

## 25. TÝDEN 2024

### Z DOMOVA

#### JE DUKOVANY

Informace o parametrech bloků 02.08. 2024 :

- 1. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 98,4 %, výkon turbogenerátorů 463 MWe
- 2. blok je v režimu 7 - probíhá odstávka pro výměnu paliva
- 3. blok je v režimu 1 - stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 486 MWe
- 4. blok je v režimu 1 – stabilní provoz na nominálním výkonu, výkon reaktoru 100 %, výkon turbogenerátorů 485 MWe

V roce 2024 vyrobila JE Dukovany celkem 8 372 743 MWh elektřiny. [1]

#### JE TEMELÍN

Informace o parametrech bloků 02.08. 2024:

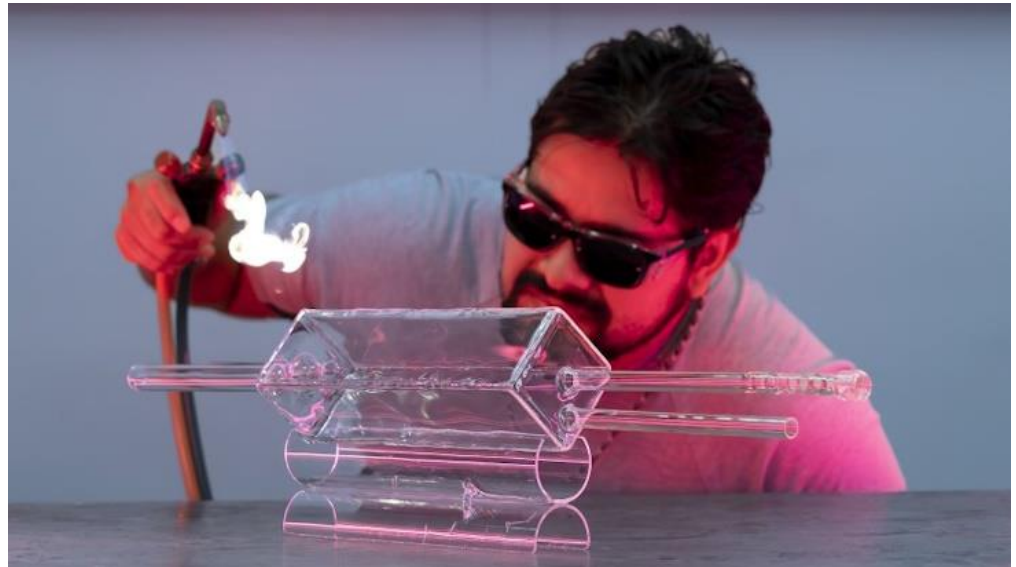
- 1. blok je v provozu, výkon turbogenerátoru 1052 MWe
- 2. blok je odpojen z důvodu zvýšeného chvění na turbíně, během následujících dnů bude probíhat úprava axiálního vedení turbíny tedy části, která umožňuje její posuv při teplotních změnách.

V roce 2024 vyrobila JE Temelín celkem 8 896 355 MWh elektřiny. [1]

### VE SVĚTĚ

#### REAKTOR IV. S ROZTAVENÝMI SOLI

Vědci z Oak Ridge National Laboratory (ORNL) vytvořili speciální skleněnou testovací buňku, která umožňuje zkoumat chování plynů uvnitř reaktoru s roztavenými soli a studovat složitou chemii, která se může v roztoku roztavených solí odehrávat. Některé současně navrhované reaktory budou používat kapalné palivo, kde jsou štěpné materiály přímo rozpuštěny v roztoku roztavené soli, který také slouží jako chladivo reaktoru. Jaderné a chemické reakce však mohou vytvářet plyny, které se v roztavené soli uvolňují ve formě bublinek, což může ovlivnit neutronové toky v reaktoru a jeho termohydraulický výkon. Aby mohli tyto efekty zkoumat, navrhli a vyvinuli výzkumníci z ORNL speciální skleněnou testovací buňku, která může pojmout litr roztavené soli. Do buňky vstříkovali malé bublinky helia a kryptonu, aby pozorovali, jak se pohybují ve sloupci roztavené soli. Pomocí vysokorychlostních kamer byli schopni měřit rychlost pohybu



