OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

ATOM DLA SAMORZĄDU.
Potrzeba mądrej polskiej transformacji energetycznej: BWRX-300

Energetyka jądrowa skrojona na miarę lokalnych potrzeb

Katowice
23.11.2023

Prof. Waclaw Gudowski
OSGE

28/09/2023

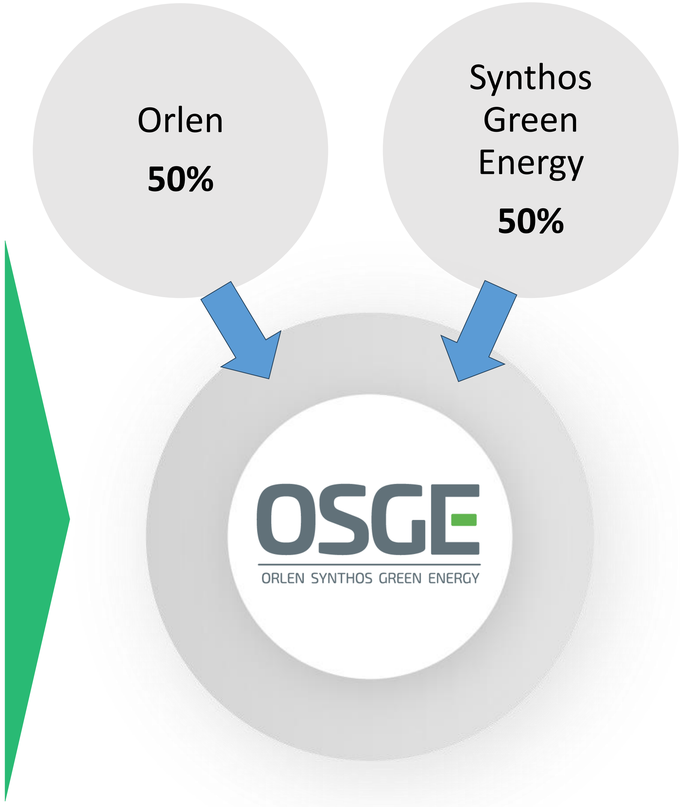
Plan

- Orlen Synthos Green Energy - kim jesteśmy
- Era małych reaktorów SMR na świecie – ale wybór nie jest trudny…
- Potrzeba radykalnej modernizacji polskiej sieci elektroenergetycznej i ciepłowniczej
- Atom - potrzeba stabilnych źródeł w sieci energetycznej i ciepłowniczej - Mały czy Duży Atom?
- Technologia BWRX-300 i jej dostawca GE Hitachi
- Korzyści z wdrożenia BWRX-300 w Polsce
- Proces licencjonowania i wdrożenia
- Atom i opinia publiczna

Kim jesteśmy?

ORLEN jest największym koncernem multienergetycznym w Europie Środkowej. Grupa posiada rafinerie zlokalizowane w Polsce, Litwie i w Czechach oraz największą sieć stacji paliwowych w regionie.
Grupa dostarcza energię i paliwo do ponad 100 milionów Europejczyków, a jej produkty dostępne są w blisko 90 krajach na 6 kontynentach.

Synthos Green Energy (SGE) to kluczowy element dużej, międzynarodowej prywatnej grupy przemysłowej w skład której wchodzi ponad 30 spółek.
Firma działa na rzecz zielonej transformacji energetycznej w Polsce i krajach regionu oraz posiada strategiczne partnerstwo z GE Hitachi Nuclear Energy.



Synthos Green Energy i ORLEN powołały spółkę joint venture – **ORLEN Synthos Green Energy** w celu wdrożenia technologii BWRX-300 oraz rozwoju innych zeroemisyjnych źródeł energii.

BWRX-300 został zaprojektowany przez GE Hitachi Nuclear Energy – wiodącą amerykańską firmę jądrową.

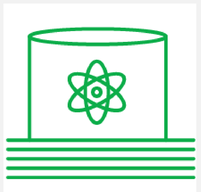
Pierwsza w Polsce elektrownia z reaktorem BWRX-300 rozpocznie komercyjną eksploatację w 2029 r.

Era małych reaktorów jądrowych

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

19
krajów

na świecie opracowuje ok. 80 odrębnych projektów małych reaktorów modułowych

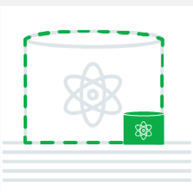


BWRX -300

to reaktor generacji III+ (o mocy 300MWe) oparty na sprawdzonych rozwiązaniach

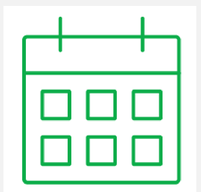
~30
krajów

jest zainteresowanych technologią GE Hitachi



10%
powierzchni

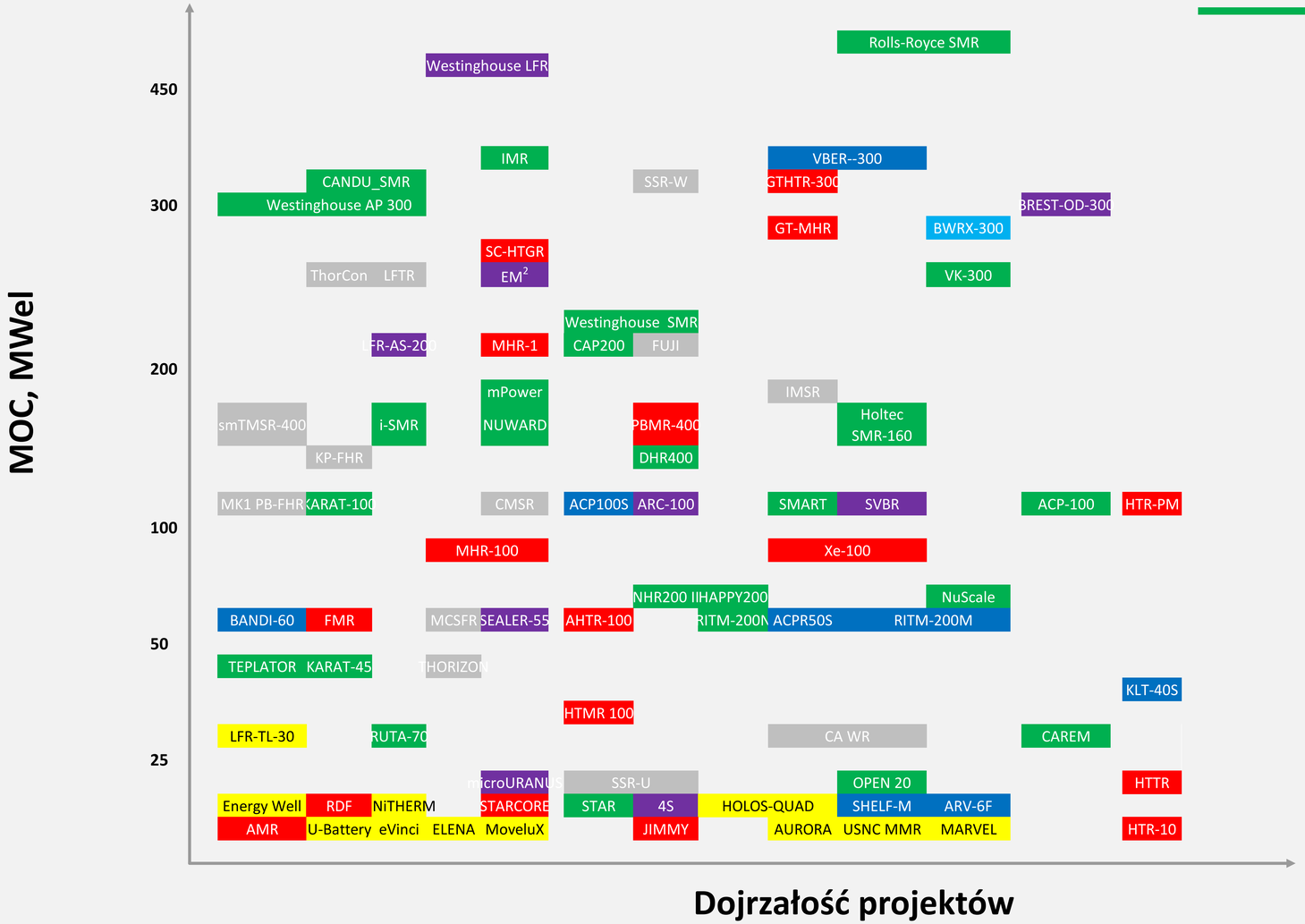
– tyle zajmuje BWRX-300 w porównaniu do dużej elektrowni atomowej. Cała instalacja w całości zmieści się na terenie 260 x 332 m



