



# Wykorzystanie technologii BWRX-300 w Polsce – korzyści dla gospodarki i lokalnego samorządu





# Spis treści

- 01** Podsumowanie zarządcze
- 02** Wprowadzenie
- 03** Koncepcja rozwoju reaktorów SMR w Polsce
- 04** Analiza wpływu SMR na polską gospodarkę
- 05** Potencjał tworzenia miejsc pracy w ramach rozwoju reaktorów SMR w Polsce
- 06** Wpływ na przychody podatkowe
- 07** Wpływ na klimat i społeczność lokalną

# Zastrzeżenia

## Zastrzeżenia i ograniczenia

Na podstawie umowy pomiędzy ORLEN Synthos Green Energy spółka z ograniczoną odpowiedzialnością („Klient”) a KPMG Advisory Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k. („KPMG”) („Umowa”) został sporządzony raport zawierający analizę w zakresie wpływu małych reaktorów modułowych (SMR ang. Small Modular Reactors) na rynek polski, dalej zwany Raportem. Zakres tematyczny, schematy oraz problematyka opisane w Raporcie wynikają z Umowy.

Niemniejsze opracowanie stanowi wyciąg z pełnego Raportu zatytułowanego "Wykorzystanie technologii BWRX-300 w Polsce – analiza korzyści" z dnia 16 maja 2023 roku. Raport, a także wszystkie zaprezentowane w nim analizy i wnioski, podlegają warunkom i zastrzeżeniom opisanym poniżej, w samym Raporcie i w Umowie. Raport może być publicznie wyświetlany, publikowany oraz udostępniany w ramach platform cyfrowych, z poniższymi zastrzeżeniami. Korzystanie z Raportu w jakikolwiek sposób, w tym udostępnianie, jest równoznaczne ze zgodą na wszelkie warunki i zastrzeżenia wymienione w Raporcie i w Umowie.

## Data Raportu

Zgodnie z Umową, Raport został sporządzony według stanu na dzień 6. marca 2023 roku z aktualizacją danych na dzień 16. maja 2023 roku i odzwierciedla stan wiedzy KPMG na dzień ich sporządzenia. Analizy i wnioski przedstawiane w Raporcie są aktualne na datę ich sporządzenia i mogą ulec zmianie po przekazaniu przez Klienta dalszych dokumentów, materiałów lub po podaniu nowych informacji do wiadomości publicznych. KPMG odnosi się w Raporcie do danych historycznych jedynie w zakresie istotnych dla Raportu danych publicznie dostępnych lub przekazanych przez Klienta. Ze względu na cel Raportu oraz dużą zmienność parametrów makroekonomicznych w 2022 i 2023 roku wywołanych między innymi inflacją oraz wojną w Ukrainie rozpoczętą 24 lutego 2022 roku, uwzględnienie takich informacji uznano za istotne. Raport ze względu na dużą niepewność co do przyszłości jedynie w bardzo szacunkowy sposób uwzględnia konsekwencje makroekonomiczne konfliktu zbrojnego w Ukrainie. Ewentualne nowe informacje o przebiegu tego konfliktu oraz jego konsekwencje makroekonomiczne mogą mieć istotny wpływ na wnioski zawarte w Raporcie. Dlatego w szczególności nie należy przyjmować, że treść Raportu będzie aktualna i kompletna w każdym czasie po dacie jego powstania. Wnioski oraz wyniki analiz KPMG przedstawione w Raporcie zostały przygotowane w dobrej wierze i z dochowaniem profesjonalnej staranności, wykorzystując doświadczenie i wiedzę KPMG oraz ewentualnych podwykonawców w oparciu o udostępnione przez Klienta i zebrane publicznie dostępne informacje. Niemniej jednak, mogą istnieć informacje i fakty, o których KPMG nie wiedziało, które mogą mieć istotny wpływ na przedstawione wnioski, opinie, czy analizy.