bublinek, jejich velikostní distribuci a interakce s okolními bublinkami. Získané poznatky z experimentu pomohou zlepšit a ověřit simulační nástroje pro systémy poháněné roztavenou solí. "Porozumění tvorbě a transportu plynů v reaktorech s roztavenou solí je nezbytné pro optimalizaci jejich výkonu a bezpečnosti," řekl Daniel Orea, vedoucí výzkumný pracovník ORNL. "Tato jedinečná skleněná testovací buňka nám umožňuje překonat určité technické výzvy způsobené vysokou teplotou a složením soli a jejím dvoufázovým kapalným systémem."

#### JADERNÉ BATERIE

Kronos Advanced Technologies Inc a Yasheng Group oznámily strategickou spolupráci zaměřenou na vývoj a patentování malé jaderné baterie



poháněné rozpadem **IZOTOPU** niklu-63. Cílem této spolupráce je řešit klíčové potřeby v oblasti energetických úložišť v různých sektorech, jako je dálkové snímání, vesmírný průzkum, medicínská zařízení a vojenské aplikace. Jaderné baterie, známé také jako radioizotopové baterie, fungují na principu využití energie uvolněné rozpadem jaderných izotopů, kterou **Převádějí** na elektrickou energii prostřednictvím polovodičových konvertorů. Plánovaná malá jaderná baterie bude navržena tak, aby poskytovala spolehlivý zdroj energie s životností až 50 let bez nutnosti dobíjení. Díky využití pokročilých materiálů a inovativního designu bude baterie převádět energii z beta rozpadu radioaktivního izotopu, jako je nikl-63, na elektrickou energii. V medicíně by nikl-63 baterie mohly napájet implantabilní zařízení, jako jsou kardiostimulátory, umělé srdce nebo kochleární implantáty. V leteckém průmyslu by mohly sloužit pro dlouhodobé

vesmírné mise a napájení satelitů. Baterie by také našly uplatnění v dálkových senzorech, mikromechanických systémech a zařízeních pro internet věcí, které vyžadují spolehlivý a bezúdržbový zdroj energie. [3]



## RUSKO

Ruské státní společnosti JSC Atomenergoprojekt a Rosenergoatom, které spadají pod korporaci Rosatom, podepsaly smlouvu na vypracování projektové dokumentace pro výstavbu rychlého sodíkového reaktoru BN-1200. Tento reaktor bude pátou jednotkou jaderné elektrárny Bělojarsk v Sverdlovské oblasti. Smlouva zahrnuje kompletní cyklus projektových a průzkumných prací potřebných k získání stavebního povolení pro tento reaktor. Práce již začaly rozsáhlými inženýrskými průzkumy, které zkoumají přírodní a lidské faktory, jež by mohly ovlivnit stavbu. Průzkumy budou provedeny na ploše o rozloze 620 000 m<sup>2</sup>. Do konce roku 2024 bude hotová projektová dokumentace pro první etapu stavby, což umožní zahájit přípravné práce na stavbě v roce 2025. Hlavní projektová dokumentace bude předložena do konce roku 2025 a v roce 2026 se plánuje státní přezkoumání projektu a podání žádosti o stavební licenci. Reaktor BN-1200 je součástí Rosatomova projektu na vývoj rychlých reaktorů s uzavřeným palivovým cyklem, kde se palivo typu MOX bude přepracovávat a recyklovat. Nový reaktor navazuje na předchozí typy BN-600 a BN-800, přičemž přináší několik inovací, jako jsou například čtyři okruhy pro cirkulaci kapalného sodíku a vylepšený systém chlazení. Očekává se, že životnost jednotky BN-1200 bude minimálně 60 let. Projekt BN-1200 představuje krok vpřed směrem k sériové výrobě rychlých reaktorů a novým technologickým řešením, která umožní efektivnější využití uranových surovin a zvýší úroveň bezpečnosti. [3]



