

## 45. TÝDEN 2024

### Z DOMOVA

#### JE DUKOVANY

Informace o parametrech bloků 14.11. 2024 :

- 1. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 97,5 %, výkon turbogenerátorů 516 MWe
- 2. blok je v režimu 1 - stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 510 MWe
- 3. blok je v režimu 1 - stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 510 MWe
- 4. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 504 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Dukovany celkem 12 449 723 MWh elektřiny. [1]

#### JE TEMELÍN

Informace o parametrech bloků 14.11. 2024:

- 1. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1089 MWe
- 2. blok je v plánované odstávce

V roce 2024 vyrobila JE Temelín celkem 13 097 919 MWh elektřiny. [1]

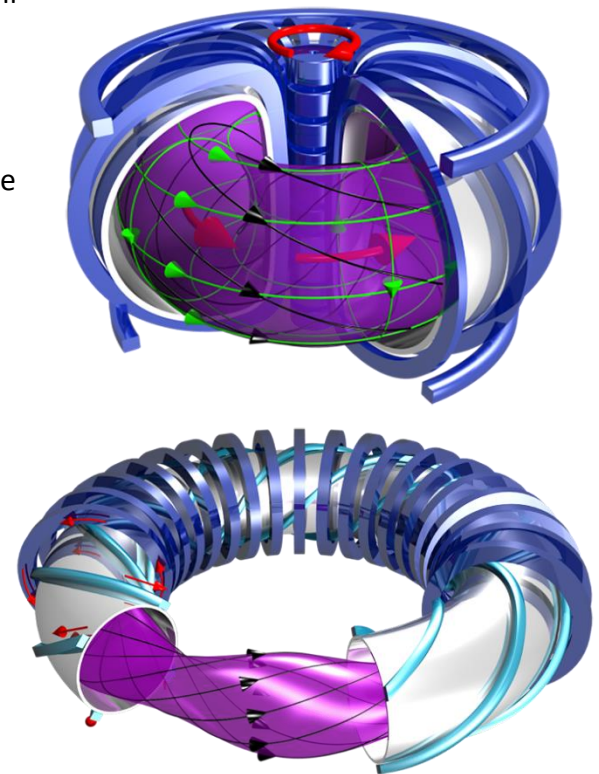
### VÍTE, ŽE

Jaderná fúze není pouze technologie tokamaku. Ač se ve Francii momentálně staví ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*), jež je největší mezinárodní projekt v historii lidstva, existují na světě i jiné metody, jak dosáhnout fúzní reakce. Tady jsou dva nejvíce slibné přístupy, kterými je možné slučovat atomy vodíku:

#### 1. MAGNETICKÉ UDRŽENÍ

Tento přístup využívá silná magnetická pole k udržení horkého plazmatu ve vakuové komoře, kde dochází k fúzi.

- **Tokamak:**
  - **Popis:** Vytváří toroidální (prstencové) magnetické pole pomocí vnějších cívek a indukovaného proudu v plazmatu.
  - **Příklad:** ITER (mezinárodní tokamakový projekt), JET.
  - **Výhody:** Zralá technologie, vysoká účinnost při udržení plazmatu.
  - **Nevýhody:** Pulzní provoz, riziko poruch (disrupcí).
- **Stelátor:**
  - **Popis:** Vytváří stabilní magnetické pole čistě pomocí vnějších cívek složitěho tvaru.
  - **Příklad:** Wendelstein 7-X, LHD (Large Helical Device).
  - **Výhody:** Stabilní plazma, možnost kontinuálního provozu.
  - **Nevýhody:** Komplexní konstrukce, dosud méně zkoumaný.



#### 2. SETRVAČNÉ UDRŽENÍ (INERTIAL CONFINEMENT FUSION, ICF)

Zahrnuje stlačení a zahřátí malého palivového peletu na extrémní teploty a tlaky během velmi krátkého času.