2028
rok

– to termin oddania do użytku pierwszego BWRX-300. Prace prowadzone są na terenie elektrowni jądrowej w Darlington, ok. 3 km od centrum Oshawy

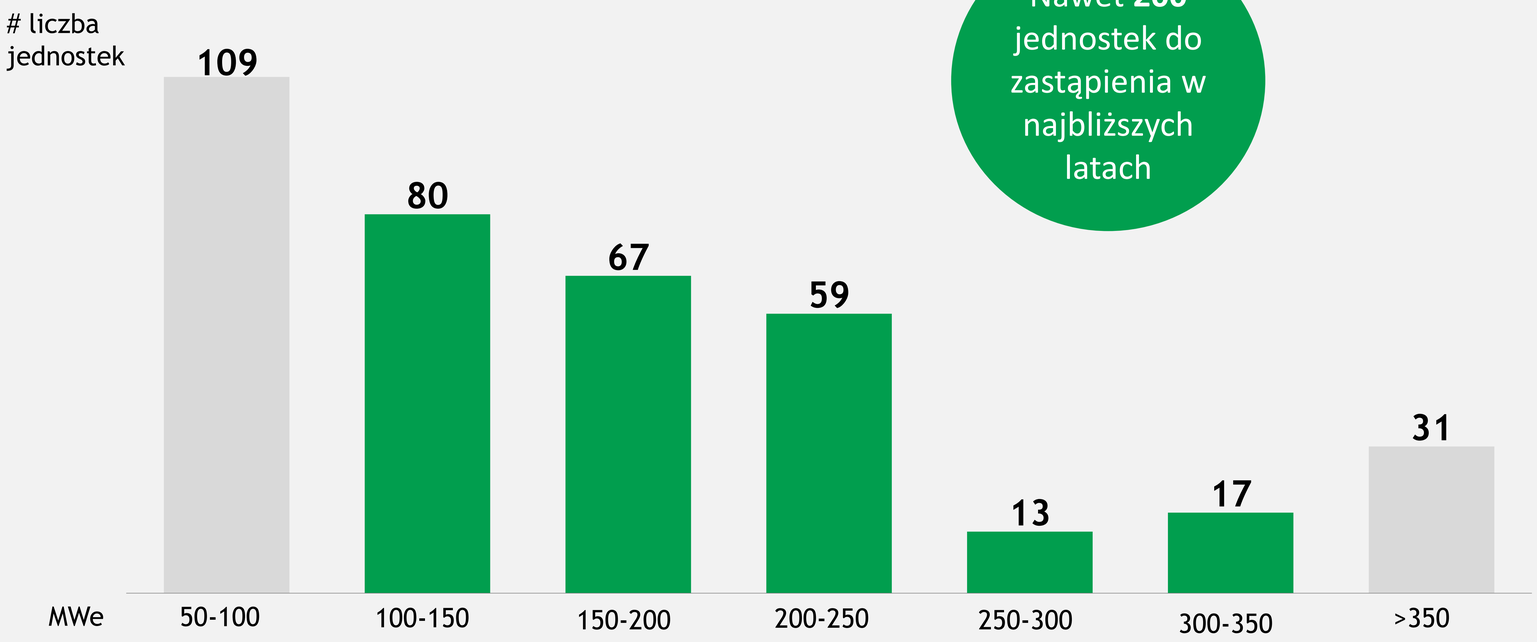
Era małych reaktorów jądrowych



- REAKTORY LEKKOWODNE - CIŚNIENIOWE
- REAKTORY LEKKOWODNE - WRZĄCE
- REAKTORY NA BARKACJ/ŁODZIACH
- REAKTORY WYSOKOTEMPERATUROWE - HTGR
- REAKTORY CIEKŁOMETALICZNE
- REAKTORY NA STOPIONUYCH SOLACH
- MIKROREAKTORY - MMR

Polski system energetyczny zdominowany jest przez jednostki o średniej mocy – 100-350 MW

Liczba jednostek na paliwa kopalne[1]



Nawet **200** jednostek do zastąpienia w najbliższych latach

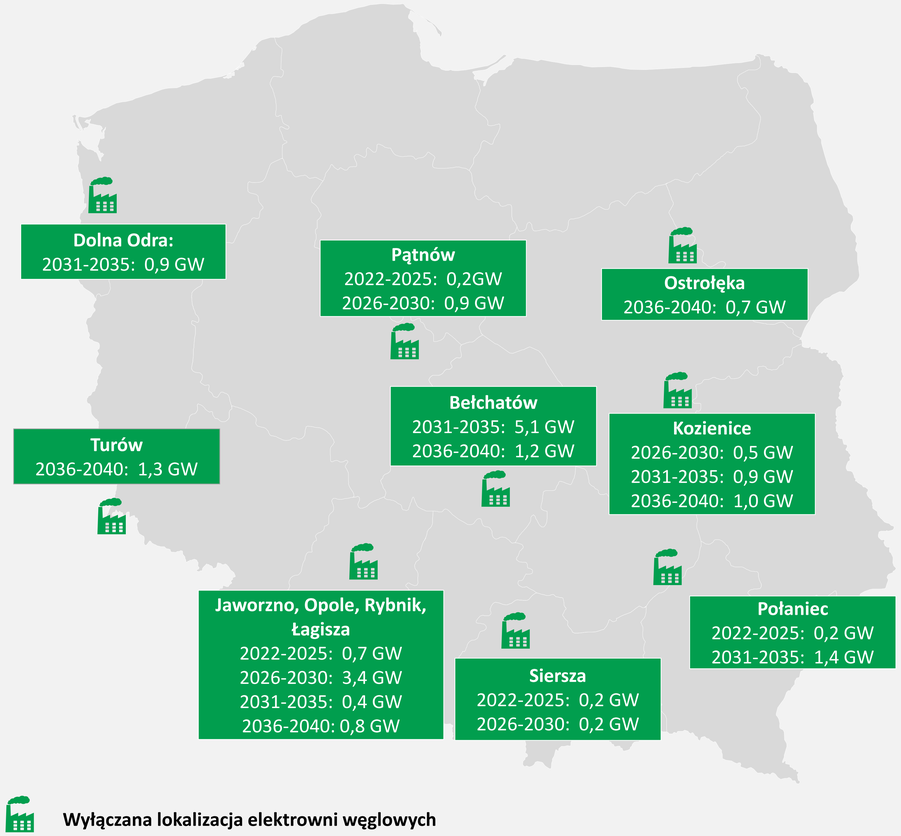
120 Liczba jednostek węglowych o mocy >200 MWe