## TURECKO

Ruská státní jaderná energetická korporace Rosatom je v čele soutěže o výstavbu druhé jaderné elektrárny v Turecku. Rosatom již má zkušenosti v jaderném sektoru Turecka díky výstavbě čtyř reaktorů v první komerční jaderné elektrárně Akkuyu na jižním pobřeží Turecka. To dává Rosatomu



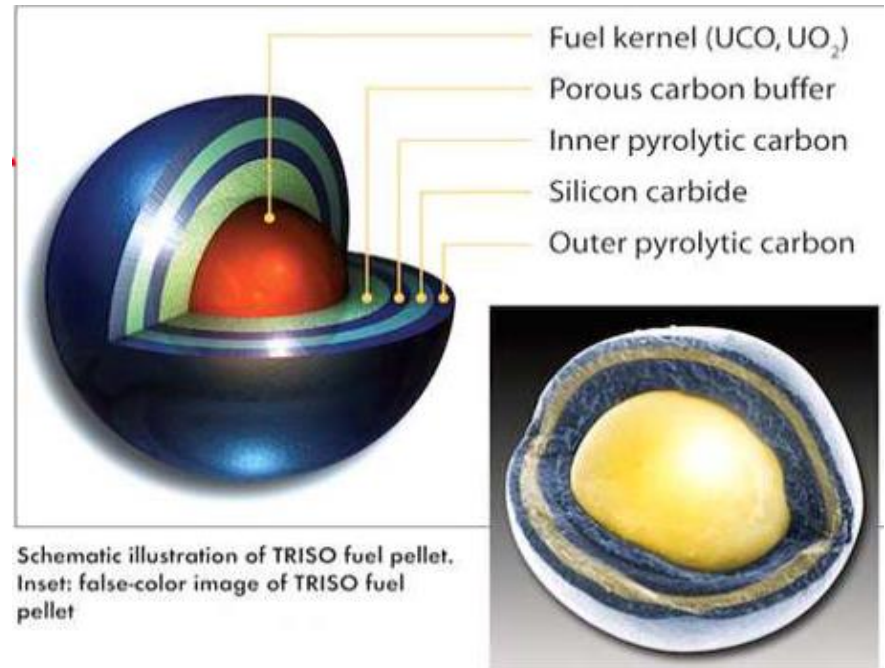
výhodu při jednání o výstavbě nové elektrárny v Sinopu na severním pobřeží Turecka. Rosatom je podle Bayraktara (ministr energetiky) společností, která v Turecku již investovala a získala potřebné zkušenosti, což je hlavní důvod, proč je v této soutěži „napřed“. Kromě Rosatomu jednalo Turecko o výstavbě této čtyřreaktorové elektrárny také s Jižní Koreou. Výstavba elektrárny v Sinopu by mohla probíhat ve spolupráci veřejného a soukromého sektoru a získání potřebných licencí by mohlo trvat dva až tři roky. Turecko si stanovilo cíl přidat do svého energetického mixu více než 20 GW jaderné kapacity do roku 2050, přičemž tento cíl by mohl být dosažen už v 2040. letech, pokud by byla kapacita elektráren v Sinopu a Trákkii rozšířena na maximální kapacitu osmi reaktorů v každé lokalitě. Další jednání probíhají s Čínou o projektu v Trákkii a s USA o malých modulárních reaktorech. Společnost Westinghouse Electric

Co. se zajímá o oba typy projektů. Akkuyu, která bude mít čtyři reaktory VVER-1200, by měla být plně v provozu do roku 2028 a pokrýt 10 % turecké poptávky po elektřině. Turecko plánuje do roku 2035 vyrábět přes 11 % elektřiny z jaderných zdrojů a do roku 2053 až 29 %. [4]