- **Laserová fúze:**
  - **Popis:** Vysokovýkonné lasery (např. NIF – National Ignition Facility) zaměřují energii na palivovou kapsli, což vede k jejímu stlačení a zahřátí.
  - **Výhody:** Vysoká hustota energie v krátkém čase.
  - **Nevýhody:** Náročná na přesnost a opakovatelnost.
- **Fúze pomocí částicových svazků:**
  - **Popis:** Stlačení paliva pomocí urychlených iontů nebo elektronových svazků.
  - **Příklad:** HiPER (evropský projekt).



[2]

## V ČECHÁCH

### ČEZ A URENCO

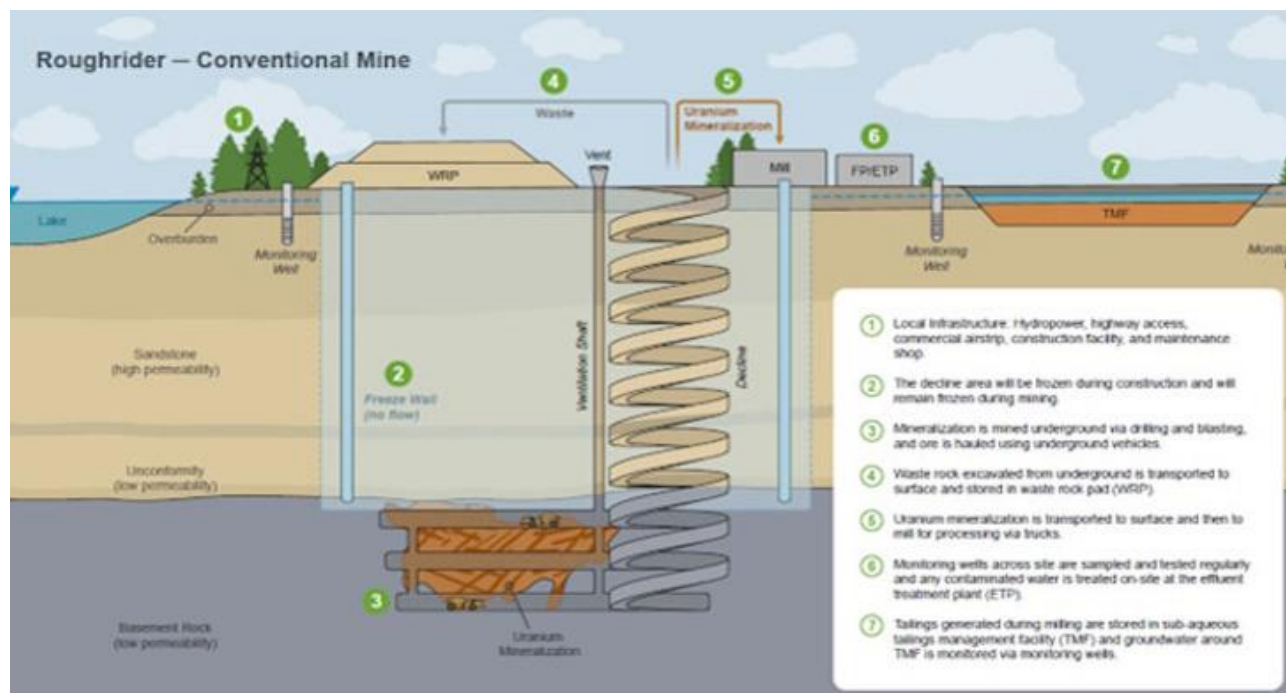
Český provozovatel jaderných elektráren ČEZ podepsal novou smlouvu s firmou Urenco na dodávky obohaceného uranu pro jaderné elektrárny Dukovany a Temelín. Smlouva navazuje na již 20letou spolupráci obou společností. Nové dohody byly slavnostně oznámeny na Britském velvyslanectví v Praze za účasti velvyslance Matta Fielda. Sarah Riedel, vedoucí prodeje společnosti Urenco, uvedla: „Jsem hrdá na to, že jsme prodloužili naši dlouholetou spolupráci s ČEZ. Pomáháme České republice posilovat energetickou bezpečnost. ČEZ je dlouhodobým zastáncem diverzifikace dodávek a lídrem v oblasti nové jaderné energetiky v Evropě.“ Ředitel divize jaderné energetiky ČEZ, Bohdan Zronek, zdůraznil: „Spolupracujeme s Urenco už 20 let a nová smlouva nastavuje rámec pro další dlouhodobou spolupráci. Naším úkolem je zajistit bezpečný provoz jaderných elektráren a prostřednictvím diverzifikace dodavatelů posilujeme energetickou bezpečnost ČR.“ Diverzifikace dodavatelů je klíčová v rámci jaderného palivového cyklu. Finální palivové soubory pro ČEZ dodávají společnosti



