

ENERGETYKA JĄDROWA - WYBRANE PROJEKTY

XXI EDYCJA KONFERENCJI „ENERGETYKA PRZYGRANICZNA – ŚWIAT ENERGII JUTRA” 20. I I. 2025 R. ZIELONA GÓRA

LUDWIK PIĘNKOWSKI

KATEDRA ENERGETYKI JĄDROWEJ I RADIOCHEMII, WYDZIAŁ ENERGETYK I PALIW, AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA W KRAKOWIE

2/9 WYBRANE PROJEKTY MAJĄCE ISTOTNY WPŁYW NA PROCESY ZACHODZĄCE W POLSCE

❑ API 1000

- Wybrany reaktor wielkoskalowy dla pierwszej polskiej elektrowni jądrowej

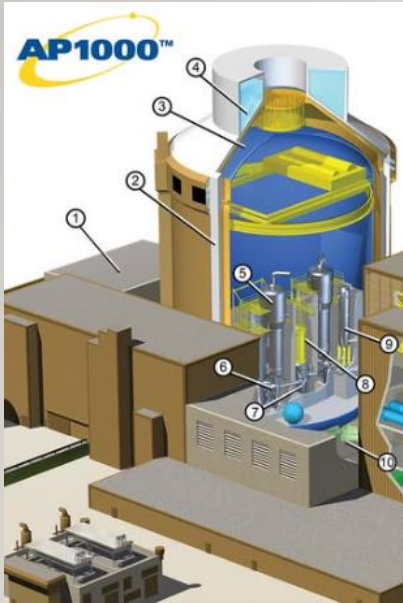
❑ BWRX-300

- Kreślenie planów budowy w Polsce floty ponad dwudziestu reaktorów o łącznej wielkoskalowej mocy
- Ewolucja od projektu naruszającego zasady bezpieczeństwa w stronę projektu o wątpliwych podstawach biznesowych
- Stan budowy FOAK w Kanadzie

❑ NuScale i Rolls-Royce SMR

- Stan realizacji projektów

3/9 AP1000



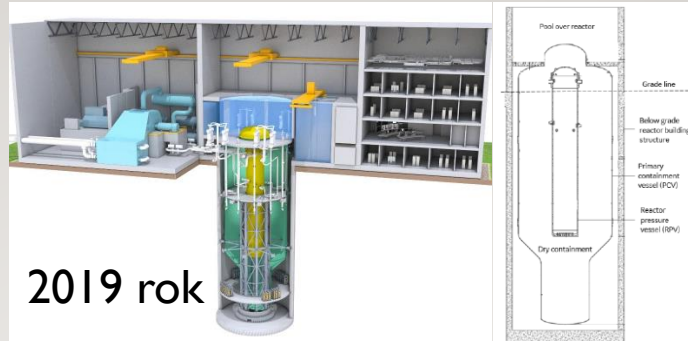
Budynek reaktora AP1000:
Średnica zewnętrzna: 44 m
Wysokość: 71 m

- ❑ Budowa kilkunastu CAPI000 i CAPI400 w Chinach
- ❑ Plany wznowienia inwestycji w V.C. Summer gdzie w 2017 porzucono budowę dwóch AP1000
- ❑ Plan budowy czterech AP1000 w Teksasie
 - Zapowiedzi finansowania w USA budowy elektrowni jądrowych na poziomie 550 mld dolarów
- ❑ Inne projekty AP1000 w Europie i na świecie
- ❑ Stan realizacji projektu budowy AP1000 w Polsce
 - Kiedy i jaka będzie decyzja Brukseli w sprawie warunków udzielenia pomocy publicznej?
 - Kiedy będzie zawarty kontrakt EPC, wydane pozwolenie na budowę i wylanie tzw. pierwszego betonu jądrowej?