## USA

Kairos Power, společnost se sídlem v Kalifornii, zahájila výstavbu jednoho z prvních pokročilých reaktorů v USA. Tento krok je klíčovým milníkem na cestě ke komercializaci pokročilé jaderné technologie. Reaktor, nazvaný Hermes Low-Power Demonstration Reactor, by mohl být uveden do provozu v roce 2027 a je prvním a jediným reaktorem čtvrté generace, který získal povolení k výstavbě od americké jaderné regulační komise (NRC). Je to také první reaktor bez lehké vody, který byl v USA povolen za posledních 50 let. Hermes je neprodukční verze vysokoteplotního reaktoru chlazeného fluoridovou solí (KP-HFR) vyvinutého Kairos Power. Společnost nedávno zahájila výkopové a přípravné práce na místě výstavby v Oak Ridge, Tennessee, ve spolupráci se stavební firmou Barnard Construction Company. Ministerstvo energetiky USA (DOE) uvedlo, že Hermes bude sloužit k vývoji komerčního reaktoru, který by mohl být nasazen v příštím desetiletí. Projekt Hermes je jedním z několika projektů podporovaných programem DOE pro demonstraci pokročilých reaktorů, který má pomoci americkému jadernému průmyslu předvést nové reaktorové návrhy a posílit konkurenceschopnost USA v této oblasti. Kairos Power investuje do výstavby a provozu Hermesu nejméně 100 milionů dolarů, přičemž DOE přispěje až 303 miliony dolarů prostřednictvím kontraktu založeného na dosažení klíčových milníků. Reaktor Hermes bude využívat konstrukci paliva Triso s chladičem z tavené fluoridové soli pro demonstraci "cenově dostupné produkce čistého tepla". Palivové částice Triso jsou zvláště robustní a mohou odolávat extrémním teplotám, které jsou daleko za hranicemi současných jaderných paliv. Tento druh paliva obsahuje sférické jádro z obohaceného uranu obalené vrstvami uhlíku a karbidu křemíku, což umožňuje zadržování produktů štěpení za všech reaktorových podmínek. Projekt Hermes byl schválen pro výstavbu v prosinci minulého roku. Kairos Power také požádala o stavební povolení pro testovací reaktor Hermes 2, který by měl produkovat elektrickou energii. Reaktor Hermes i další testovací jednotka (ETU 3.0) budou postaveny s použitím modulární výstavby, což demonstruje potenciál továrně vyráběného malého modulárního reaktoru ke změně konvenční jaderné výstavby. [5]





## ČÍNA

Na jaderné elektrárně Sanmen v čínské provincii Zhejiang byla úspěšně umístěna čtvrtá ocelová kruhová část hlavního kontejnmentu pro jednotku 3. Tento kontejnment se skládá ze šesti modulů: spodní hlava, čtyři kruhové moduly a horní hlava. Instalace čtvrtého kruhu, který má průměr přibližně 40 metrů, výšku kolem 8 metrů a váží asi 749 tun, probíhala dvě hodiny. Sanmen Nuclear Power Company, dceřiná společnost China National Nuclear Corporation, oznámila, že instalace čtvrtého kruhu je klíčovým krokem k dosažení dalšího milníku – instalace horní hlavy kontejnmentu pro jednotku 3. Výstavba nových reaktorů na lokalitách Sanmen, Haiyang a Lufeng v Číně byla schválena Státní radou Číny v dubnu 2021. Schválení zahrnuje jednotky 3 a 4 v Sanmenu, Haiyang 3 a 4 a jednotky 5 a 6 v Lufengu. Sanmen a Haiyang již obsahují dvě jednotky Westinghouse AP1000 a pro druhou fázi (jednotky 3 a 4) každé elektrárny byly schváleny dva reaktory CAP1000, což je čínská verze AP1000. Reaktorový design CAP1000 využívá modulární konstrukční techniky, které umožňují výrobu velkých strukturálních modulů v továrnách a jejich následnou instalaci na místě. To zkracuje dobu výstavby a přináší ekonomické a kvalitativní výhody. Oficiální zahájení výstavby jaderného ostrova pro Sanmen 3 nastalo 28. června 2022, kdy byla nalita první bezpečnostní betonáž. Betonáž pro jednotku 4 byla zahájena 22. března minulého roku. Předpokládá se, že jednotky budou připojeny k elektrické síti v letech 2027 a 2028. [6]