## Brak weryfikacji dostarczonych danych

KPMG opiera swoje analizy i wnioski na dokumentach, informacjach oraz założeniach przekazanych przez Klienta. Założyliśmy, że wszystkie dostarczone nam informacje przez Klienta są zgodne ze stanem faktycznym i odpowiadają najlepszej wiedzy Zarządu Klienta co do sytuacji Klienta oraz planowanej działalności w przyszłości, z operacyjnego i finansowego punktu widzenia. W ramach zleconych nam prac wykorzystaliśmy również informacje ogólnie dostępne w uznanych źródłach informacji finansowych. Żadna z tych informacji nie podlegała audytowi, weryfikacji lub potwierdzeniu przez KPMG.

## Zakres prac

Przedstawione w Raporcie liczby mogły w pewnych przypadkach podlegać zaokrągleniom w stosunku do danych szczegółowych. KPMG nie dokonywało analiz prawnych, technicznych, środowiskowych, finansowo-podatkowych bądź innych niż wskazano w Umowie – w powyższych aspektach KPMG polegało na informacjach udostępnionych przez Klienta. Wykonane przez KPMG prace nie stanowiły czynności rewizji finansowej przeprowadzanych przez biegłego rewidenta czy też podobnych usług przeprowadzanych zgodnie z jakimikolwiek standardami, mającymi zastosowanie do czynności rewizji finansowej. Raport wraz z wnioskami nie stanowi ani nie zawiera porady inwestycyjnej. Nie stanowi także oferty, zaproszenia ani zachęty do zawarcia jakiegokolwiek transakcji lub dokonania inwestycji i nie może być interpretowany jako taka oferta, zaproszenie, ani zachęta..

## Brak odpowiedzialności KPMG

KPMG nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne szkody poniesione przez Klienta lub osoby trzecie w wyniku otrzymania przez KPMG nieprawdziwych, niepełnych informacji lub danych wyjściowych, niezgodnych ze stanem faktycznym oświadczeń bądź wstrzymania informacji istotnych dla wykonania Raportu lub dotyczących Raportu lub wymaganych przez KPMG, a także KPMG nie ponosi odpowiedzialności za treść wszelkich dokumentów, materiałów czy oświadczeń otrzymanych od Klienta. Ewentualne ograniczenia w dostępności informacji i danych wyjściowych mogą mieć wpływ na konkluzje KPMG zaprezentowane w Raporcie. Pracownicy KPMG nie ponoszą żadnej odpowiedzialności z tytułu jakichkolwiek szkód poniesionych w związku z korzystaniem z Raportu, analiz wraz z wnioskami, czy rekomendacjami lub informacjami w nim zawartych. KPMG nie ponosi żadnej odpowiedzialności odnośnie interpretacji przepisów prawa lub umów. Przepisy, orzecznictwo sądów, umowy, na których KPMG opiera swoje wnioski, mogą ulec zmianie po dacie sporządzenia Raportu, co może mieć wpływ na wnioski w nim zawarte. Nie wzięto pod uwagę zastawów i obciążeń, o ile nie zaznaczono inaczej. Założyliśmy, że wszelkie wymagane prawem licencje, pozwolenia itp. są w pełni ważne i nie przeprowadziliśmy żadnych niezależnych testów co do występowania ryzyka związanego z negatywnym oddziaływaniem na środowisko naturalne. KPMG nie bierze odpowiedzialności za wykorzystanie Raportu w celu innym aniżeli określono w Umowie, jak również za dopuszczalność Raportu jako dowodu sądowego lub dla innych potrzeb określonych przez prawo. Zgodnie z Umową, odpowiedzialność KPMG wobec Klienta jest ograniczona, a odpowiedzialność KPMG wobec osób trzecich jest wyłączona.