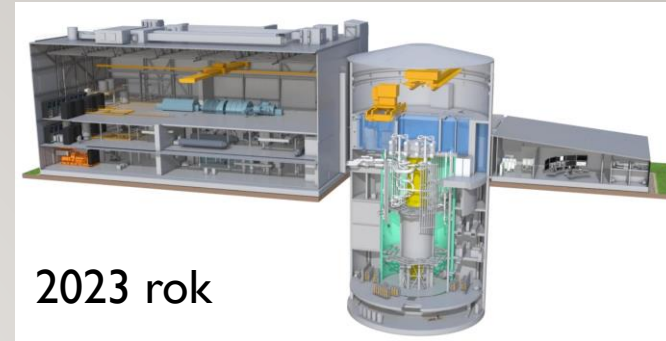
4/9 BWRX-300

Ewolucja projektu

2019 rok



2023 rok

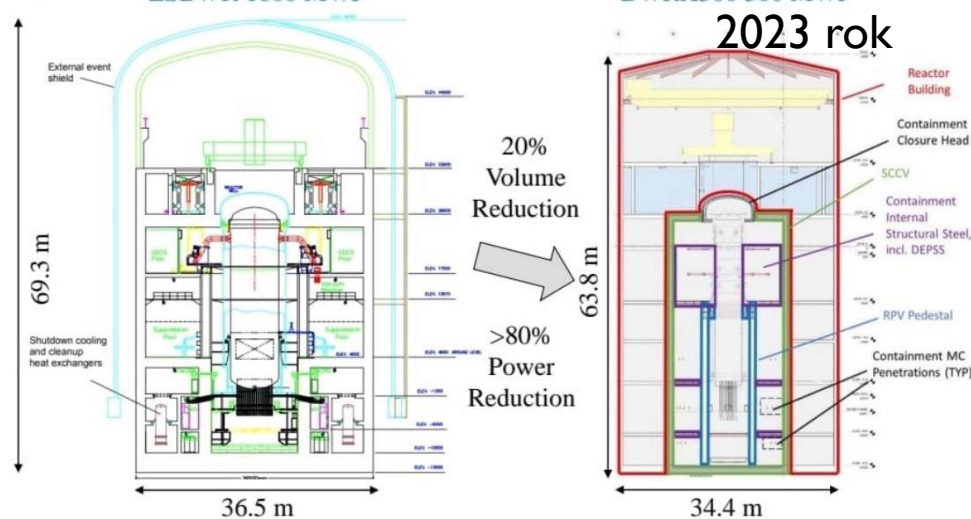


<https://www.nrc.gov/docs/ML0217/ML021770054.pdf>

Image 4

BWRX300 300 MWe

2023 rok



MIT Massachusetts Institute of Technology

10

- ❑ W projekcie z 2019 roku podziemny budynek reaktora zintegrowano z obudową bezpieczeństwa, co uniemożliwia przeprowadzenie standardowych procedur inspekcji jej szczelności
 - Standardem jest inspekcja zewnętrznej powierzchni obudowy bezpieczeństwa
- ❑ Celem spełnienia standardów w projekcie z 2023 roku 4,5 krotnie zwiększono kubaturę budynku reaktora
- ❑ Budynek reaktora BWRX-300 jest o 20% mniejszy od budynku reaktora ESBWR, którego moc jest ponad pięciokrotnie większa niż BWRX-300
 - W publikacji W.R. Stewart (2025) oszacowano, że koszt inwestycji na jednostkę mocy może być niemal dwa razy większy niż dla reaktora AP1000
 - **Projekt ewoluuje od niebezpiecznego w stronę nieopłacalnego**

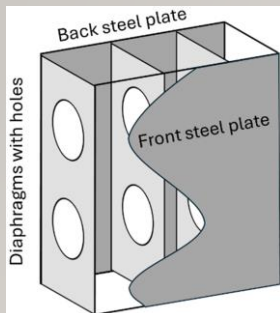
IAEA Safety Standards Specific Safety Guide No. SSG-74, Maintenance, Testing, Surveillance and Inspection in Nuclear Power, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB2028_web.pdf

L.Pieńkowski, An Overview of the BWRX-300 Reactor Building Design: Challenges and Solutions, preprint, <https://www.preprints.org/manuscript/202505.1533>

W.R. Stewart, G.R. Wilkinson, J.B. Krellenstein, Evaluating labor needs for fleet-scale deployments of large vs. small modular light water reactors, Nuclear Engineering and Design 444 (2025) 114377, <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2025.114377>

5/9 BWRX-300

Stan inwestycji w Kanadzie



❑ OPG uzyskało 5 kwietnia 2025 roku pozwolenie na budowę w Ontario

- Pozwolenie zawiera trzy punkty wstrzymujące (hold point). W szczególności wylanie fundamentów jest obecnie niemożliwe
- Dozór kanadyjski zaakceptował projekt podczas gdy dozór amerykański postawił wiele pytań i jest daleki od akceptacji wielu rozwiązań technicznych, w tym wykorzystania technologii płyt stalowo betonowych ze spawanymi diafragmami do budowy obudowy bezpieczeństwa
- Chris Keefer uważa, że zaniechanie w Kanadzie rozwoju rodzimego projektu CANDU (prawa IP, brak zależności od procesu wzbogacania uranu) kosztem obecnej współpracy Kanady z USA osłabia Kanadę i daje korzyści jedynie Amerykanom