51 Liczba jednostek węglowych o mocy ~300 MWe do wymiany lub radykalnej modernizacji

80% Procentowa ilość jednostek węglowych do wymiany lub radykalnej modernizacji

1. Podział pod względem mocy wyjściowej (MWe); tylko +50 MW, około 80% jednostek na paliwa kopalne jest zasilanych węglem.
Źr.: Bloomberg, TGE, GPI, PSE, URE, ARE, Market data

Polskę czekają wyłączenia na dużą skalę stabilnych mocy w krajowych elektrowniach węglowych



Źródło: PEP 2040

Wyłączenia mocy polskich elektrowni węglowych:

1,2 GW w latach 2022-2025

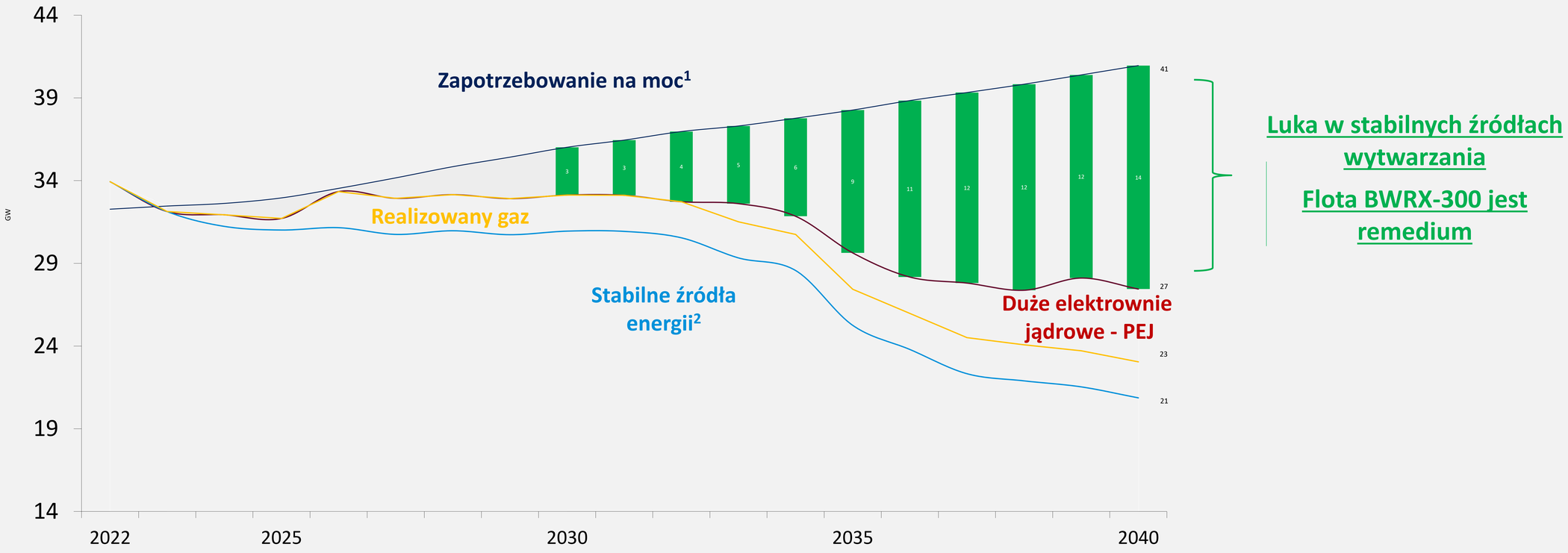
5,0 GW w latach 2026-2030

8,8 GW w latach 2031-2035

5,0 GW w latach 2036-2040

W sumie do 2040 r. wyłączone zostanie około **20 GW** mocy zainstalowanej w elektrowniach zawodowych zasilanych węglem kamiennym

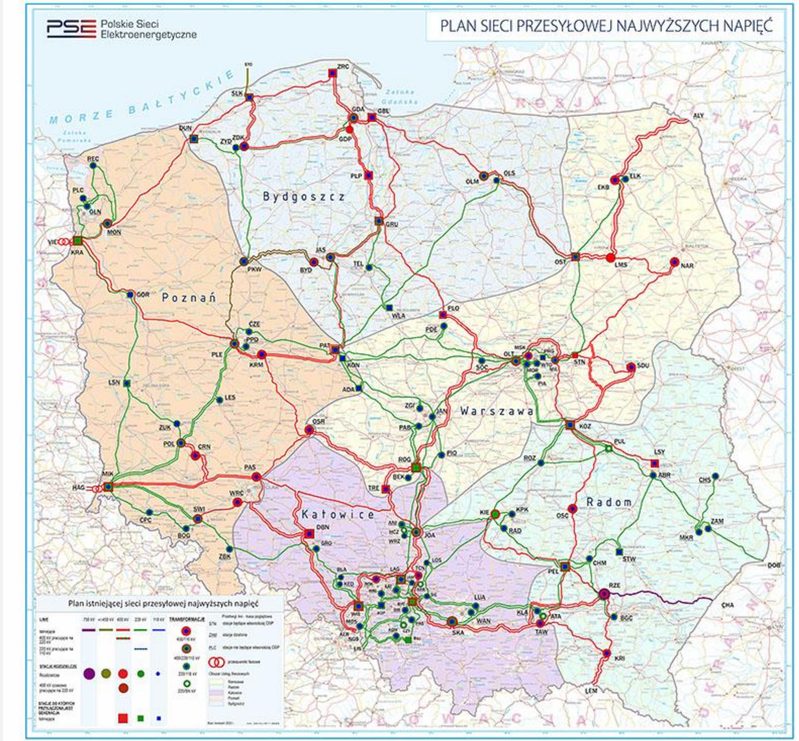
14 GW luki podażowej na energię elektryczną – wg PEP 2040 z 2019 r. “Duży Atom” NIE WYSTARCZY! OZE jest niesterowalne!