## Brak zapewnień ze strony KPMG

KPMG nie składa żadnych zapewnień, co do możliwości ich spełnienia się w przyszłości, dokładności lub kompletności takich stwierdzeń, szacunków lub prognoz ani innych materiałów zawartych w Raporcie. Pomimo dołożenia należytej staranności, KPMG nie może zapewnić o dokładności tych stwierdzeń, szacunków i prognoz. KPMG we własnym imieniu oraz w imieniu innych podmiotów stowarzyszonych z KPMG, wszystkich swoich partnerów, pracowników oraz agentów oświadcza, że ani KPMG, ani żaden z wyszczególnionych wyżej podmiotów, nie ponosi jakiegokolwiek odpowiedzialności w stosunku do jakichkolwiek osób w związku z decyzjami lub działaniami podjętymi w oparciu o Raport lub zawarte w nim wnioski i analizy. Raport, wnioski, analizy zawarte w Raporcie nie stanowią żadnej gwarancji, zabezpieczenia czy zapewnienia, iż ustalliliśmy lub przewidzieliśmy przyszłe wydarzenia lub okoliczności, ani zalecenia co do przeprowadzenia bądź niewdrażania określonego planu transakcji lub podobnej czynności. Klient lub odbiorca Raportu pozostaje w pełni odpowiedzialny za decyzje dotyczące działalności, strategię, plany i działania.

KPMG Advisory sp. z o.o. sp. k. w imieniu własnym oraz w imieniu innych podmiotów stowarzyszonych lub powiązanych z KPMG, wszystkich swoich partnerów, pracowników oraz współpracowników, oświadcza że ani KPMG, ani żaden z wyszczególnionych wyżej podmiotów nie ponosi jakiegokolwiek odpowiedzialności w stosunku do jakichkolwiek osób w związku z decyzjami lub działaniami podjętymi w oparciu o niniejszy dokument lub informacje w nim zawarte.

KPMG Advisory sp. z o.o. sp. k. jest polską spółką komandytową i członkiem globalnej organizacji KPMG składającej się z niezależnych firm członkowskich stowarzyszonych z KPMG International Limited, prywatną spółką angielską z odpowiedzialnością ograniczoną do wysokości gwarancji.

KPMG International i podmioty z nią powiązane nie świadczą usług na rzecz klientów. Żadna firma członkowska nie jest uprawniona do zaciągania w imieniu KPMG International, podmiotów z nią powiązanych ani innej firmy członkowskiej zobowiązań wobec osób trzecich, zaś KPMG International i podmiotom z nią powiązanym nie przysługuje prawo do zaciągania zobowiązań w imieniu jakiegokolwiek firmy członkowskiej.

Nazwa i logo KPMG są znakami towarowymi używanymi na podstawie licencji przez niezależne firmy członkowskie globalnej organizacji KPMG.



01

# Podsumowanie zarządcze



# Podsumowanie zarządcze (1/5)

Technologia SMR to bardziej elastyczne podejście do energetyki jądrowej:

SMR-y to małe reaktory modułowe o mocy **do 300 MWe na jednostkę**. Charakteryzują się mniejszym rozmiarem, co przekłada się na krótszy czas budowy, niższy próg finansowy oraz stopniową możliwość rozbudowy elektrowni wraz ze wzrostem zapotrzebowania.

Reaktory SMR wykorzystują **systemy bezpieczeństwa pasywnego**, które zapewniają bezpieczeństwo reaktora bez dostępu do zasilania oraz bez ingerencji człowieka. Ze względu na mniejszą strefę planowania awaryjnego SMR mogą być rozmieszczone bliżej skupisk ludzkich w miejscach niedostępnych dla większych elektrowni jądrowych.



Niskie koszty systemowe i ok. 3-krotnie dłuższy czas eksploatacji SMR sprawia, iż w całym okresie życia elektrowni, przy odpowiednim profilu eksploatacji, **energia atomowa może być tańsza od energii OZE dla odbiorcy końcowego<sup>(1)</sup>**.



Obecnie najbardziej zaawansowane reaktory SMR charakteryzujące się parą o parametrach ok 280°C-325°C znajdują zastosowanie w produkcji energii elektrycznej oraz ciepła **na potrzeby komunalne oraz części przemysłów energochłonnych**.



W warunkach wysokiego ucieplnienia Polski **SMR mają duży potencjał wykorzystania kogeneracji** dla zastosowań komunalnych i przemysłowych.



Spośród różnych projektów i koncepcji SMR-ów, **BWRX-300** jest reaktorem o największym deklarowanym zaawansowaniu komercyjnym. Pierwsza instalacja ma zacząć pracę w Kanadzie w 2028 roku, w Polsce pierwsza elektrownia mogłaby zacząć działać w 2029 roku.