Westinghouse a Framatome, přičemž uran je nejprve nakupován na světových trzích a následně obohacován. Kromě smlouvy s Urenco má ČEZ také dlouhodobý kontrakt na obohacování uranu se společností Orano. [3]

## VE SVĚTĚ

### KANADA



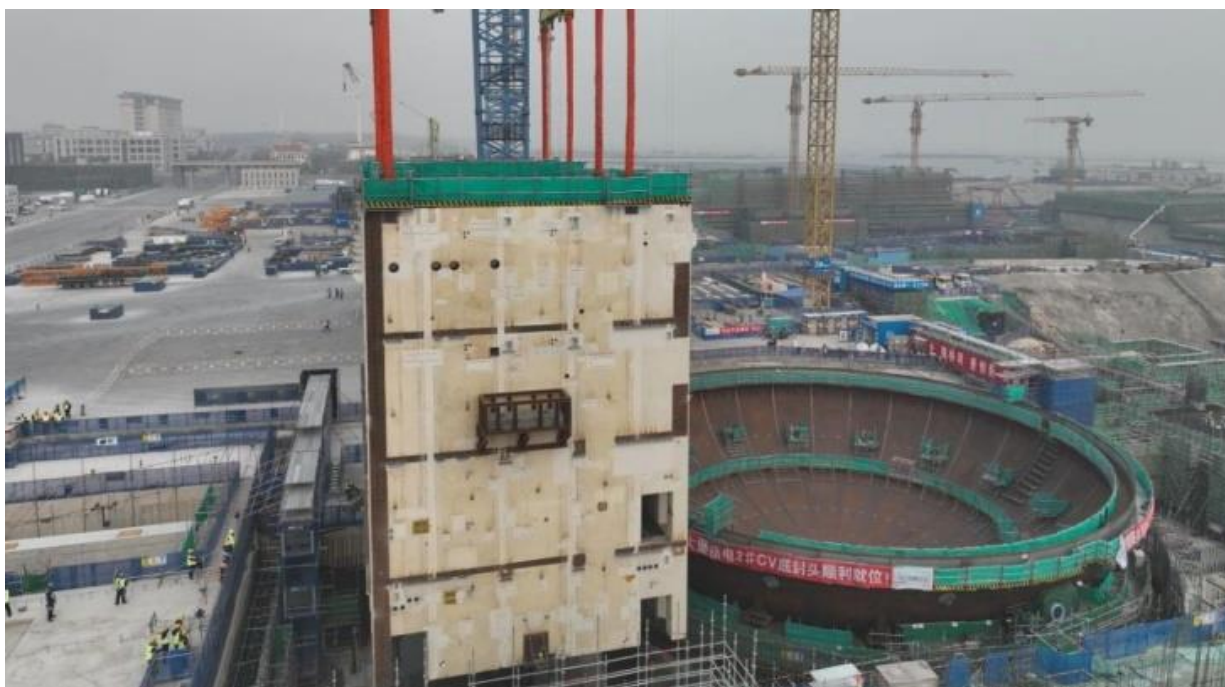
Uranium Energy Corp (UEC) zveřejnila aktualizovanou technickou zprávu pro svůj projekt Roughrider v severním Saskatchewanu, kterou získala od Rio Tinta v roce 2022 za 150 milionů USD. Zpráva předpokládá těžbu 61,2 milionu liber  $U_3O_8$  (přibližně 23 540 tun uranu) během devíti let podzemního provozu. Projekt disponuje indikovanými zdroji 12 637 t  $U_3O_8$  s průměrnou koncentrací 1,81 % a předpokládanými zdroji 15 140 t  $U_3O_8$  s koncentrací 2,45 %. Roční produkce má dosahovat 3084 t  $U_3O_8$ , přičemž celkové kapitálové výdaje jsou odhadovány na 545 milionů USD, což zahrnuje výstavbu mlýna a podzemního dolu. Prezident a CEO UEC Amir Adnani označil tuto studii za klíčový milník, který potvrzuje, že Roughrider je