[1]Nie uwzględnia zapotrzebowania na energię cieplną z sieci ciepłowniczej
[2]Zainstalowana moc źródeł węglowych uwzględnia planowane postoje oraz ewentualne modernizacje
Źródło: PEP 2040

Sieci przesyłowe w Polsce a budowa SMR-ów

- Flota małych reaktorów jądrowych może powstać **bez znaczących nakładów na sieci przesyłowe** oraz bez kosztów budowy dodatkowej infrastruktury towarzyszącej (drogi, koleje, itp.).
- Z perspektywy PSE S.A. flota SMR-ów to utrzymanie jednostek wutwórczych centralnie sterowanych (JWCD).



Budowa floty SMR-ów to korzyści w postaci:

Utrzymanie rozproszonego systemu energetycznego po dekarbonizacji

Znacząca redukcja niezbędnych nakładów inwestycyjnych na budowę nowych sieci i dostosowanie istniejących

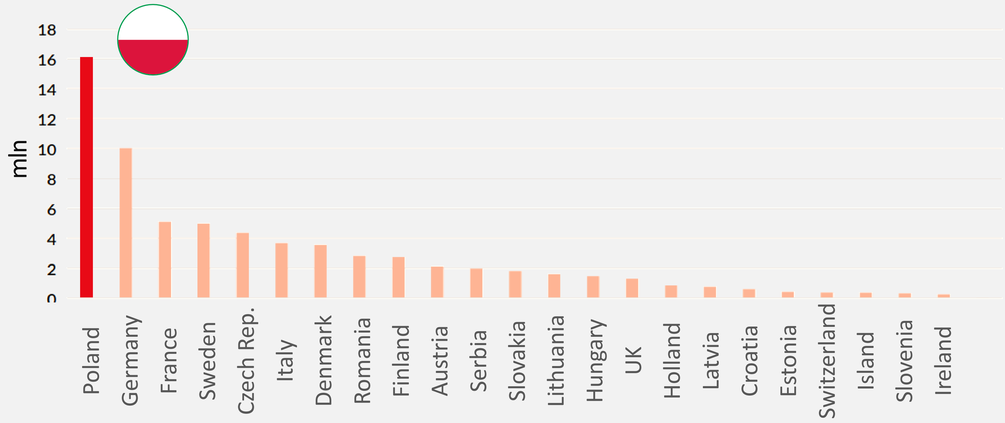
Niższe koszty wytwarzania energii z punktu widzenia systemu energetycznego

Niższe koszty dla odbiorców energii elektrycznej

SMR-y – możliwości realizacji potrzeb ciepłownictwa w Polsce. Nie zmarnujemy żadnego kilowata!

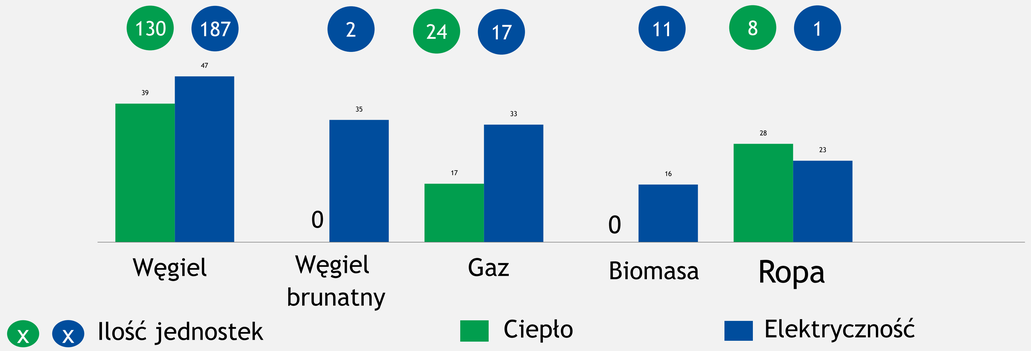
- Do sieci ciepłowniczych podłączonych jest ponad **16 mln Polaków** (40% ludności). Warszawa ma największą sieć ciepłowniczą w UE – dla Warszawy wystarczą dwa reaktory BWRX-300.
- **55 200 MW –** moc zainstalowana do produkcji ciepła. W Polsce ciepło systemowe wytwarza 399 firm, ale 11 firm odpowiada za 33% całkowitej produkcji.
- 51% jednostek >100 MW
- **82%** wytwarzanego ciepła pochodzi z węgla. W nadchodzących latach sektor ciepłownictwa czeka głęboka transformacja.
- Gaz ziemny nie jest już alternatywą.

Polska ma największą liczbę użytkowników ciepła systemowego w UE



Ciepłownie wymagają radykalnej modernizacji i wymiany jednostek mocy

Średni wiek jednostek mocy



Dlaczego BWRX-300?

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Wybór technologii BWRX-300 przez ORLEN Synthos Green Energy poprzedzony był analizami rozwijanych na świecie technologii SMR

Dojrzałość projektu

- **Pierwszy na świecie** BWRX-300 powstaje **w Kanadzie** (tzw. FOAK)
- Pierwszy projekt realizowany w Polsce (tzw. NOAK) będzie czerpał z doświadczeń kanadyjskich
- BWRX-300 będzie **budowany także przez inne firmy w Ameryce Płn. i Europie**

Dopasowany do polskich potrzeb

- Poziom mocy zbliżony do większości obecnie działających jednostek
- Zastosowanie w ciepłownictwie
- Wykorzystanie istniejącej infrastruktury sieciowej (głównie PSE)

Dostawca

HITACHI

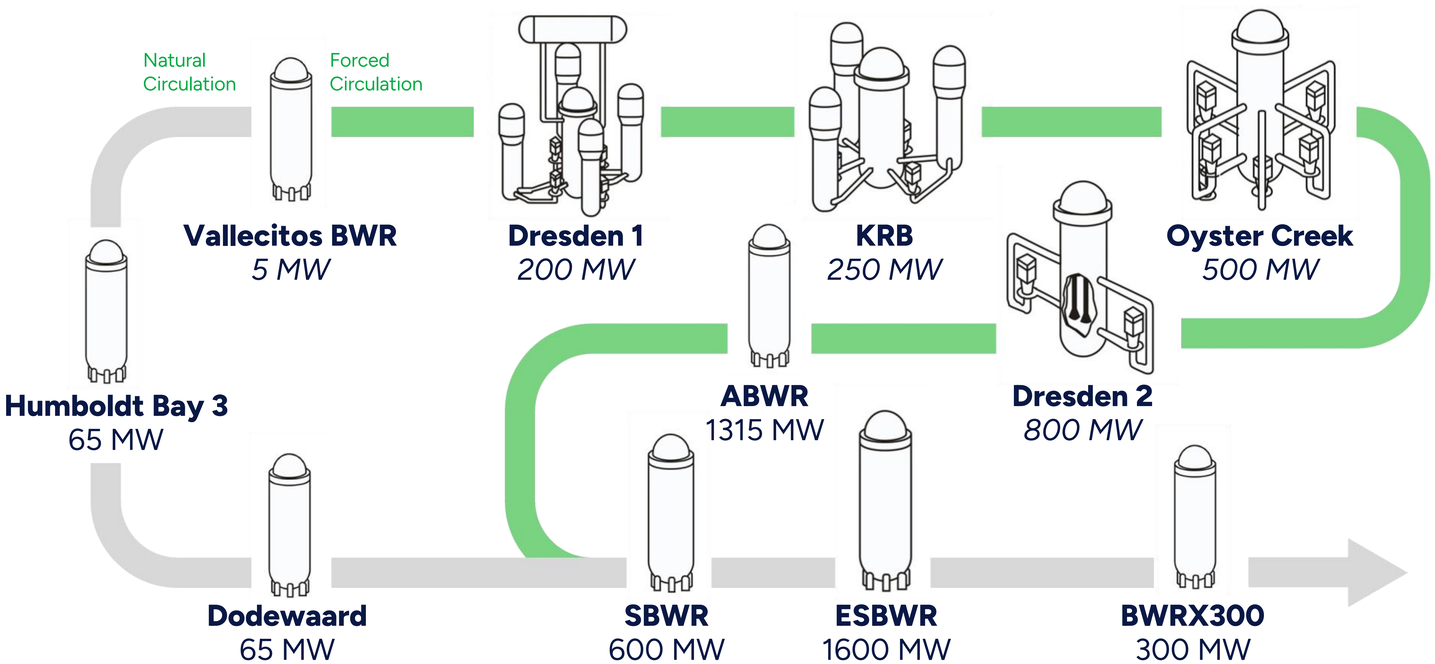
- **Amerykańska firma z 70-letnim doświadczeniem** w energetyce jądrowej, **67 reaktorów licencjonowanych w 10 krajach**
- GE doświadczona firma w branży energetycznej na świecie (w energetyce konwencjonalnej i jądrowej)
- **Istniejący łańcuch dostaw**, w którym ważną rolę mogą odegrać podmioty z Polski