1. Ocena kosztów w skali całego życia projektu (LCOE – Levelised Cost Of Energy) powiększona o koszty systemowe wskazuje, że energia atomowa jest tańsza dla odbiorcy końcowego od energii wiatrowej, zarówno lądowej jak i morskiej, energii z fotowoltaiki, biomasy oraz biogazu. Wnioski opracowano na podstawie: Biznes Alert, Jak finansować elektrownię jądrową, z dr inż. Andrzej Strupczewski, prof. nadzw. NCBJ, 2021.

# Podsumowanie zarządcze (2/5)

Transformacja energetyczna z wykorzystaniem SMR może przebiegać w trzech obszarach:



**Energetyka zawodowa**  
**SMR-y mogą zastąpić wygaszane elektrownie węglowe.** Zarówno lokalizacje, jak i infrastruktura wykorzystywana przez dzisiejsze elektrownie węglowe nadaje się do adaptacji na potrzeby budowy reaktorów SMR.



## Ciepłownictwo

Osiągnięcie statusu **efektywnych sieci ciepłowniczych** oraz **uniknięcie emisji zanieczyszczeń** z ograniczonym wykorzystaniem gazu jest możliwe poprzez wykorzystanie SMR jako źródła kogeneracyjnego.

Koszt ciepła wytworzonego w kogeneracji z SMR jest niezależny od wahań cen węgla, gazu i uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> przez co oferuje **stabilną cenę dla odbiorców końcowych.**



## Przemysł

Najbardziej dojrzałe technologie SMR mogą odgrywać kluczową rolę w **elektryfikacji krajowego przemysłu** (np. wprowadzając piece elektryczne w hutnictwie). Z kolei bezpośrednie wykorzystanie pary technologicznej o niższych parametrach będzie możliwe w **ograniczonej liczbie procesów przemysłowych** (głównie w przemyśle papierniczym), ale **we współpracy z innymi konwencjonalnymi źródłami** ciepła, para technologiczna może mieć szersze zastosowania (np. w przemyśle chemicznym).

Wraz z postępem i dojrzewaniem technologii SMR, nowe typy reaktorów o wyższych parametrach pary będą mogły znaleźć zastosowanie w dekarbonizacji kolejnych gałęzi przemysłu (np. produkcji wodoru, cementu, szkła).



Sektor ciepłowniczy oparty w

# 70%

na węglu czeka modernizacja związana z dostosowaniem do Dyrektywy IED.

# Podsumowanie zarządcze (3/5)

## Metodyka i założenia

- Wpływ ekonomiczny reaktora BWRX-300 oszacowano za pomocą modelu Input-Output, który umożliwia analizę zależności między gałęziami gospodarki oraz pozwala oszacować **wpływ działalności na całą polską gospodarkę**.
- Wpływ na gospodarkę został skalkulowany dla następujących kategorii: **wartość dodana brutto**, **wynagrodzenia** oraz **zatrudnienie**.
- Wyróżnia się trzy poziomy wpływu ekonomicznego: **bezpośredni** (wynikający z bezpośrednich działań jednostki), **pośredni** (wynikający z działalności dostawców i poddostawców) oraz **indukowany** (wynikający z dodatkowej konsumpcji pracowników).
- Ponadto oszacowano potencjalne wpływy podatkowe, z wyszczególnieniem wpływów do jednostek samorządów terytorialnych.
- Okres wpływu podzielono na dwie fazy – **fazę inwestycyjną** trwającą **7 lat**, w ramach której **prace budowlane** trwają około **3 lata** oraz **fazę operacyjną** trwającą ok. **60 lat**.
- Analiza przedstawia wpływ ekonomiczny generowany przez jeden **referencyjny** reaktor BWRX-300 oraz multiplikację wyników przy budowie floty **4**, **10** oraz **30** reaktorów z uwzględnieniem krzywej uczenia.

## Faza inwestycyjna:

- Faza inwestycyjna jednego referencyjnego reaktora może wygenerować łącznie w ciągu całej **fazy 3,2 mld PLN wartości dodanej brutto**, **1,2 mld PLN wynagrodzeń** i może **utrzymać rocznie 2 719 miejsc pracy**.