vysoce výnosný projekt s nízkými náklady na kapitál v rámci Kanady. Po zdanění je čistá současná hodnota (NPV) odhadována na 946 milionů USD. Adnani zdůraznil, že projekt má značný potenciál pro další zvyšování hodnoty díky nedávným průzkumům a objevu severního ložiska Roughrider. Strategická poloha projektu v oblasti Athabasca Basin nabízí výhody blízkosti k infrastruktuře, včetně silnic, elektrické energie a letiště Points North Landing. Díky svým zkušenostem s těžbou uranu je UEC v dobré pozici k rozvoji projektu a minimalizaci rizik. UEC spravuje portfolio projektů, zahrnující jak těžbu uranu metodou in-situ recovery v USA, tak i projekty s vysokým obsahem uranu v Kanadě. Společnost zahájila produkci na svém projektu Christensen Ranch ve Wyomingu v srpnu tohoto roku. [4]



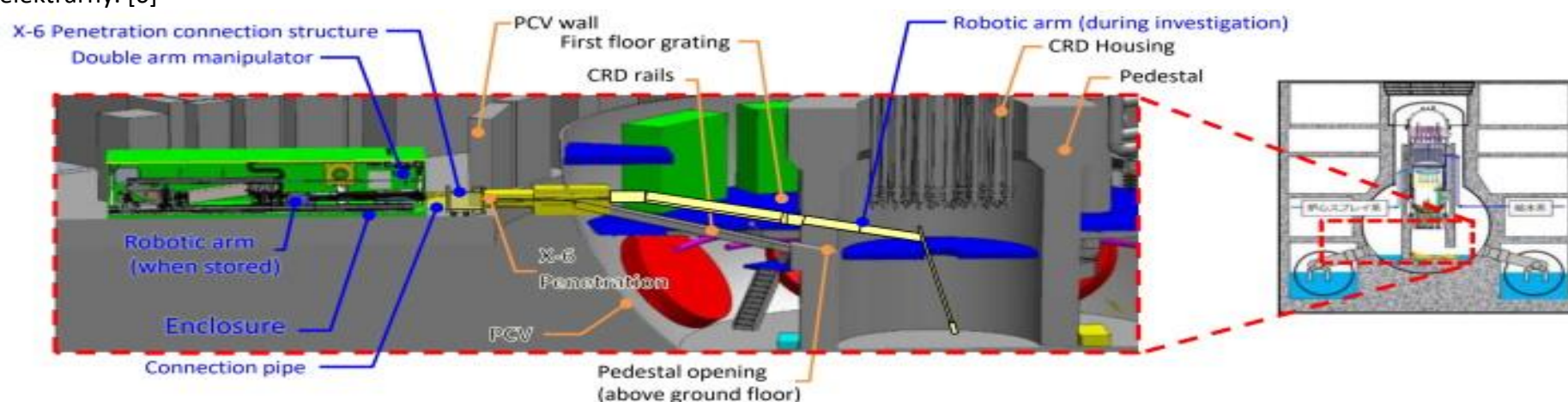
## ČÍNA

Na druhém bloku jaderné elektrárny Xudabao v čínské provincii Liaoning byl instalován největší a nejtěžší modul CA20, oznámila společnost China Nuclear Power Engineering Company Limited, dceřiná firma China National Nuclear Corporation. Modul, který váží přes 1000 tun a měří 20,7 metrů na délku, 14,2 metrů na šířku a 21 metrů na výšku, byl usazen 3. listopadu 2024. Tento ocelový modul obsahuje zařízení pro skladování použitého paliva, výměník tepla a sběr odpadu. Instalace CA20 představuje klíčový krok ve výstavbě pomocných zařízení na tzv. jaderném ostrově. Předtím byl 27. října na stejném bloku usazen dolní díl reaktoru. Výstavba prvních dvou bloků elektrárny Xudabao, která byla schválena čínskou vládou v červenci 2023, pokračuje podle plánu. Oba bloky budou vybaveny reaktory typu CAP1000, což je čínská verze západního AP1000. Původní projekt Xudabao počítal s šesti reaktory CAP1000, ale došlo ke změně. Třetí a čtvrtý blok budou osazeny ruskými reaktory VVER-1200, jejichž výstavba začala v roce 2021, respektive 2022, a jejich spuštění se očekává v letech 2027 a 2028. [5]