Technologia

- **Reaktor generacji III+, oparty na sprawdzonej technologii** i w dużej mierze na **rozwiązaniach licencjonowanych** przez amerykański dozór jądrowy (**reaktor ESBWR**)
- Wykorzystanie istniejącego i licencjonowanego paliwa GNF2

60 lat ewolucyjnego rozwoju technologii reaktorów BWR

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY



Reaktor BWRX-300 jest tak zaprojektowany, aby maksymalnie obniżyć zatrudnienie personelu operacyjnego, obniżyć koszty utrzymania reaktora, może być wybudowany w 2-3 lata ze względu na specyfikę konstrukcyjną i modułowość.

Cechy charakterystyczne BWRX-300

- To dziesiąty ewolucyjny model reaktora BWR.
- Konstrukcja reaktora uwzględnia:
  - możliwości kogeneracji i wykorzystania ciepła dla celów przemysłowych i komunalnych
  - dopasowanie do zmiennych wymagań sieci energetycznej („load-follow")
  - produkcję wodoru
- BWRX-300 jest do 60% tańszy w kosztach kapitałowych na jednostkę mocy (MW) w porównaniu z innymi typami SMR-ów i dużymi reaktorami lekkowodnymi.

Santa María de Garoña, Hiszpania – BWR 466 MWe., wybudowany w 1966 pracował do 2017 (51 lat)

Reaktor Mühleberg - Szwajcaria - Kernkraftwerk Mühleberg, KKM, 355 MWe pracował bez zarzutu od 1972 do 2019 roku (47 lat)

Bezpieczeństwo w BWRX-300

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Najwyższe standardy bezpieczeństwa

Modułowe reaktory jądrowe BWRX-300 spełniają **najwyższe standardy bezpieczeństwa**, tak samo restrykcyjne, jak te wymagane od dużych elektrowni jądrowych.

Pasywna ochrona

Posiadają **pasywne mechanizmy bezpieczeństwa**, których działanie jest gwarantowane przez prawa fizyki (np. grawitacja). Nie wymaga aktywnej interwencji operatora, ani zasilania zewnętrznego.

Kompaktowe wymiary

Są umieszczane ok. 35 m pod ziemią w szczelnym zbiorniku.

Dzięki temu **potrzebuje niewielkiej strefy bezpieczeństwa** – równej powierzchni samej elektrowni. Takie rozwiązania umożliwiają bezpieczniejszą eksploatację i łatwiejsze znajdowanie lokalizacji dla reaktorów.

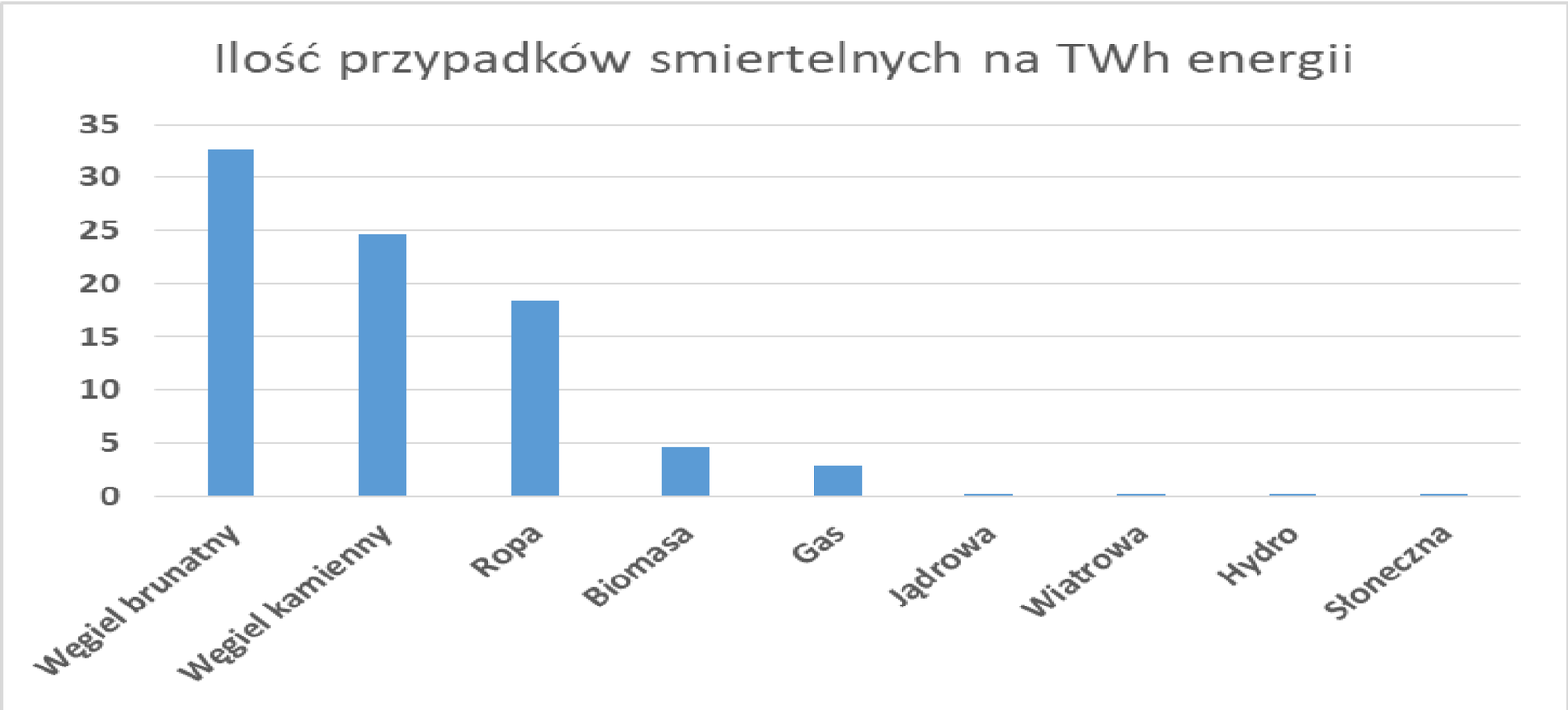
Bezpieczne otoczenie

Reaktory funkcjonują w pobliżu miast i osiedli:

KANADA:

- EJ Darlington
  – ok. 3 km od Oshawy
  – 140 tys. mieszkańców
- EJ Pickering
  – 5 km od Toronto
  – ok. 3 mln mieszkańców

Czy energetyka jądrowa jest bezpieczna?



