



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Energetyka jądrowa w Polsce - za i przeciw
prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI

Energetyka jądrowa w Polsce - za i przeciw

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak



13 kwietnia 2023 r.

PLAN

1. Wprowadzenie
2. EJ na świecie i w Polsce (PPEJ III)
3. Argumenty za EJ w Polsce
4. Argumenty przeciw EJ w Polsce
5. Podsumowanie



Moje związki z EJ

- **1981-1992** – Zespół Naukowo-Badawczy Siłowni Jądrowych, PP + IBJ (Świerk), 20 projektów: PR-8, CPBP 02.18, CPBR 5.10
- **1988** – doktorat: *Metoda optymalizacji awaryjnych systemów obudowy bezpieczeństwa siłowni jądrowej z reaktorem PWR*
- **1996-1997** – stypendysta KOSEF, KAIST (Taejon, Korea Płd.)
habilitacja: *Laminarne przepływy osiowo - symetryczne z dużą blokadą koncentryczną*
- **Od 2010** – pełnomocnik Rektora PP ds. kształcenia w zakresie EJ

<http://nuclearschool.edu.pl/>



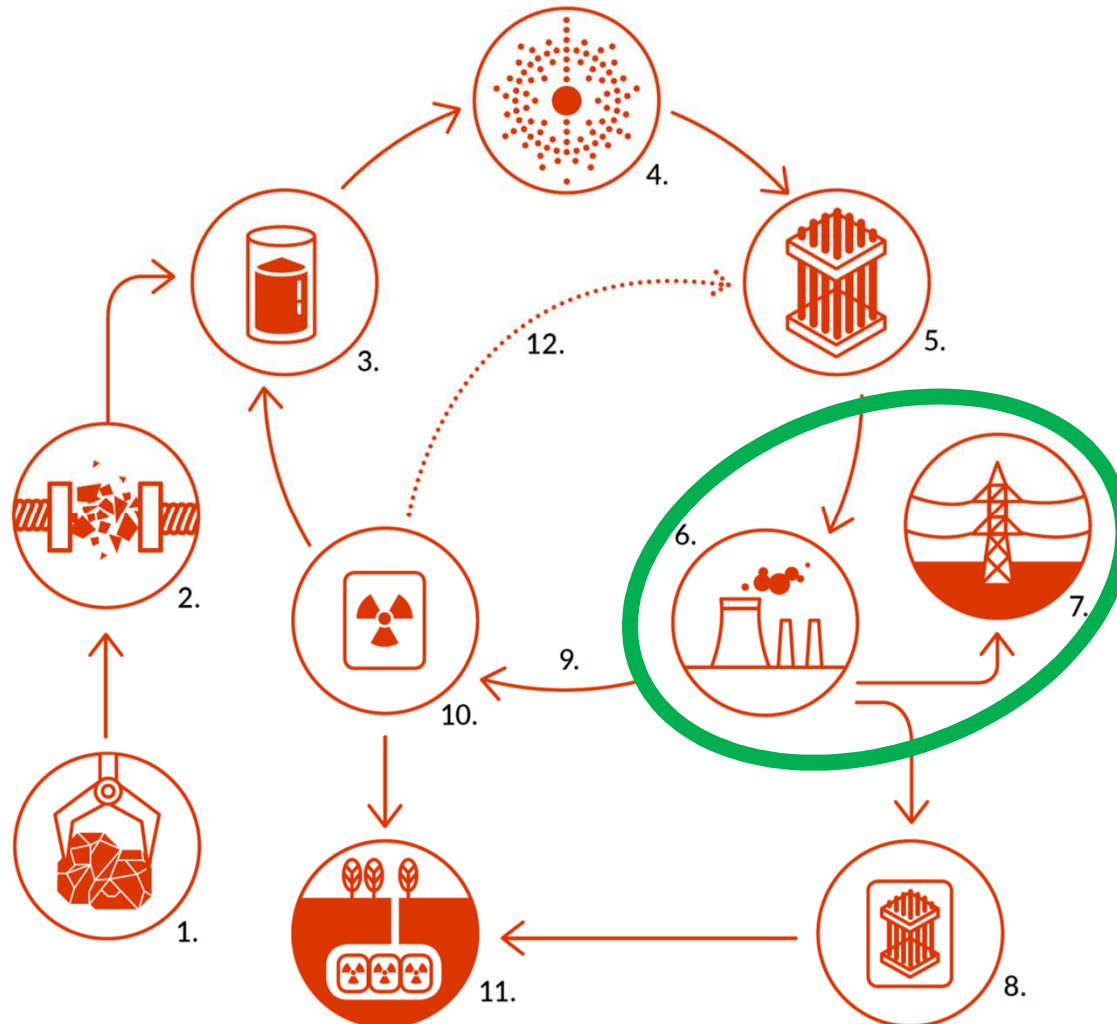
Idealne „źródło” energii „wytwarza”:

- energię w miejscu zapotrzebowania
- w ilościach zgodnych z aktualną (chwilową) potrzebą
- z minimalną liczbą transformacji (najlepiej w formie końcowej)
- z maksymalnym ograniczeniem wpływu na środowisko

Jak EJ ma się do ideału?



JĄDROWY CYKL PALIWOWY





EJ NA ŚWIECIE (2023 r.)

445 – liczba pracujących reaktorów energetycznych

55 – liczba reaktorów w budowie

100 – liczba planowanych reaktorów

10% – udział EJ w całkowitej produkcji energii



PPEJ III 2020

Celem programu polskiej energetyki jądrowej jest budowa **6000 – 9000 MWe** mocy zainstalowanej w energetyce jądrowej w oparciu o **duże, sprawdzone reaktory PWR.**

W nowelizacji PPEJ (03.2023) jest **mowa o planach wdrożenia technologii SMR w Polsce**

- GE Hitachi BWRX 300 (SMR) (ORLEN)
- Nuscale 70 (SMR) (KGHM)



PLANOWANE LOKALIZACJE EJ W POLSCE



AP-1000, (USA, Westinghouse)



APR 1400 Shin Kori (KHNP, Korea Południowa)



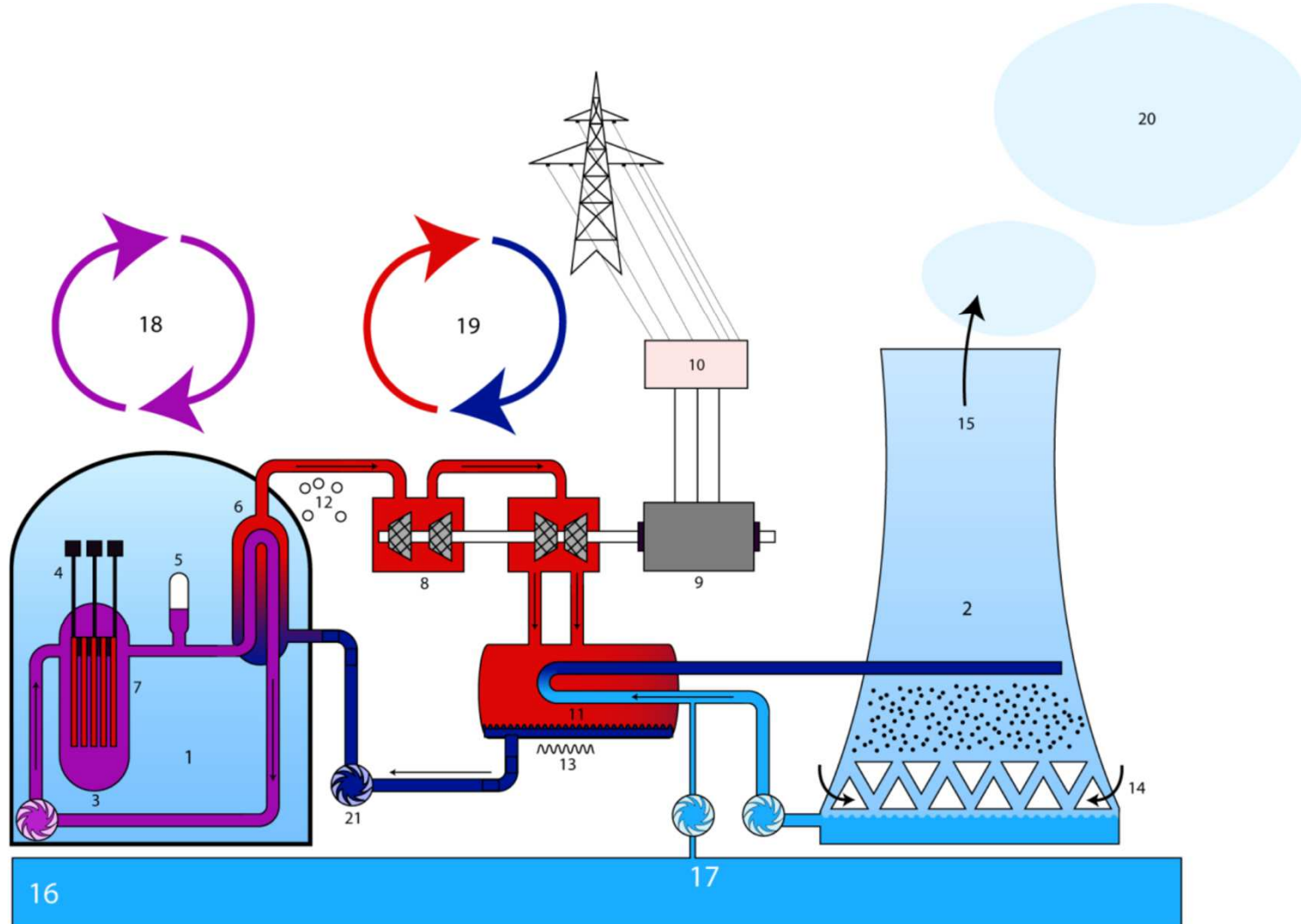
(???) EPR 1650, (Francja, AREVA)



