dostat. Rekord byl tak v podstatě „vedlejším produktem“ a nikoliv účelem testování. Tomu také odpovídá tzv. vědecký zisk Q , který je dán poměrem vložené energie k energii získané, a jehož hodnota se pohybovala kolem 0,3. Do systému tedy stále bylo vkládáno více energie, než se z něj získalo. I přes to se jedná o obrovský úspěch, který prohloubil chápání jaderné fúze, a jehož informace budou nesmírně cenné pro budoucí fúzní elektrárny jako např. ITER či DEMO. Tyto informace souvisí především se zmírněným tepla proudícího do divertoru¹ a se stabilizací okraje plazmatu, a tím zabránění vysokého namáhání první stěny reaktoru. Ačkoliv JET ukončil svůj vědecký provoz v prosinci roku 2023 a teď ho čeká zhruba 17letá etapa vyřazování z provozu, bude i v budoucnu poskytovat důležité informace, zejména z oblasti materiálového inženýrství. [5, 6, 7]



DIGITÁLNÍ DVOJČE VE FÚZI

Pro realizaci výroby energie z jaderné fúze magnetickým udržením je nezbytné předvídat a řídit složité chování fúzního plazmatu. Jednou z možných metod řízení je řízení pomocí „digitálního dvojčete“, při kterém je fúzní plazma řízeno na základě plazmy reprodukované v numerickém prostoru. Je však obtížné předpovídat a analyzovat chování plazmatu s vysokou přesností pomocí simulačních modelů, protože model musí

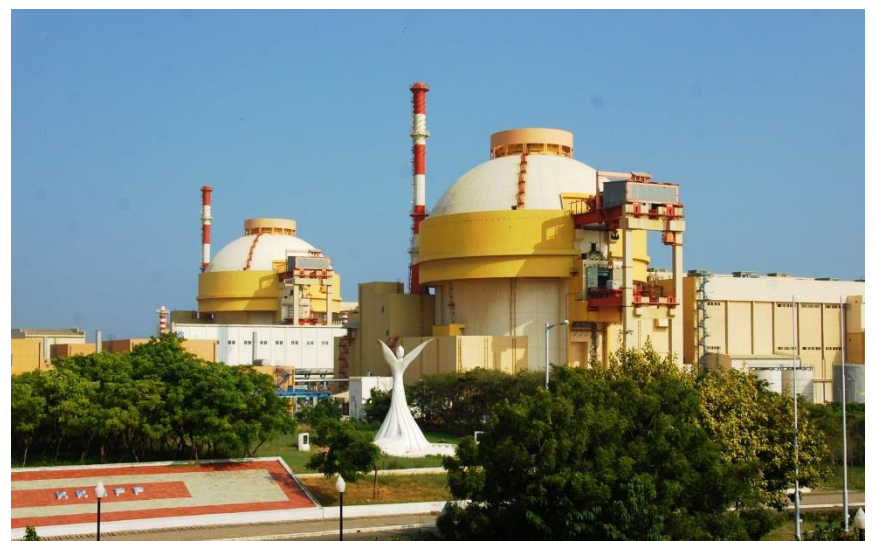


zohledňovat nejen složité proudění plazmatu, ale také mnoho dalších faktorů, jako je ohřev, dodávka paliva, nečistoty a neutrální částice. Kromě toho budoucí fúzní reaktory budou mít omezené možnosti měření, což si vynutí prediktivní řízení a odhad stavu plazmatu v podmínkách velké nejistoty a nedostatku informací. Výzkumná skupina však vyvinula nový řídicí systém ASTI (angl. „Assimilation System for Toroidal plasma Integrated simulation“), který integruje pozorování v reálném čase s cílem zlepšit prediktivní modely. Tento systém, publikovaný v časopise Scientific Reports, využívá techniky asimilace dat² a přizpůsobuje simulační modely skutečnému chování plazmatu pro přesnou předpověď a řízení. Systém byl testován na stelarátoru LHD (z angl. „Large Helical Device“) v Japonsku. Vědci provedli experiment s kontrolou elektronové teploty skutečného plazmatu a zároveň optimalizovali predikční model na základě profilů elektronové hustoty a teploty pozorovaných v reálném čase. Díky tomu se podařilo přiblížit teplotu elektronů cílové teplotě a zároveň zvýšit přesnost předpovědi modelu a poprvé na světě úspěšně demonstrovat prediktivní řízení fúzního plazmatu pomocí digitálního dvojčete na základě asimilace dat. Očekává se,