Przypadki śmiertelne: wypadki w energetyce + wygenerowane zgony wtórne (zanieczyszczenie lub skażenie powietrza)

https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh

Wpływ BWRX-300 na polską gospodarkę

Wartość dodana brutto

Analiza wartości dodanej brutto pozwoliła określić wkład w proces produkcji dóbr i usług w polskiej gospodarce. Faza inwestycyjna wraz z 60-letnim okresem działalności operacyjnej reaktora BWRX-300 może wygenerować ponad 24 mld PLN wartości dodanej brutto (zdyskontowanej).

Wynagrodzenia

Celem analizy było również oszacowanie potencjalnej wartości płac generowanych w polskiej gospodarce. W pełnym horyzoncie czasowym, działalność reaktora BWRX-300 może wygenerować ponad 3 mld PLN wynagrodzeń.

Zatrudnienie

Estymacje objęły również liczbę miejsc pracy utworzonych w polskiej gospodarce. Uruchomienie i eksploatacja reaktora BWRX-300 może potencjalnie wygenerować odpowiednio ponad 2700 i 730 nowych miejsc pracy w Polsce, utrzymywanych rocznie.

Podatki

Działalność operacyjna reaktora BWRX-300 może również generować pozytywny wpływ na dochody podatkowe, zwłaszcza na poziomie lokalnym.

Faza inwestycyjna

Ponad 3,2 mld PLN

Wartości dodanej brutto podczas całej fazy

Ponad 1,2 mld PLN

Wynagrodzeń podczas całej fazy

Nawet 2700 miejsc pracy utrzymywanych rocznie

Faza operacyjna reaktora BWRX-300

Prawie 750 mln PLN

Średnioroczny wpływ na wartość dodaną brutto

Ponad 73 mln PLN

Średnioroczny wpływ na wynagrodzenia

Ponad 730 miejsc pracy utrzymywanych rocznie

Ponad 23 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ dla jednostek samorządu terytorialnego

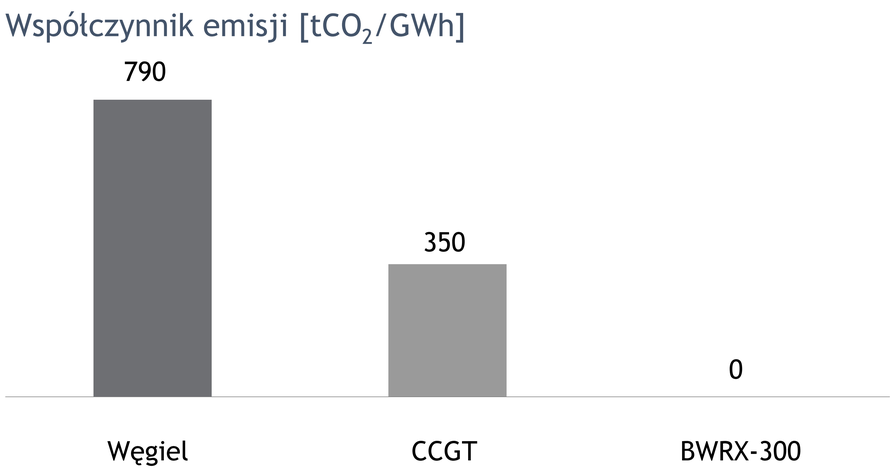
Reaktor jądrowy w cenie… praw do emisji CO_2

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Wdrożenie elektrowni SMR o mocy 300 MW_{el} zamiast CCGT, w okresie eksploatacji CCGT (25 lat), to:

- 20 - 22.5 mln t emisji dwutlenku węgla do atmosfery mniej
- 1.8 mld - 2.0 mld EUR oszczędności na kosztach uprawnień do emisji CO_2 (cena uprawnień na poziomie 90 EUR/t)
- Stabilność i dyspozycyjność reaktora to 93% (2,4 TWh produkcji energii elektrycznej rocznie)

… a okres życia reaktora to minimum 60 lat, z możliwością przedłużenia do nawet 90 lat.



Źródło: Boston Consulting Group dla Synthos Green Energy, opracowanie własne

Wpływ na środowisko.
Jeden BWRX-300 w czasie całej eksploatacji to mniej:

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

120-175 mln
ton emisji CO_2 [1)]

0,32 mln / 0,28 mln / 0,75 mln
ton emisji SO_x/ NO_x/ pyłu[1)]

40-65 mln
ton węgla

1.4-1,7 mln km
transportu kolejowego węgla

[1)] Źródło: UNECE Carbon Neutrality in the UNECE Region, 2022

Korzyści z wdrożenia floty BWRX-300 w Polsce

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Utrzymanie **konkurencyjności polskiego przemysłu** zależy od stabilnych, zeroemisyjnych źródeł energii elektrycznej i ciepła,