BWR-X (USA – Japonia)

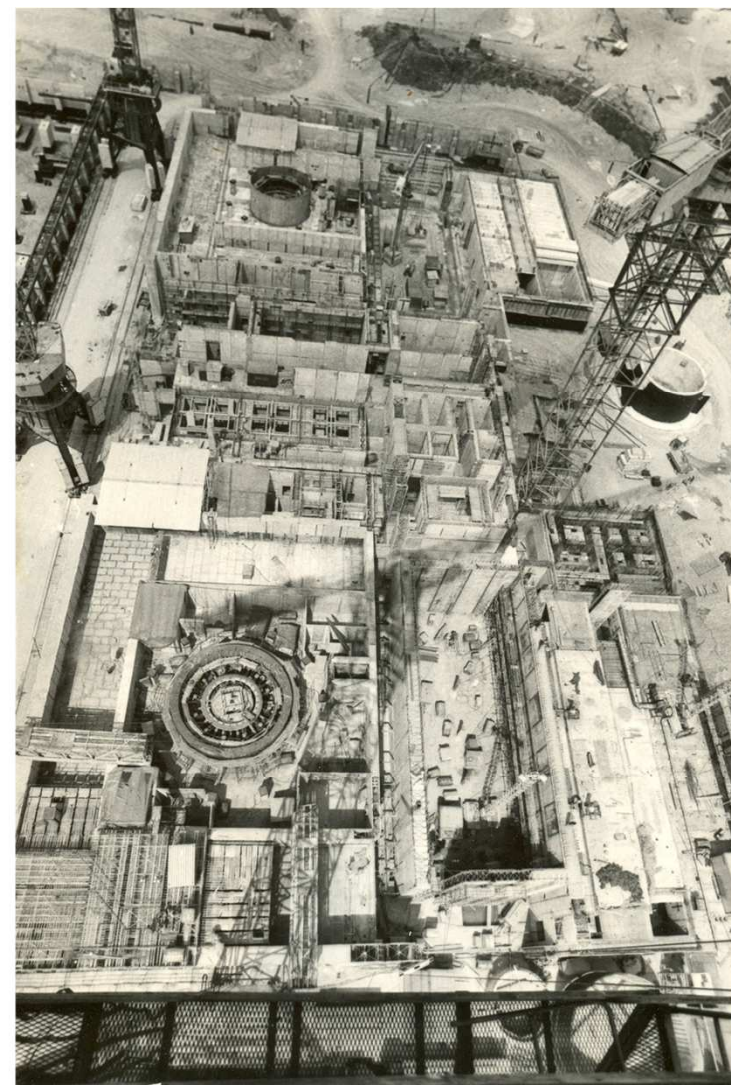
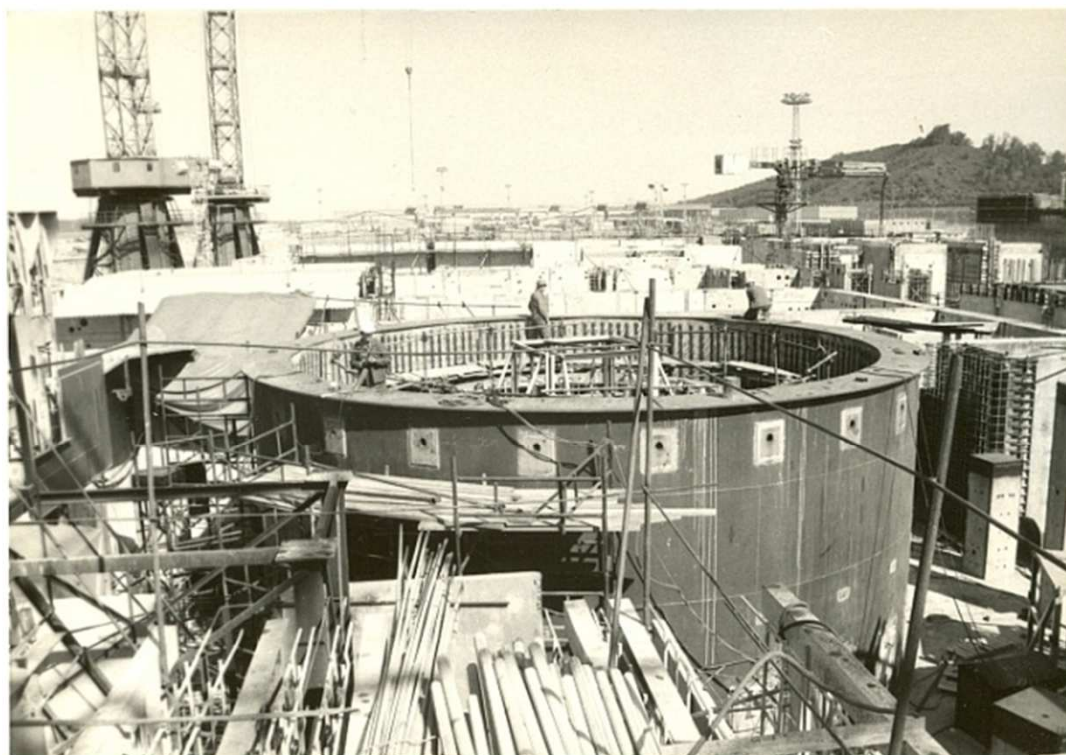


BUDOWA EJ Z REAKTOREM PWR





EFEKTY REALIZACJI PPEJ I (1980-1993)



Budowa EJ Żarnowiec zdjęcie z czerwca 1989 r. (fot. Stanisław Wiesiołowski)



EFEKTY REALIZACJI PPEJ I (1980-1993)



Teren budowy EJ Żarnowiec – stan po zamknięciu PPEJ-1 (1993 -obecnie)
Wartość zrealizowanych prac **ok. 2 mld \$ w cenach z roku 1993**
(bez infrastruktury, badań, utraty kadry...)



EJ Warta – Klempicz - lokalizacja



PPEJ III 2020

KLUCZOWE DATY

- **2021 r. – wybór technologii dla EJ1 i EJ2**
- 2023 r. – rozpoczęcie prac wstępnych i przygotowawczych w lokalizacji EJ1, rozpoczęcie prac nad wyborem lokalizacji dla EJ2
- **2025 r. – wydanie zezwolenia na budowę EJ1 przez Prezesa PAA**
- 2032 r. – wydanie zezwolenia na rozruch przez Prezesa PAA, rozruch jądrowy i synchronizacja pierwszego bloku EJ1 – uzyskanie pozwolenia na budowę i rozpoczęcie budowy EJ2
- **2033 r. – wydanie zezwolenia na eksploatację przez Prezesa PAA i oddanie do eksploatacji pierwszego bloku EJ1**