## FUKUŠIMA DAIČI

Tokyo Electric Power Company (Tepco) oznámila úspěšné dokončení zkušebního odběru vzorku palivových zbytků z primární kontejnerové nádoby bloku 2 v poškozené jaderné elektrárně Fukušima Daiichi. Tento zásadní krok je součástí příprav na úplné odstranění roztaveného paliva z reaktorů. Plánovaný odběr, zahájený 22. srpna 2023, měl trvat přibližně dva týdny a využíval teleskopické zařízení s uchopovacím nástrojem, které dosahuje délky až 22 metrů. Operace však byla zpožděna kvůli technickým problémům, včetně nesprávného sestavení zařízení a vadných kamer. Po několika odkladech se Tepcu podařilo 30. října úspěšně odebrat vzorek. Dne 6. listopadu bylo potvrzeno, že odebraný vzorek splňuje bezpečnostní kritéria s dávkovým příkonem méně než 24 mSv/h. Následně byl vzorek uložen do přepravního boxu, který byl vložen do hermetického kontejneru DPTE. Tím byla zkušební operace formálně dokončena. Palivový vzorek bude přepraven mimo areál k podrobnému rozboru. Výsledky analýzy pomohou optimalizovat procesy při plném odstraňování palivových zbytků. Ve třech reaktorech Fukušima Daiichi je odhadováno celkem 880 tun palivových zbytků. Plánem je zahájit odběr z bloku 2 a postupně zvyšovat rozsah operací, přičemž rozsáhlé odstraňování v jednotce 3 se očekává začátkem 30. let 21. století. Odebrané zbytky budou bezpečně uloženy v novém skladu přímo v areálu elektrárny. [6]



## JAPONSKO

Projekt FAST (Fusion by Advanced Superconducting Tokamak) byl zahájen v Japonsku s cílem dosáhnout produkce energie z jaderné fúze do konce 30. let 21. století. FAST využívá tokamak, pokročilý systém na bázi plazmatu, který umožňuje udržovat reakce deuterium-tritium (D-T) a integrovat technologie pro přeměnu energie, včetně výroby elektřiny a palivového cyklu. Projekt je společnou iniciativou japonských, britských, amerických a kanadských vědců spolu s průmyslovými partnery. Hlavním cílem je překonat technologické výzvy, které dosud bránily vytvoření komerčně využitelných fúzních elektráren. Klíčové oblasti zahrnují optimalizaci přenosu energie, vytvoření tritiového palivového cyklu a integraci těchto inovací do plně funkčního systému. FAST se zaměří na dosažení výstupu energie 50 až 100 MW při délce výboje 1000 sekund a celkové době provozu 1000 hodin při plném výkonu. Projekt plánuje do roku 2025 dokončit konceptuální návrh zařízení. Během této fáze proběhne hodnocení





technologií, financování, regulace a dalších klíčových aspektů. Na základě výsledků bude rozhodnuto o přechodu k detailnímu návrhu a realizaci projektu. Technologický rozvoj podpoří klíčoví průmysloví partneři, jako jsou Mitsui, Mitsubishi a další. FAST bude sloužit jako jedinečná platforma pro vývoj technologií, které umožní budoucí komerční využití fúze, a to včetně zkušebních a pilotních zařízení. Projekt klade důraz na mezinárodní spolupráci a zapojení dalších výzkumných institucí a průmyslových subjektů. [7]