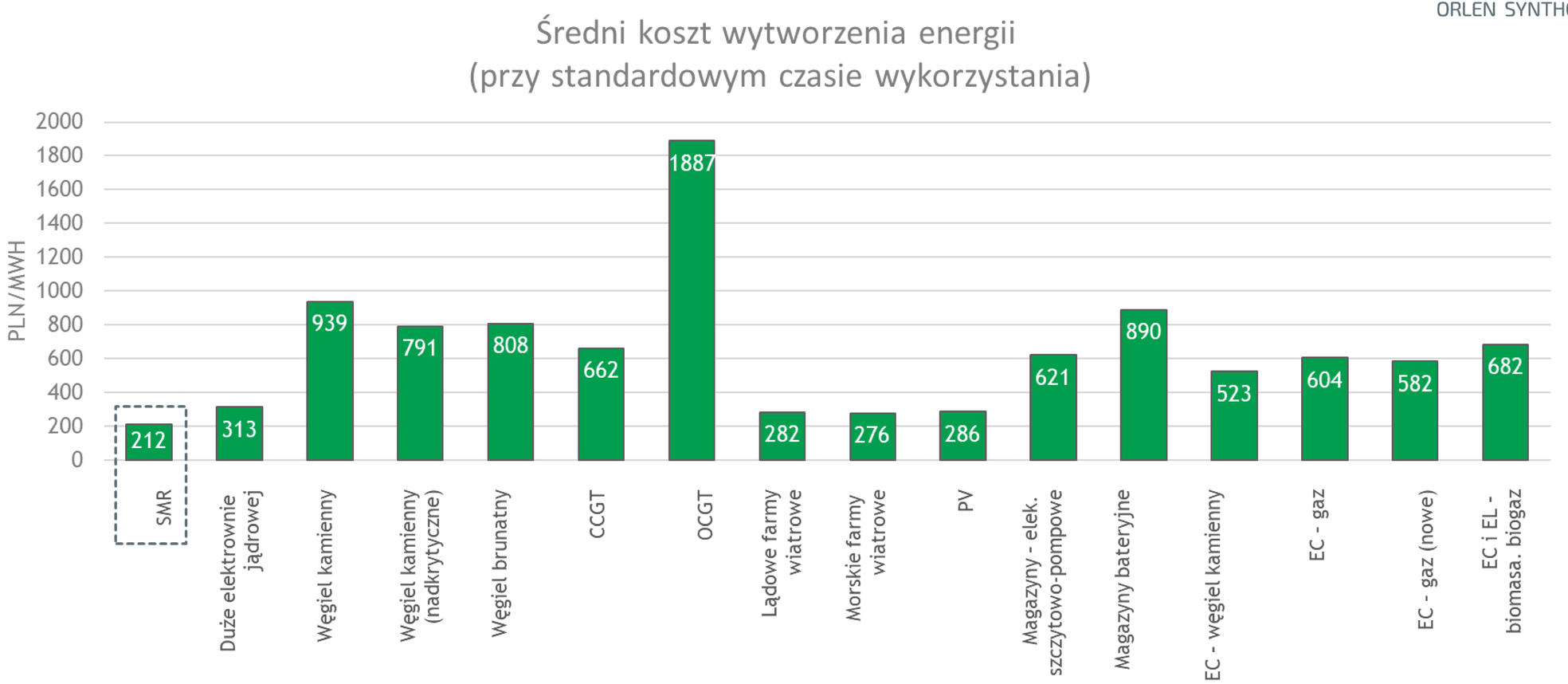
BWRX-300 jest obecnie jedyną dostępną technologią mogącą zastąpić wyłączane bloki węglowe i zagwarantować **stabilną produkcję energii elektrycznej**,

to realne rozwiązanie dla **transformacji do bezemisyjnego ciepłownictwa**,

ponad 50% elementów SMR można **wyprodukować w Polsce** poprzez tworzenie fabryk komponentów,

w nowej branży **zatrudnienie znajdzie ok. 30 000 osób**.

Porównanie kosztów wytwarzania energii przez różne technologie



Źródło: Analiza EY

** Przy standardowym czasie wykorzystania mocy zainstalowanej i bez uwzględnienia kosztów przyłączenia do sieci przesyłowej/dystrybucyjnej*

Selekcja najbardziej prawdopodobnych lokalizacji

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

+80

zbadanych lokalizacji

Prescreening faza I: przegląd i analiza dostępnych opracowań dotyczących danego tematu, priorytetyzacja potencjalnych lokalizacji

30

lokalizacji w drugiej fazie badań

Prescreening faza II: wstępna analiza i ocena warunków lokalizacyjnych z udziałem Głównego Instytutu Górnictwa, Instytutu Geofizyki PAN, Energoprojekt-Katowice S.A.

7

preferowanych i prawdopodobnych lokalizacji

Rozpoczęcie badań lokalizacyjnych i środowiskowych dla wyselekcjonowanych lokalizacji

Lokalizacje w Polsce

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Przemysł

Energetyka

Ciepłownictwo

Proces licencjonowania w Polsce

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Ogólna opinia PAA

Pierwsza w Polsce ogólna opinia została wydana przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki dla reaktora SMR BWRX-300. W wydanej 23 maja br. opinii Prezesa PAA stwierdzono, że założenia przyjęte przy projektowaniu technologii są prawidłowe oraz spełniają wymagania ustawy – Prawo atomowe oraz wybranych rozporządzeń dotyczących bezpieczeństwa obiektów jądrowych.

Postępowanie środowiskowe rozpoczęte

15 czerwca 2023 r. Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska rozpoczął postępowanie w sprawie wydania decyzji środowiskowej dla budowy BWRX-300 w Stawach Monowskich. Wraz z wnioskiem o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach decyzji spółka zwróciła się do GDOŚ o określenie zakresu raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Elementem wniosku jest **Karta Informacyjna Przedsięwzięcia**.

Analogiczne wnioski są finalizowane dla projektów w Ostrołęce i Włocławku.

Współpraca PAA & CNSC

13 lutego 2023 r. polski i kanadyjski dozór jądrowy podpisały porozumienie dotyczące małych reaktorów modułowych SMR, w szczególności BWRX-300. Polski i kanadyjski dozór będą wymieniać się informacjami w zakresie najlepszych praktyk i przeglądów technicznych w obszarze tej technologii. Strony zobowiązały się również do dzielenia wynikami niezależnych analiz i ocen prowadzonych w ramach procesu licencjonowania. Memorandum zakłada także wspólne działania w ww. obszarach oraz w zakresie szkoleń i opracowywania rozwiązań regulacyjnych dla zapewnienia bezpieczeństwa tej technologii.

W czerwcu podpisano warunki realizacji (ToR) porozumienia o współpracy w SMR-ów. Powołano komitet do spraw zaawansowanych technologii jądrowych i SMR.

Wsparcie finansowe

Wsparcie EXIM Bank i U.S. International Development Finance Corporation (DFC).
Amerykańskie instytucje rządowe EXIM Bank i ogłosiły możliwość wsparcia łącznie kwotą do 4 mld dolarów projektu budowy pierwszych reaktorów BWRX-300 w Polsce. Porozumienie podpisano w Ambasadzie USA, 17 kwietnia.

Umowa o współpracy z polskimi bankami.
17 kwietnia, OSGE podpisało umowę z czterema bankami: PKO BP, Pekao SA i Santander Bank – to trzy największe banki w Polsce, oraz BGK – bankiem, którego misją jest wspieranie wzrostu gospodarczego w Polsce. Umowa ma na celu wspólne wypracowanie modelu finansowego dla projektu budowy floty reaktorów BWRX-300, zakłada też możliwy udział banków w finansowaniu.

Umowa na projekt reaktora

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

- **Technical Collaboration Agreement (TCA).** GEH, Tennessee Valley Authority (TVA), Ontario Power Generation (OPG) i Synthos Green Energy podpisały umowę o wsparciu rozwoju technologii BWRX-300.
- **23 marca 2023 r. w Waszyngtonie** podpisano umowę na mocy której po raz pierwszy w historii polska firma stała się stroną umowy na rozwój reaktora jądrowego. **Umowa opiewa na 400 mln USD.**
- Dzięki umowie już teraz jest przygotowywany projekt elektrowni z reaktorem BWRX-300 uwzględniający europejskie i polskie wymagania.
- Projekt umożliwi sprawniejsze i tańsze zrealizowanie planów OSGE – budowy floty reaktorów BWRX-300 w Polsce. Projekt będzie mógł być wykorzystywany do realizacji inwestycji w wielu lokalizacjach.