ARGUMENTY ZA BUDOWĄ EJ W POLSCE

- Obniżenie emisji CO₂ ze spalania paliw konwencjonalnych (zwłaszcza węgla, 1000 MWe w EJ to zmniejszenie o ok. 10 mln ton roczne emisji CO₂)
- Ograniczenie dewastacji środowiska związanej z odkrywkową eksploatacją pokładów węgla brunatnego i szkód górniczych związanych z wydobyciem węgla kamiennego (EJ 1000 MWe to 10 t/rok paliwa; 3,2 mln t/rok węgla)
- Nie powoduje efektu cieplarnianego, nie niszczy warstwy ozonowej, nie powoduje zapylenia powietrza atmosferycznego (brak emisji SO_x, NO_x, WWA)
- Relatywnie niskie koszty eksploatacyjne/paliwowe
- Długi czas eksploatacji EJ (min. 60 lat)
- Wysokie wykorzystanie mocy zainstalowanej (90 – 95%)
- Stabilność rynku dostawców paliwa jądrowego (Australia, Kazachstan Kanada, USA)
- Brak konfliktu planów rozwoju OZE i EJ (do czasu pojawienia się SMEE)



ARGUMENTY PRZECIW BUDOWIE EJ W POLSCE

- Konieczność dodatkowych inwestycji w sieci przesyłowe najwyższych mocy (220, 400, 750(?) kV).
- Niższa niż elektrowni konwencjonalnych sprawność termodynamiczna EJ (ok. 33%) skutkująca większym zapotrzebowaniem na wodę chłodzącą skraplacze turbin (ok. 125 t/s w układzie otwartym na 1000 MWe)
- Duża koncentracja mocy w jednym miejscu (100 MWt/m³ w rdzeniu)
- Zagrożenie dla środowiska w sytuacjach awaryjnych (ok. 400 izotopów, 10²³ Bq)
- Konieczność długoterminowego zabezpieczania odpadów promieniotwórczych (od 250 do 200 000 lat)
- Wysokie koszty inwestycyjne, 10-12 mld EUR/1000 MWe
- Długi czas realizacji inwestycji 5 -13 lat (planowy 5-8 lat)
- Brak, w aktualnych ofertach dostawców technologii, możliwości skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła/chłodu – kogeneracja i trójgeneracja



EMISJA CO₂ NA JEDNOSTKĘ WYTWARZANEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ (**sumaryczny ślad węglowy**) (pełen cykl: budowa, eksploatacja usuwanie odpadów, [g/kWh])

	Węgiel brunatny	Węgiel kamienny	Ropa	Gaz	Hydro	Biomasa	Wiatr	EJ
Max.	1372	1026	775	469	90	49	22	40
Min.	1062	834	657	399	5	15	7	3
Średnio	1217	930	716	434	47,5	32	14,5	21,5

Źródło: Word Energy Council, London 2004



POWIERZCHNIA ZAJMOWANA PRZEZ EJ i OZE Elektrownie o takiej samej rocznej produkcji energii elektrycznej ok. 17 TWh

1,5 km² – 2 bloki EJ każdy po 1000 MWe (J. Kierskie 2,85 km²)

400 km² – elektrownia słoneczna (Poznań 262 km²,
Kraków 327 km²)

800 km² – elektrownia wiatrowa (Warszawa 517 km²)



Skutki realizacji PPEJ III dla rynku pracy

- **Budowa**: 4500 miejsc pracy na 1 blok 1000 MW, w tym 1500 na terenie budowy
- **Eksploatacja**: 1400 osób na 1 blok 1000 MW w tym 900 osób – załoga stała + ok. 500 osób – pracownicy sezonowi