## COP29

Administrativa USA představila plán na nasazení 200 GW jaderné kapacity do roku 2050. John Podesta, hlavní poradce prezidenta pro mezinárodní klimatickou politiku, na COP29 v Baku prohlásil, že přechod k čisté energii včetně nových jaderných technologií bude pokračovat, i



přes změnu administrativy po volbách. Podesta zdůraznil, že Bidenova administrativa dosáhla významného pokroku, například závazkem snížit emise o 50–52 % oproti roku 2005, opětovným přistoupením k Pařížské dohodě a investicemi skrze Inflation Reduction Act (IRA) a Bipartisan Infrastructure Law. Tyto kroky spustily „boom čisté energie“, který snižuje náklady na čisté technologie až o 25 % a urychluje jejich globální nasazení. Podle Podesty se přechod na čistou energii stal v USA ekonomicky atraktivním a získal si oboustrannou politickou podporu. Plán Bílého domu zdůrazňuje roli jádra při dosažení nulových emisí skleníkových plynů do roku 2050. Pro splnění tohoto cíle je nutné vybudovat 1 500–2 000 GW čisté výrobní kapacity. Dokument rovněž identifikuje klíčové kroky v oblasti licencování, dodavatelských řetězců, pracovních sil a nakládání s vyhořelým palivem. Budoucí klimatická

a jaderná politika administrativy Donalda Trumpa zůstává nejistá. Trump však během kampaně naznačil podporu pokročilých jaderných technologií, například malých modulárních reaktorů. [8]

## TURECKO

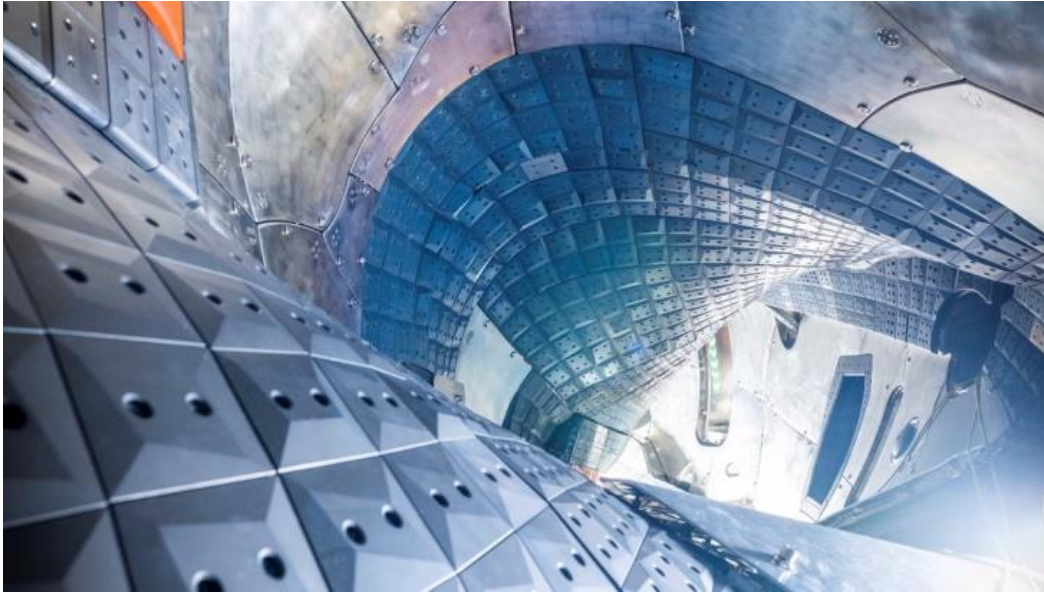
Dokončení betonáže vnějšího ochranného kontejnmentu prvního bloku jaderné elektrárny Akkuyu v Turecku trvalo 104 dní. Během tohoto procesu bylo použito 3511 m<sup>3</sup> vysoce pevného samozhutnitelného betonu. K práci byly využity dva věžové jeřáby, šest betonovacích ramen a 34 mixérů. Tato etapa byla součástí výstavby čtyř reaktorů typu VVER-1200 navržených ruskou společností Rosatom. Konstrukce vnějšího kontejnmentu probíhala ve dvou etapách v srpnu a září, přičemž po betonáži dosáhl tloušťky 1,5 metru. Dvojitý systém kontejnmentu zajišťuje vyšší úroveň bezpečnosti, přičemž vnější obálka je navržen tak, aby odolala nejvážnějším zemětřesením a hurikánům. Generální ředitel Akkuyu Nuclear JSC, Sergej Butckikh, zdůraznil, že vnější ochranná obálka je klíčovým prvkem bezpečnostního systému elektrárny. Jeho dokončení umožní zahájit instalaci pasivního systému odvodu tepla, dalšího důležitého bezpečnostního prvku. Akkuyu, nacházející se v provincii Mersin, je první jadernou elektrárnou v Turecku. Výstavba probíhá na základě modelu BOO (build-own-operate). První blok by měl být uveden do provozu do sedmi let od vydání všech stavebních povolení, což se stalo v roce 2018. První jaderné palivo bylo na místo doručeno v dubnu 2023 a blok by měl začít dodávat energii do turecké sítě v roce 2025. Po dokončení celé elektrárny o výkonu 4800 MWe má Akkuyu pokrýt asi 10 % turecké spotřeby elektřiny, přičemž všechny čtyři bloky by měly být v provozu do konce roku 2028. [9]