## Faza operacyjna

- Faza operacyjna może wygenerować **rocznie 746 mln PLN wartości dodanej brutto**, **73 mln PLN wynagrodzeń** oraz utrzymać **737 stanowisk pracy rocznie**.
- Według szacunków w standardowym roku w fazie operacyjnej elektrownia z jednym reaktorem może utrzymać **100 miejsc pracy** (bezpośredni wpływ na zatrudnienie).
- Przez cały okres eksploatacji (**60 lat**) elektrownia z jednym reaktorem może wygenerować wartość dodaną brutto w wysokości **20,9 mld PLN** i przyczynić się do wzrostu wynagrodzeń szacowanych na **2,0 mld PLN**.

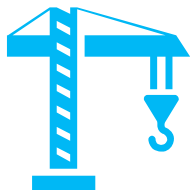


# Podsumowanie zarządcze (4/5)



## Wpływy podatkowe

- Szacowany jest roczny wpływ z podatku PIT przy jednym referencyjnym reaktorze na poziomie ponad 8 mln PLN, z czego ponad 4 mln PLN to potencjalny wpływ dla JST.
- Potencjalny roczny wpływ z podatku CIT szacowany jest na poziomie ponad 80 mln PLN, w tym prawie 19 mln PLN wpłynęłoby do budżetów JST.
- Potencjalny wpływ z podatku od nieruchomości zasiliłby budżet gminy o ok. 360 tys. PLN rocznie.
- Łączny potencjalny wpływ do budżetu gmin z tytułu podatków wynosi około 9,0 mln PLN w skali roku.
- W przypadku, gdyby pełna zakładana przez OSGE wartość budowlę podlegała opodatkowaniu podatkiem od budowli, mogłoby to oznaczać dodatkowe wpływy do budżetu gminy w wysokości 12 mln PLN w skali roku.



## Budowa floty - korzyści skumulowane

- W przypadku budowy floty jednostek oszacowane efekty mogą zostać zwielokrotnione.
- Faza inwestycyjna dla budowy floty 4, 10 i 30 reaktorów może wygenerować kolejno 11 100, 25 500 oraz 73 400 mln PLN wartości dodanej, 4 250, 9 700 oraz 28 000 mln PLN wynagrodzeń, jak również utrzymać rocznie przez okres trwania fazy 9 550, 21 900 oraz 63 050 miejsc pracy.
- Podczas jednego uśrednionego roku eksploatacji flota 4, 10 i 30 reaktorów może wygenerować kolejno 3 000, 7 000 oraz 22 000 mln PLN wartości dodanej, 300, 700 oraz 2 000 mln PLN wynagrodzeń, utrzymać rocznie 3 000, 7 000 oraz 22 000 miejsc pracy oraz wygenerować wpływy z podatków na poziomie 400, 900 oraz 3 000 mln PLN.



## Korzyści pozafinansowe

- Szacowane efekty ekonomiczne nie ograniczają się jedynie do wartości pieniężnych. Perspektywa budowy całej floty reaktorów oznacza zwiększenie zapotrzebowania na wysoko wykwalifikowanych pracowników.
- Planowane są programy szkolenia kadr technicznych dla energetyki jądrowej oraz współpraca ze środowiskiem akademickim celem uruchomienia nowego kierunku studiów.

# Podsumowanie zarządcze (5/5)

Cele klimatyczne zawarte w pakiecie regulacji znanym jako Europejski Zielony Ład stawiają przed Polską szczególnie duże wyzwanie w kontekście dekarbonizacji gospodarki.

Presja regulacyjna powoduje, iż europejskie instytucje finansowe ograniczają finansowanie do tych projektów energetycznych, których realizacja nie wspiera osiągnięcia celów ESG.

Energetyka atomowa jest zgodna z Taksonomią Unijną jako działalność bezpieczna i przyczyniająca się do realizacji celów środowiskowych a zatem może być finansowana przez banki i fundusze inwestycyjne kierujące się polityką ESG.

SMR typu BWRX-300 pozwala uniknąć emisji 175 mln ton CO<sub>2</sub> i ok. 170 tys. ton pyłu i tlenków azotu w okresie eksploatacji, w porównaniu do pojedynczy bloku węglowego.