HITACHI

synthos green energy

TVA TENNESSEE VALLEY AUTHORITY

ONTARIO POWER GENERATION

Wsparcie polskich instytucji

Styczeń 2023 r. Zaangażowanie uczelni technicznych. Z inicjatywy OSGE PKN Orlen, Ministerstwo Edukacji i Nauki i sześć polskich uczelni technicznych podpisało list intencyjny na rzecz powstania kierunku studiów energetyka jądrowa. Porozumienie zakłada kształcenie inżynierów jądrowych. Pod koniec maja do porozumienia przystąpiły kolejne trzy uczelnie.

Marzec 2023 r. Podpisanie umowy z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
16 marca spółka i NFOŚiGW podpisały umowę, która przewiduje, iż strony – w ramach inwestycji kapitałowej – doprowadzą do przygotowania, budowy i komercjalizacji floty BWRX-300. Strony porozumienia uzgodnią cele środowiskowe do osiągnięcia, model ekonomiczny projektu i harmonogram jego realizacji, biznesplan oraz postanowienia umowy inwestycyjnej.

Maj 2023 r. Współpraca z Siecią Badawczą Łukasiewicz.
OSGE oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz uruchomią Europejskie Centrum Kształcenia Kadr dla Energetyki Jądrowej. Współpraca obejmuje zarówno uruchomienie samego Centrum, jak i jego dalszy rozwój, w tym poprzez wsparcie ze strony instytutów badawczo-rozwojowych wchodzących w skład Sieci Badawczej Łukasiewicz.

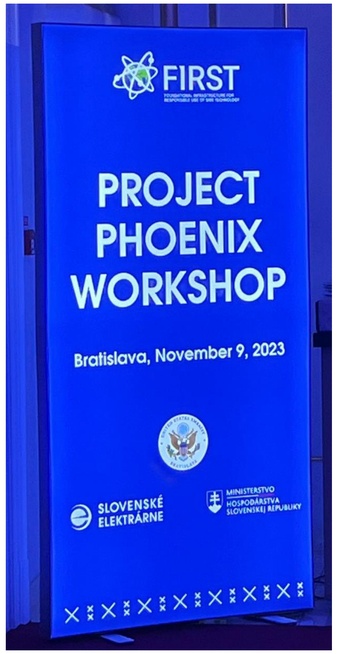
Projekt PHOENIX

W ramach Projektu Phoenix OSGE otrzyma finansowanie od amerykańskiego Departamentu Stanu na przyspieszenie projektu budowy małych reaktorów w Polsce.

Poinformował o tym 7 września 2023 r. podczas Szczytu Inicjatywy Trójmorza (3SI) w Bukareszcie John Kerry, Specjalny Wysłannik Prezydenta Stanów Zjednoczonych ds. klimatu.

Celem działań amerykańskiego rządu w ramach Projektu Phoenix jest wspieranie rozwoju SMR-ów w Europie Centralnej, w szczególności projektów budowy małych reaktorów jądrowych w lokalizacjach związanych z energetyką konwencjonalną – realizacja projektów coal2nuclear.

Pozyskane fundusze zostaną przeznaczone na przyspieszenie realizacji projektu w Ostrołęce.



Postęp prac

OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

złożenie do PAA wniosku o opinię ogólną

złożenie wniosku o decyzję zasadniczą **6 lokalizacji: Ostrołęka, Włocławek, Stawy Monowskie, Dąbrowa Górnicza, Stalowa Wola, Kraków Nowa Huta**

rozpoczęte badania terenowe**: Stawy Monowskie, Ostrołęka ,Włocławek**

decyzja zasadnicza

decyzja lokalizacyjna

pozwolenia na budowę

prescreening etap 2 ok. **30 lokalizacji**

złożenie karty informacyjnej przedsięwzięcia**: Stawy Monowskie, Ostrołęka, Włocławek**

uzyskanie opinii ogólnej

decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach

zezwolenie na budowę przez Państwową Agencję Atomistyki

kwiecień-czerwiec 2023

Polacy popierają mały atom

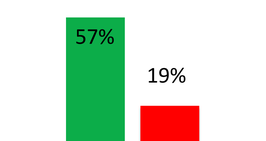
OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

Badanie IBRiS dla PKN ORLEN; 04-05.2023, +2000 respondentów, CATI

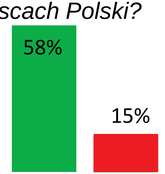
Prawie **60%** Polaków uważa, że Polska powinna budować SMR-y, tylko 15% ankietowanych nie widzi takiej potrzeby..

Poparcie jest jeszcze wyższe wśród mieszkańców większości miast, które zostały wybrane jako pierwsze lokalizacje przez OSGE.

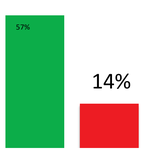
Czy Pana/Pani zdaniem nowoczesne elektrownie jądrowe są bezpieczne?



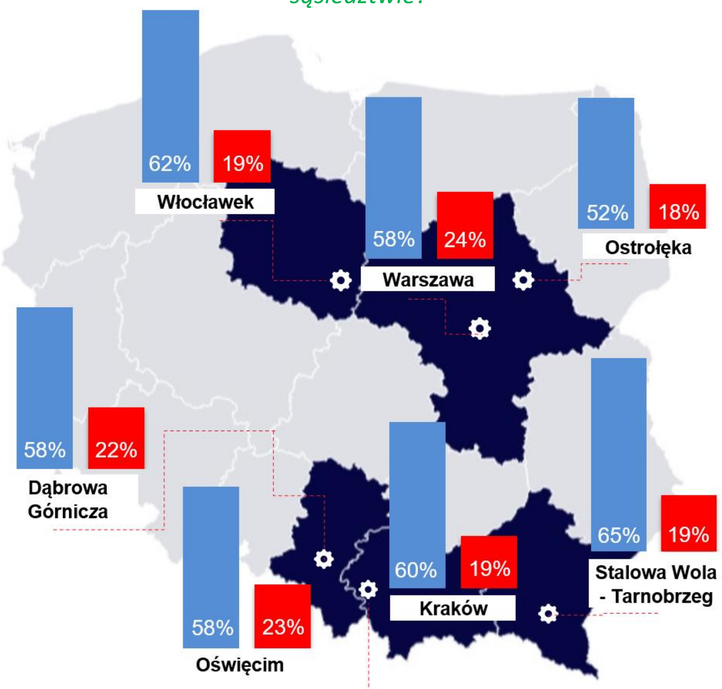
Czy w Polsce potrzebna jest budowa kilku zeroemisyjnych elektrowni jądrowych o mniejszej mocy w różnych miejscach Polski?



Polska powinna zacząć od budowy małych reaktorów, żeby powstały one jak najszybciej.



Jeżeli mógłby/mogłaby Pan/i mniej płacić za energię, to zgodziłby/aby się Pan/i, żeby mały modułowy reaktor, tzw. SMR powstał w Pana/i bliskim sąsiedztwie?



OSGE
ORLEN SYNTHOS GREEN ENERGY

W każdym domu Prąd z Atomu!

Dziękujemy

ORLEN Synthos Green Energy
Q22
Al. Jana Pawła II 22
00-133 Warszawa
www.osge.com

Copyright © 2023 ORLEN Synthos Green Energy sp. z o.o. All right reserved

28/09/2023