V dalších lokacích v Číně byla zahájena výstavba dvou nových jaderných reaktorů, čímž se počet rozestavěných elektráren v zemi zvýšil na 30. Čína se snaží snížit svou závislost na uhlí tím, že schvaluje šest až osm nových jaderných bloků ročně.

## MAĎARSKO

První velký komponent jaderné elektrárny Paks II, tzv. "core catcher" (lapač koria), byl doručen z Ruska na staveniště elektrárny v Maďarsku. Tento klíčový bezpečnostní prvek je kuželovitý kontejner z tepelně odolné oceli, který v případě nouze zadrží taveninu vytvořenou z aktivní zóny

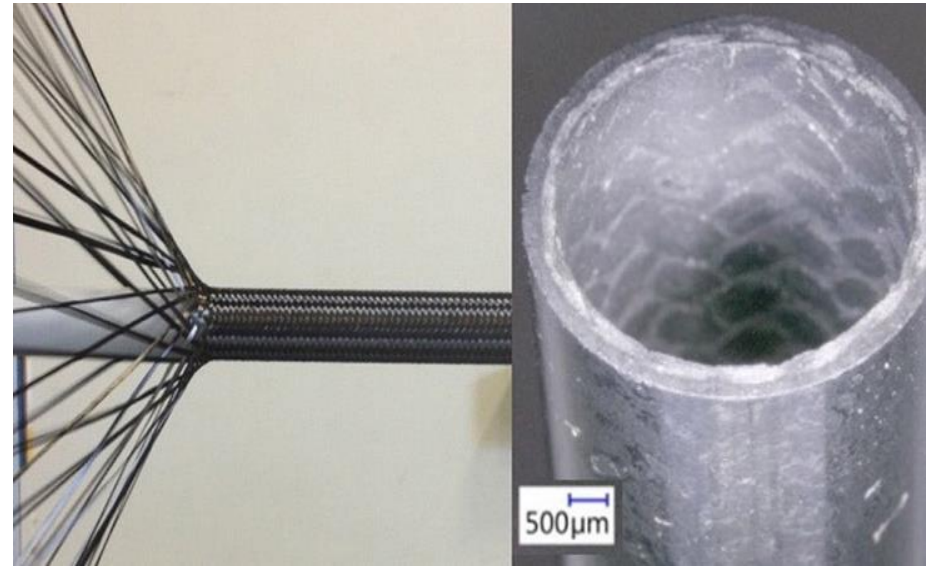


(korium) a zabrání úniku radioaktivních látek z reaktoru. Výroba lapače koria byla dokončena v Rusku, ve Volgodonsku, na začátku tohoto roku. Zařízení, s průměrem 11-ti metrů, výškou přes 15 metrů a hmotností přes 730 tun, bylo dopraveno lodí po vodě na vzdálenost 3200 kilometrů za 48 dní. Maďarský ministr zahraničí Peter Szijjártó poznamenal, že mezinárodní projekt obvykle zahrnuje mezinárodní dopravu. Tento převoz zorganizovala rakouská firma a zařízení dorazilo na slovenské lodi. Stavba Paks II je v plném proudu, přičemž cílem je, aby nové jednotky elektrárny byly v provozu na začátku příštího desetiletí. To má zlepšit bezpečnost dodávek energie v Maďarsku a přispět k dlouhodobému udržení snížení nákladů na energii. Přípravné práce na stavbě 5. jednotky Paks pokračují podle plánu. Dokončuje se stabilizace půdy a příprava na vyzdvižení zeminy na požadovanou úroveň, což je předpoklad pro zahájení přípravy základové desky a následné velké stavební práce. Projekt Paks II byl zahájen v roce 2014 mezi Maďarskem a Ruskem, které dodá dva reaktory VVER-1200. Výstavba je financována ruským státním úvěrem a plánuje se, že nové jednotky budou připojeny k elektrické síti na začátku 30. let. [7]