❑ Wsparcie władz Kanady jesienią 2025 r. w wysokości 3 mld dolarów kanadyjskich

❑ Intensywne prace budowlane na placu budowy w Ontario

- W energetyce jądrowej wielokrotnie uruchomiano inwestycje gdy projekt nie był dojrzały i zawsze skutkowało to znacznymi opóźnieniami i dodatkowymi kosztami



OPG ready to begin building North America's first Small Modular Reactor, May 8, 2025 <https://www.opg.com/story/opg-ready-to-begin-building-north-americas-first-small-modular-reactor/>

L.Pieńkowski, Competitiveness Strategies and Technical Innovations in Light-Water Small Modular Reactor Projects, Energies 2025, 18, 1268, <https://doi.org/10.3390/en18051268>

A New Atomic Alliance: The U.S., Japan, and Canada in the Great Nuclear Reshoring, <https://www.decouple.media/p/a-new-atomic-alliance-the-us-japan> ; Decouple is hosted by Dr. Chris Keefer

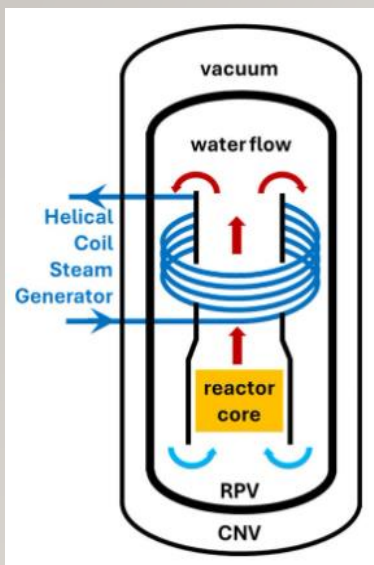
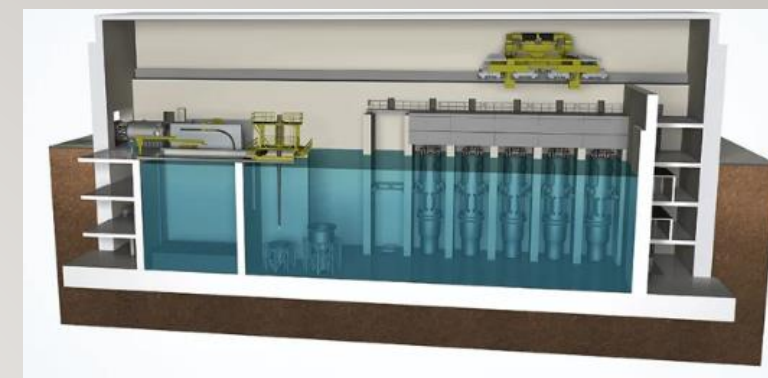
6/9 BWRX-300

Stan projektu w Polsce



- ❑ Spółka ORLEN Synthos Green Energy (OSGE) powołana w dniu 6.06.2022 odpowiada za realizację projektu
 - Reaktor **BWRX-300 wybrano w nietransparentnej, niekonkurencyjnej procedurze** z chwilą powołania OSGE
 - OSGE nie posiada żadnych praw własności intelektualnej do projektu BWRX-300
 - Powstaniu OSGE towarzyszyły wątpliwości dotyczące struktury kontraktowej i podziału ryzyka pomiędzy Synthos Green Energy i ORLEN. Do dziś trudno uznać, że zostały one rozwiane
- ❑ Misją OSGE jest budowa w Polsce floty reaktorów BWRX-300 o łącznej mocy powyżej 6 GW
 - W dniu 7.12.2023 roku Ministerstwo Klimatu i Środowiska wydało sześć decyzji zasadniczych na budowę floty ponad 20 reaktorów. **Decyzję podjęto wbrew negatywnej opinii ABW**
 - W dniu 7.10.2025 roku podczas posiedzenia sejmowej Komisji do Spraw Energii, Klimatu i Aktywów Państwowych OSGE przedstawił oczekiwania odnośnie kontraktów różnicowych (CfD) dla pierwszych 14 reaktorów na poziomie 125-145 EUR/MWh (skorygowane następnego dnia na 115-135 EUR/MWh).
 - W dniu 30 października 2025 roku Rada Miejska w Stalowej Woli podjęła uchwałę o bezprzetargowej sprzedaży 300 ha spółce BWRX-300 Stalowa Wola Sp. z o.o. należącej w całości do OSGE. Budowa jednego BWRX-300 wymaga powierzchni 9 ha.