že tento nový přístup k řízení se stane zásadním pro řízení fúzních reaktorů, protože jej lze aplikovat na důležité, ale náročné problémy řízení, včetně řízení hustoty a teplotních profilů plazmatu a řízení veličin, které se přímo neměří, jako je například snadnost úniku tepla z vnitřku plazmatu. Výzkumnou skupinu vedli docent Yuya Morishita, profesor Sadayoshi Murakami z Kjótské univerzity v Japonsku a další. Docent Morishita v rozhovoru zmínil, že by rád v budoucnu zavedl tento řídicí systém jako základ fúzních zařízení. [8]

RUSKO A INDIE

Během návštěvy jaderné elektrárny Kudankulam v Indii podepsal generální ředitel Rosatomu Alexej Lichačov nový dodatek k mezivládní dohodě o výstavbě jaderné elektrárny Kudankulam. Tento protokol, který Rosatom považuje za významný, byl dokončen po jednání mezi Lichačevem a Ajitem Kumarem Mohantym, předsedou indické Komise pro atomovou energii a tajemníkem jejího ministerstva pro atomovou energii. Součástí návštěvy byla také jednání o postupu výstavby bloků 3 až 6 elektrárny Kudankulam, přičemž obě strany vyjádřily spokojenost s výkonem bloků 1 a 2. Prozkoumali možnosti urychlení probíhající výstavby a posílení vztahů v oblasti civilní jaderné spolupráce. Podepsaný dodatek k mezivládní dohodě z roku 2008 znamená závazek pokročit v bilaterální spolupráci v jaderné oblasti. Lichačov zdůraznil strategické partnerství mezi Ruskem a Indií v jaderné oblasti a vyzdvihl dlouhodobou spolupráci, která se datuje od 80. let minulého století. Vzhledem k tomu, že v Kudankulamu již fungují dva reaktory VVER 1000 a další čtyři bloky jsou ve výstavbě, je partnerství připraveno na další rozšíření. Ambiciózní plány Indie na zvýšení kapacity jaderných elektráren ukazují, že se země jaderné energetice věnuje a že probíhají různé iniciativy na podporu jejího jaderného sektoru. [9]



¹ Spodní část tokamaku, kde se shromažďují nečistoty plazmatu, které jí ochlazují (lze si představit jako výfuk)

² Matematická metoda zvaná asimilace dat je technika, která využívá pozorované informace ke snížení rozdílů mezi numerickými simulacemi a skutečností. Asimilace dat se používá ke zlepšení předpovědní a analytické výkonnosti rozsáhlých simulačních modelů (např. při předpovědi počasí)

VELKÁ BRITÁNIE (SMR)