## FÚZE

Společnost Thales ve spolupráci s Max Planckovým institutem pro fyziku plazmatu dosáhla významného milníku díky vývoji gyrotronu TH1507U, který byl navržen speciálně pro stelarátor Wendelstein 7-X. Tento gyrotron vyprodukoval výkon 1,3 megawattu na frekvenci 140 gigahertzů po dobu 360 sekund. Gyrotron je vysokovýkonná vakuová elektronka, která generuje milimetrové elektromagnetické vlny pomocí cyklotronové rezonance elektronů v silném magnetickém poli. Zařízení hraje klíčovou roli při zahřívání a stabilizaci plazmatu, což je nezbytné pro dosažení teplot potřebných pro magnetické udržení jaderné fúze. Projekt Wendelstein 7-X, největší a nejvýkonnější stelarátor na světě, má za cíl nejen prohloubit základní porozumění plazmatům, ale také přispět k vývoji komerčních fúzních reaktorů. Společnost Thales se sídlem v Mnichově je jediným evropským výrobcem gyrotronových elektronkových trubíc. Gyrotron TH1507U byl vyvinut ve spolupráci s evropským konsorciem GYrotron, jehož cílem je vytvořit autonomní evropský zdroj spolehlivých gyrotronů. Tyto systémy operují na strategické frekvenci 140 gigahertzů, ale mohou být přizpůsobeny i jiným frekvencím. Podle Charlese-Antoina Goffina, viceprezidenta divize Microwave & Imaging Sub-Systems společnosti Thales, tento světový rekord ukazuje odhodlání společnosti k technologickým inovacím a její vedoucí postavení v oblasti vysokovýkonného ohřevu plazmatu, klíčového pro řešení energetických výzev budoucnosti. Po rekordní produkci plazmatu v únoru 2023 byl Wendelstein 7-X plánovaně odstaven na údržbu a modernizaci, včetně instalace nového gyrotronu. V září zahájil novou experimentální kampaň. [10]



Gyrotron je vysokovýkonná vakuová elektronka, která generuje milimetrové elektromagnetické vlny pomocí cyklotronové rezonance elektronů v silném magnetickém poli. Zařízení hraje klíčovou roli při zahřívání a stabilizaci plazmatu, což je nezbytné pro dosažení teplot potřebných pro magnetické udržení jaderné fúze. Projekt Wendelstein 7-X, největší a nejvýkonnější stelarátor na světě, má za cíl nejen prohloubit základní porozumění plazmatům, ale také přispět k vývoji komerčních fúzních reaktorů. Společnost Thales se sídlem v Mnichově je jediným evropským výrobcem gyrotronových elektronkových trubíc. Gyrotron TH1507U byl vyvinut ve spolupráci s evropským konsorciem GYrotron, jehož cílem je vytvořit autonomní evropský zdroj spolehlivých gyrotronů. Tyto systémy operují na strategické frekvenci 140 gigahertzů, ale mohou být přizpůsobeny i jiným frekvencím. Podle Charlese-Antoina