7/9 NUSCALE



❑ Modułarny blok NuScale $6 \cdot 77 = 462 \text{ MW}$ albo $12 \cdot 77 = 924 \text{ MW}$

- W Rumunii finalna decyzja inwestycyjna w sprawie budowy bloku $6 \cdot 77 = 462 \text{ MW}$ na zapas w 2026 roku
- W USA nadal są jedynie zapowiedzi znacznych inwestycji; obecnie na poziomie 6 GW w porozumieniu z TVA

❑ Kluczowe elementy budowy konkurencyjności:

- Projekt rdzenia reaktora, w tym paliwa jest taki jak w dominujących w energetyce reaktorach PWR
- W pozostałych obszarach projekt oparty jest o zatwierdzone już przez amerykańskiego regulatora istotne innowacje techniczne, których zasadniczym celem jest zmniejszenie kosztu i zwiększenie bezpieczeństwa
 - ✓ Stalowa, a nie żelbetowa i ciasna (4,6 m średnicy, a nie ~40 m) obudowa bezpieczeństwa wytrzymująca ciśnienie kilkudziesięciu atmosfer a nie kilku atmosfer jak w innych reaktorach PWR. Całość modułu zanurzona jest w basenie z wodą
 - ✓ Heliakalna wytwornica pary umieszczona wewnątrz zbiornika reaktora zwiększa znacznie wysokość zbiornika reaktora, ale eliminuje pompy cyrkulacyjne (konwekcja jest wystarczająco silna) i zewnętrzne wytwornice pary
 - ✓ Projekt jest na tyle transparentny, że na podstawie publicznie dostępnych informacji można prowadzić badania naukowe na poziomie prac doktorskich
- Duży ładunek innowacji powodują, że inwestycja FOAK ma tu szczególnie istotne znaczenie

Wymiary modułu NuScale:
Średnica zewnętrzna: 4,6 m
Wysokość: 23,2 m

8/9 ROLLS-ROYCE SMR



❑ Rolls-Royce SMR – pojedynczy reaktor PWR o mocy 470 MW

- W dniu 13.11.2025 roku rząd brytyjski ogłosił budowę elektrowni z trzema Rolls-Royce SMR w lokalizacji Wylfa dając wsparcie w wysokości 2,5 mld funtów
- Mocna współpraca z czeskim CEZ

❑ Kluczowy element budowy konkurencyjności:

- Głęboka modularność konstrukcji, co dla pierwszej i najprawdopodobniej dla kilku kolejnych inwestycji oznacza zwiększenie kosztu

UK's first small nuclear power station to be built in north Wales, <https://www.bbc.com/news/articles/c051y3d7myzo>
Rolls-Royce SMR Design Overview White Paper, 2025, <https://www.nrc.gov/docs/ML2521/ML25212A115.pdf>
UK Awards £2.5B for a Rolls-Royce SMR; Funds Sizewell C for £14.2B,
<https://neutronbytes.com/2025/06/10/uk-awards-2-5-billion-for-a-rolls-royce-smr-funds-14-2-billion-for-sizewell-c/>

9/9 PODSUMOWANIE

Rekomendacje

- ❑ Budowa trzech reaktorów API000 na Pomorzu może przynieść Polsce istotne korzyści
- ❑ Projekty reaktorów modularnych, SMR, nadal są na wczesnym etapie
 - Projekt **BWRX-300 ewoluuje od niebezpiecznego w stronę nieopłacalnego**
 - W Kanadzie rozpoczęto intensywne prace budowlane, mimo że projekt BWRX-300 nie jest dojrzały
 - **Podejmowanie w Polsce już teraz twardych zobowiązań w sprawie budowy floty ponad 20 reaktorów BWRX-300 z dużym prawdopodobieństwem naraża nas na straty wielkich rozmiarów**
- ❑ Obecnie jest zdecydowanie za wcześnie na wybór projektu reaktora dla planowanej jakiejkolwiek nowej inwestycji w Polsce, zarówno wielkoskalowej, jak i typu SMR
 - Jeśli inwestycja na Pomorzu będzie przebiegać sprawnie, to bez wątpienia energetykę jądrową w Polsce należy oprzeć na projekcie API000
 - **Wybór reaktora dla drugiej elektrowni jądrowej teraz i zapewne w ciągu najbliższych kilku lat będzie albo przedwczesną akceptacją dla API000, albo bardzo poważnym osłabieniem budowy trzech API000 na Pomorzu**