## PALIVOVÉ PROUTKY

General Atomics (GA) vyrobila první sérii palivových proutků z kompozitu SiGA na bázi karbidu křemíku, které jsou určeny pro tlakovodní reaktory. Tento nový typ palivových tyčí má schopnost odolávat vyšším teplotám než současné materiály, jako například slitiny zirkonia. Divize General Atomics Electromagnetic Systems (GA-EMS) pracuje pod kontraktem s Ministerstvem energetiky USA (DOE) v rámci programu Accident Tolerant Fuel na vylepšení technologie palivového obalu. Tento materiál, známý svou tvrdostí a schopností odolávat extrémně vysokým teplotám, byl využíván v průmyslu po desetiletí a nyní se používá k výrobě palivových tyčí pro jaderné reaktory. Nové tyče dokážou přežít teploty až 2093°C, což je přibližně o 500°C více než bod tání zirkoniové slitiny. Jedná se o velmi odolný a pevný kompozit. Dosud byly vyrobeny krátké 6-palcové (15 cm) tyčinky a 3-stopé (91 cm) vzorky obalů, které splňují přísné požadavky na kvalitu pro jaderné reaktory a budou podrobeny testování zářením v laboratořích DOE v Idaho Falls. V současnosti se GA-EMS zaměřuje na testování výkonu a vylepšování výroby, aby byla technologie SiGA škálovatelná i na plně dlouhé 12-ti stopé (3,6 m) palivové tyče. Tento krok je považován za významný milník v úsilí o komercializaci této inovativní technologie. SiGA obal je navržen tak, aby zlepšil bezpečnost a ekonomiku jaderných reaktorů. V únoru 2020 se společnosti Framatome a GA dohodly na vyhodnocení proveditelnosti použití SiGA v aplikacích palivových kanálů prostřednictvím termomechanických a korozních testů. Dlouhodobým cílem je demonstrovat ozáření palivového kanálu v plné délce na podporu licencování a komercializace. [8]



## KONFERENCE A SEMINÁŘE

### JADERNÉ DNY PLZEŇ

- 14. září – 17. října 2023
- Podrobné informace i prezentace z minulých ročníků dostupné na <https://www.iadernedny.cz/>

### 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-SCcyPFZaXOHnKpG%2fjIse9s9Y%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>

### LETNÍ ŠKOLA JADERNÉHO INŽENÝRSTVÍ

- 6.9 až 13.9.2024
- Fährnichův mlýn, Stráž nad Nežárkou
- Prezentace dostupné na: <https://www.vver2022.com/presentations>
- Více info: <https://www.lsjj.cz/>

### 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/ev9JVVGC> nebo <https://enen.eu/index.php/2024/06/19/workshop-post-irradiation-examination/>

### 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/>

### ZDROJE

- [1] <https://www.cez.cz/cs/pro-media/aktuality-z-jadernych-elektraren>
- [2] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Glass-cell-provides-glimpse-inside-molten-salt-rea>
- [3] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Contract-for-BN-1200-design-work>
- [4] <https://www.nucnet.org/news/russia-ahead-in-bid-to-build-second-nuclear-power-station-at-sinop-7-5-2024>
- [5] <https://www.nucnet.org/news/work-begins-on-first-generation-iv-nuclear-power-plant-in-us-7-3-2024>
- [6] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Containment-walls-in-place-at-Sanmen-3>
- [7] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Core-catcher-delivered-to-Paks-II-site>
- [8] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/GA-progresses-with-silicon-carbide-fuel-cladding-d>