Dla regionów dotkniętych stopniowym wygaszaniem elektrowni węglowych, budowa SMR zapewni nowe miejsca pracy, rozwój lokalnej przedsiębiorczości, infrastruktury. SMR jest także szansą na przyciągnięcie inwestycji ze strony przemysłu energochłonnego np. zakładów chemicznych, przemysłu papierniczego czy metalurgii opartej na wykorzystaniu pieców łukowych.



Polska ma **drugi najwyższy wskaźnik relacji emisji CO<sub>2</sub> do wielkości PKB** na mieszkańca w Unii Europejskiej ustępując jedynie Bułgarii<sup>(1)</sup> co powoduje, że spełnienie założeń klimatycznych będzie wymagało istotnych inwestycji w źródła wytwórcze i infrastrukturę przesyłową.

1. Bank Światowy za Climate Watch. 2020. GHG Emissions. Washington, DC: World Resources Institute.

02

# Wprowadzenie



# Wprowadzenie

Większość krajów dostrzega obecnie potrzebę dekarbonizacji swoich gospodarek w celu spowolnienia zmian klimatycznych. W Polsce transformacja energetyczna koncentruje się na konieczności wycofania elektrowni węglowych do 2050 r. oraz na inwestycjach w rozwój energii odnawialnej.

Źródła odnawialne w coraz większym stopniu wypełniają lukę pozostawioną przez węgiel i inne paliwa kopalne, ale choć mają ważną rolę do odegrania, mają również pewne ograniczenia. Energia wiatrowa jest nieregularna i ma wpływ na lokalne środowisko, w tym poprzez wymóg umieszczenia turbin wiatrowych na rozległych obszarach lądowych i morskich. Energia słoneczna jest przewidywalna, jednak wymaga znacznych ilości terenów do umieszczenia farm paneli fotowoltaicznych, co czyni ją mniej odpowiednią dla obszarów o dużej gęstości zaludnienia. Energia wodna, jako najbardziej rozwinięte odnawialne źródło energii, może zapewnić stałą i kontrolowaną moc, ale lokalizacja takich elektrowni wodnych jest ograniczona obecnością rzek oraz odpowiednim ukształtowaniem terenu.

Oznacza to, że kraje powinny rozważyć włączenie energii jądrowej do swoich planów zastąpienia wytwarzania energii elektrycznej z paliw kopalnych. Energetyka jądrowa jest bezemisyjnym źródłem energii, co wynika z faktu, że nie emituje szkodliwych dla środowiska i zdrowia gazów, w szczególności dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ), związków azotu i siarki ( $\text{SOx}$  i  $\text{NOx}$ ) czy pyłów podczas procesu produkcji energii. Jedynie niewielka ilość emisji powstaje w skutek wydobycia i rafinacji uranu, transportu oraz składowania odpadów i stanowi niewielki ułamek emisji wytwarzanych przez węgiel i gaz ziemny.

Małe reaktory modułowe (ang. Small Modular Reactors, SMRs) mogą zastąpić istniejące elektrownie węglowe i gazowe. Te trzy źródła wytwarzają energię elektryczną w bardzo zbliżony sposób. Oznacza to, że niektóre elementy istniejących elektrowni mogą być ponownie wykorzystane, np. teren, przyłącza do sieci, wyprowadzanie mocy, infrastruktura i budynki. Przekształcenie istniejących zakładów w elektrownie jądrowe, zamiast ich zamknięcia, zmniejszy utratę miejsc pracy, spadek dochodów podatkowych i budżetów lokalnych samorządów.

Oprócz zastąpienia wysłużonych bloków energetycznych, SMR-y mogą dostarczać parę technologiczną lub energię elektryczną do energochłonnych procesów przemysłowych, takich jak przemysł chemiczny, produkcja stali, cementu, szkła czy paliwa wodorowego, w tym również na cele transportowe, przyczyniając się do osiągnięcia neutralności klimatycznej całej gospodarki.