Společnost Westinghouse uzavřela dohodu se společností Community Nuclear Power Limited (CNP) o výstavbě čtyř malých modulárních reaktorů (SMR) AP300 v regionu North Teesside v severovýchodní Anglii, což představuje první soukromě financovanou flotilu SMR ve Spojeném království. Společnost CNP, která vznikla v září 2022, spolupracuje s partnery, jako jsou Jacobs a Interpath Advisory, na výstavbě plně licencované lokality do roku 2027, a to za podpory soukromého financování. "Potřebné komponenty pro tento průlomový projekt – pozemky, technologie, soukromé kapitálové financování a poptávka komunity – jsou k dispozici," uvedla CNP. "Jedná se o první soukromě financovaný projekt SMR v Evropě, jehož cílem je vyrábět čistou energii do deseti let." Projekt je v souladu s energetickou strategií britské vlády a podporuje přeměnu regionu na zelené energetické a chemické centrum. Společnost Westinghouse spolupráci pochválila a zdůraznila svůj závazek k rozvoji pracovních sil a lokalizaci dodavatelského řetězce. Projekt AP300 SMR, založený na osvědčené technologii AP1000, má být licencován do roku 2027, výstavba má začít v roce 2030 a provoz v roce 2033. Tom Greatrex z Asociace jaderného průmyslu dohodu uvítal a vyzdvihl potenciál pro tvorbu pracovních míst a zajištění čisté energie. Cílem britské vlády je do roku 2050 rozšířit kapacitu jaderné energie na 24 GW, přičemž klíčovou roli by měly hrát reaktory SMR. Na probíhající proces výběru technologie se podílejí přední průmyslové společnosti, jako je Westinghouse, což připravuje půdu pro budoucí zakázky a pokrok v jaderném odvětví. [10]



KANADA

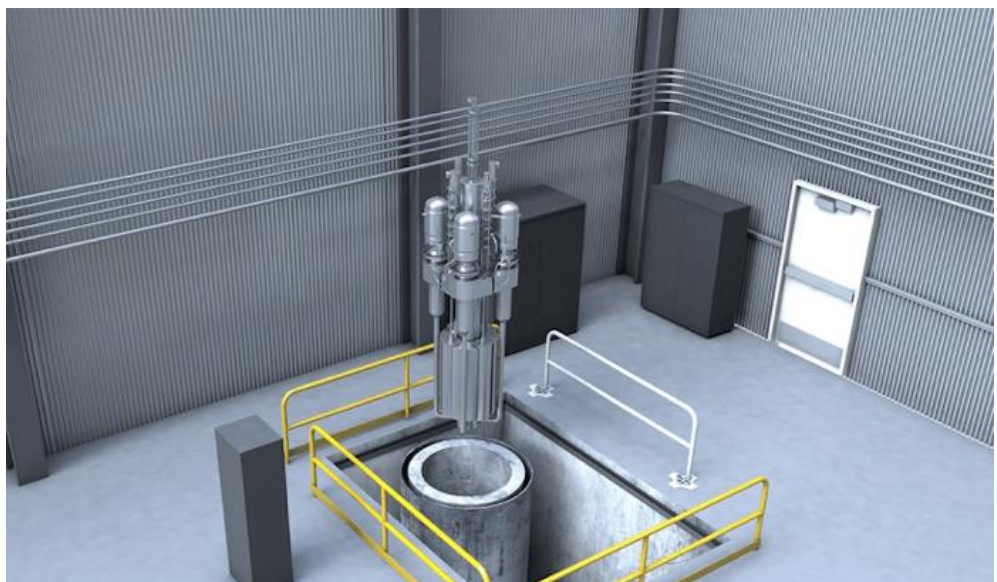
Společnost Cameco, kanadský producent uranu, vykázala za rok 2023 dobré finanční výsledky, přičemž čistý zisk, upravený čistý zisk a hotovost z provozní činnosti se oproti roku 2022 více než zdvojnásobily. Prezident a generální ředitel Tim Gitzel tento úspěch přičítá zvýšenému objemu prodeje a realizovaným cenám v segmentech uranu a palivových služeb. Společnost očekává pokračování dobrých výsledků i v roce 2024, přičemž využije přínosů akvizice společnosti Westinghouse v roce 2023, kterou provedla se společností Brookfield Asset Management. V roce 2024 chce společnost Cameco vytěžit po 18 milionech liber z jezer McArthur River/Key Lake a Cigar Lake. U jezera Cigar Lake převedla 73,4 milionu liber zdrojů na zásoby a plánuje prodloužit životnost dolu do roku 2036. Probíhá také vyhodnocování potenciálního rozšíření výrobní kapacity v McArthur River/Key Lake na roční licencovanou kapacitu 25 milionů liber. Navzdory problémům v Kazachstánu způsobeným snížením dodávek a problémy v dodavatelském řetězci společnost Cameco očekává, že úroveň produkce zůstane stabilní. Rizika spojená s přepravou zmírňuje využíváním alternativních tras, jako je například