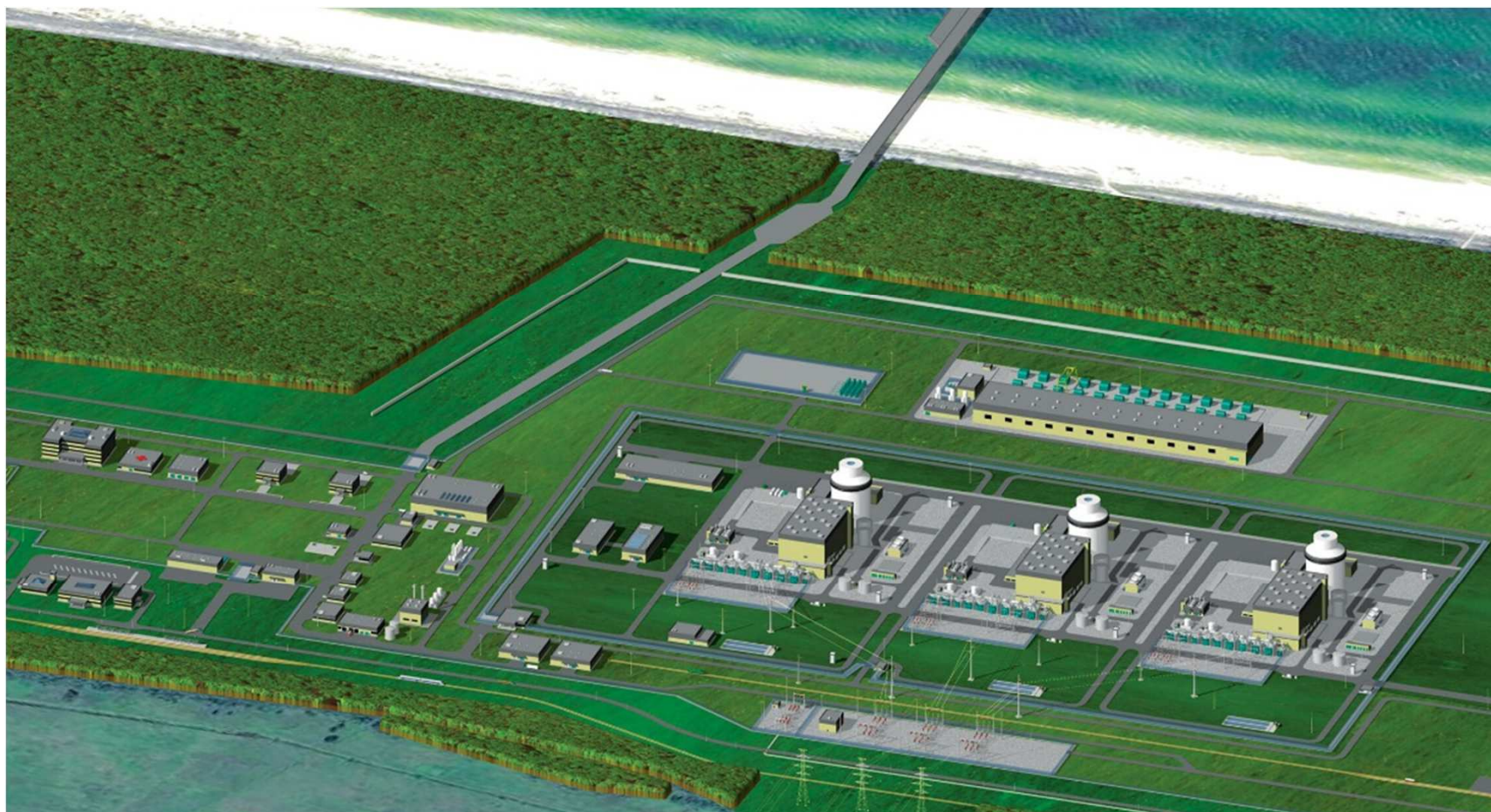
Podsumowanie

- **EJ nie jest idealnym „źródłem” energii, ale ... czy mamy (w Polsce) alternatywę?**
- **Plany zapisane w PEP do 2040 oraz w PPEJ 2020/2023 są niezwykle „ambitne”**



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl



EJ Lubiatowo-Kopalino (Wizualizacja Westinghouse)



Tematy do dyskusji

1. EJ nie świadczy o poziomie cywilizacyjnym kraju (Norwegia, Austria, Irlandia, Włochy)
2. Powstanie SMEE postawi rozwój EJ pod znakiem zapytania
3. Technologia SMR i MMR ma tyle samo plusów, co minusów
4. Wystarczy jeden incydent, aby 70% poparcie dla EJ zamienić w 70% sprzeciw
5. Przeciwnicy EJ nie powiedzieli ostatniego słowa