Goffina, viceprezidenta divize Microwave & Imaging Sub-Systems společnosti Thales, tento světový rekord ukazuje odhodlání společnosti k technologickým inovacím a její vedoucí postavení v oblasti vysokovýkonného ohřevu plazmatu, klíčového pro řešení energetických výzev budoucnosti. Po rekordní produkci plazmatu v únoru 2023 byl Wendelstein 7-X plánovaně odstaven na údržbu a modernizaci, včetně instalace nového gyrotronu. V září zahájil novou experimentální kampaň. [10]

## KONFERENCE A SEMINÁŘE

### IAEA NUCLEAR FOCUSED TRAINING EVENTS AND PROGRAMS

- Při rozkliknutí následujícího odkazu a zaregistrováním se na stránky organizace IAEA se vám objeví široká škála nabízených programů se zaměřením na jadernou energetiku a jadernou energii obecně. Vše, co je nutné udělat je založit si profil a přihlásit se!!!

<https://websso.iaea.org/login/login.fcc?TYPE=33554433&REALMOID=06-ef4f28c9-f8dc-467e-8186-294fdf5e627b&GUID=1&SMAUTHREASON=0&METHOD=GET&SMAGENTNAME=-SM-SCcyPFZaXOHNKpgb%2fjlse9s9yY%2fPolL3kWEdVwg2TRqzphYOCQxS%2fuqDlGf2aygk&TARGET=-SM-HTTPS%3a%2f%2fwebsso%2eiaea%2eorg%2flogin%2fbounce%2easp%3fDEST%3d--SM--HTTPS-%3a-%2f-%2fwebsso-%2eiaea-%2eorg-%2flogin-%2fredirect-%2easp-%3ftarget-%3dhttps-%3a-%2f-%2fwebsso-%2eiaea-%2eorg-%2f>

### ENEN PROJEKTY

- Mnoho příležitostí na konferenci, semináře nebo např. týdenní školy je pořádáno organizací ENEN (European Nuclear Education Network)
- Více info na: <https://enen.eu/> nebo <https://database.enen.eu/index.php/category/education-and-training-courses/>

### 16. VÝROČNÍ KONFERENCE O JADERNÉ ENERGII – NERS 2024

- Středa 27. listopadu
- Opletalova 29, Praha 1
- Na konferenci je nutné se registrovat
- Více informací na: <https://ners2024.jmm.cz/cs/>

### DANA DRÁBOVÁ – VÁNOČNÍ JADERNÉ ROZJÍMÁNÍ

- Čtvrtek - 5. prosince
- ZČU, FEL

### 24. MIKULÁŠSKÉ SETKÁNÍ MLADÉ GENERACE ČESKÉ NUKLEÁRNÍ SPOLEČNOSTI

- 4. – 6. 12. 2024
- FEKT, VUT v Brně
- V rámci setkání proběhne prezentace vybraných oceněných prací i další příspěvky účastníků setkání.
- Registrace je již spuštěna na [webu Mikuláše](http://webu.mikulase.cz), kde naleznete i předběžný [program](#) setkání.

### JADERNÉ DNY

- Pokud má někdo zájem se v současnosti více orientovat v oboru jaderné energetiky, jednou z nejlepších možností jsou prezentace a záznamy z konference jaderných dnů, které byly konány na půdě ZČU
- Více info na: <https://www.jadernedny.cz/>

### ZDROJE

- [1] <https://www.cez.cz/cs/pro-media/aktuality-z-jadernych-elektren>
- [2] <https://www.iaea.org/bulletin/magnetic-fusion-confinement-with-tokamaks-and-stellarators>
- [3] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/urengo-and-cez-sign-supply-agreement-into-2030s>
- [4] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/roughrider-economic-assessment-points-to-top-tier-operation>
- [5] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/super-module-installed-at-xudabao-2>
- [6] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/Fuel-debris-sample-extracted-from-damaged-Japanese-reactor>
- [7] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/japan-launches-fast-fusion-project>
- [8] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/us-climate-momentum-will-continue-podesta-200GW-roadmap>
- [9] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/concreting-completed-for-the-containment-dome-of-akkuyu-unit-1>
- [10] <https://www.world-nuclear-news.org/articles/thales-gyrotron-sets-new-record-in-plasma-heating>