Transkaspická mezinárodní přepravní cesta, po které dostává svůj podíl produkce. Strategická pozice společnosti Cameco a její proaktivní opatření odrážejí její závazek k udržitelnému růstu a stabilitě produkce uranu. [11]

USA A FRANCIE

Společný podnik společností Framatome a General Atomics zahájil výrobu paliva pro mikroreaktor MARVEL amerického ministerstva energetiky (DOE). Mikroreaktor MARVEL chlazený sodíkem a draslíkem, který má vyrábět 85 kW tepelné energie, bude umístěn v zařízení pro testování přechodových reaktorů v Idaho National Laboratory a první dodávka paliva se očekává na jaře 2025. Tato iniciativa představuje jednu z prvních nových konstrukcí reaktoru v laboratoři za více než čtyři desetiletí, přičemž provozní připravenost je plánována na rok 2027 s budoucími plány na připojení k mikrosíti. Palivo pro reaktor MARVEL se podobá uran-cirkonium-hydridovému palivu používanému ve výzkumných reaktorech TRIGA, přičemž výhradním dodavatelem paliva je společnost TRIGA International. John Jackson, národní technický ředitel programu mikroreaktorů DOE, zdůraznil, že získání paliva pro projekt MARVEL vyřešilo hlavní technickou překážku a představuje konkrétní krok vpřed při realizaci této inovativní testovací platformy. Vzhledem k tomu, že společnost TRIGA International již zahájila proces výroby, DOE předpokládá, že ještě letos předloží v rámci schvalovacího procesu předběžnou zprávu o bezpečnostní analýze reaktoru MARVEL. Kromě toho probíhají testy neelektrického prototypu skutečné velikosti. Jedná se o testy primárního chladicího zařízení (PCAT), které mají ověřit průtok chladicího média systémem a jeho schopnosti generovat energii. Instalace PCAT ve výrobním závodě společnosti Creative Engineers Inc. v Pensylvánii podtrhuje komplexní přístup k zajištění úspěšného provozu reaktoru MARVEL. [12]



KONFERENCE A SEMINÁŘE

SEMINÁŘ OBČANSKÉ BEZPEČNOSTNÍ KOMISE DUKOVANY (OBK)

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

JÁDRO - NOVÉ JADERNÉ ZDROJE

- 3. října 2023
- 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/druhy-blok-temelina-je-opet-v-provozu-elektarna-pracuje-na-plny-vykon-188531>
- [3] <https://www.nucnet.org/news/preparations-for-fuel-loading-gathering-pace-at-delayed-french-epr-project-2-4-2024>
- [4] <https://www.nucnet.org/news/very-real-dangers-persist-at-zaporizhzhia-nuclear-power-station-2-4-2024>
- [5] <https://www.nucnet.org/news/energy-based-on-power-of-stars-a-step-closer-after-world-record-at-jet-tokamak-2-4-2024>
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=Swe0Fcd1i6E>
- [7] <https://ccfe.ukaea.uk/fusion-research-facility-jets-final-tritium-experiments-yield-new-energy-record/>
- [8] <https://phys.org/news/2024-01-fusion-plasma-digital-twin.html>
- [9] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Rosatom-boss-optimistic-about-expanding-nuclear-co>
- [10] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Agreement-signed-for-planned%2%A0UK-fleet-of-AP300-rea>
- [11] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Cameco-looks-to-increase-production-as-net-earning>
- [12] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/TRIGA-International-begins-fabricating-MARVEL-fuel>

Datum: 10. 2. 2024

Autoři: Bc. Vojtěch Čutka

Odborný garant: Ing. Jan Zdebor, CSc.