Niezależnie od tego, czy reaktory SMR-y zastępują paliwa kopalne w elektrowniach, czy zasilają procesy przemysłowe, mogą być instalowane w sposób modułowy w oparciu o znormalizowane projekty i procesy. Oznacza to, że można je wdrożyć szybciej, taniej i znacznie szerzej niż ma to miejsce obecnie w tradycyjnych projektach jądrowych.



# Polski cel klimatyczny to stopniowe wycofywanie węgla do 2050 roku

## Polski sektor wytwarzania energii elektrycznej

opiera się na konwencjonalnych, centralnie rozmieszczonych jednostkach wytwarzających, które wytwarzają energię elektryczną z węgla kamiennego i brunatnego.

### Produkcja z jednostek zasilanych węglem w 2022:



1.  największy

producent i konsument węgla w UE

67%

Emisji CO<sub>2</sub> w ramach EU ETS pochodzi z elektrowni i elektrociepłowni w 2021 r. <sup>(1)</sup>

1. KOBIZE, „Raport z Rynku CO<sub>2</sub>”, 2022

## Polityka UE określa jasne etapy transformacji energetycznej:

zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o co najmniej

55%

do 2030 r. w porównaniu z 1990 r. (i pełna neutralność klimatyczna do 2050 r.)

co najmniej

42,5%

udział odnawialnych źródeł energii w końcowym zużyciu energii do 2030 r.

2. Wg. założeń do aktualizacji PEP2040, 2023

Polska jest objęta okołounijnymi celami, ale sama nie zobowiązała się do osiągnięcia indywidualnych celów neutralności klimatycznej. Przyjęta w lutym 2021 r. „Polityka Energetyczna Polski do 2040” (PEP2040) podlega trzeciej aktualizacji<sup>2</sup> i zakłada, że Polska do 2040 roku:



zmniejszy udział energii z węgla do:

8%



zwiększy udział energii z OZE do:

51%



osiągnie udział energii jądrowej:

23%

### Zgodnie z porozumieniem

zawartym przez rząd z górnikami, ostatnia kopalnia w Polsce ma zostać zamknięta w

2049



Szacowany koszt transformacji energetycznej do 2040 r. został oszacowany na

726 mld PLN <sup>(3)</sup>

3. Tylko źródła wytwórcze

# Oficjalne stanowisko UE i Polski w sprawie SMR



Komisja Europejska (KE) dostrzega zainteresowanie państw członkowskich wykorzystaniem SMR-ów do wytwarzania energii, produkcji w kogeneracji i zapewniania hybrydowej pracy systemów elektroenergetycznych, które integrują energię jądrową i odnawialną. KE przyznaje jednocześnie, że oprócz produkcji energii elektrycznej, SMR-y mogą odgrywać ważną rolę w sektorach szczególnie trudnych do dekarbonizacji, tj. przemyśle, ciepłownictwie czy transporcie. KE uznaje również, że wdrożenie SMR-ów w Europie może implikować pozytywne skutki społeczno-gospodarcze w postaci nowych miejsc pracy dla wysoko wykwalifikowanych pracowników w UE i tworzenia przedsiębiorstw o wysokiej wartości dodanej dla gospodarki.

## Deklaracja KE w sprawie SMR UE 2030

4 kwietnia 2023 r. KE opublikowała **Deklarację w sprawie SMR UE 2030 „Rola badań, innowacji, edukacji i szkoleń w zakresie bezpieczeństwa małych reaktorów modułowych (SMR) w Unii Europejskiej”**, w której podkreśla, że wdrożenie SMR-ów w Europie:

stanowi uzupełnienie istniejących aktywów	poprawia bezpieczeństwo jądrowe dzięki pasywnym systemom bezpieczeństwa
zwiększa stabilność sieci, przyczyniając się do wzrostu generacji OZE	poprawia konkretność w przemyśle jądrowym zwłaszcza w kontekście odejścia od technologii rosyjskich

Jednocześnie KE zachęca nowe podmioty, w tym MŚP i firmy typu spin-off, do wejścia do cywilnego sektora jądrowego, przyciągając dodatkowe inwestycje w demonstrację i wdrożenia. Podkreśla także potrzebę eksperymentowania, testowania i kwalifikowania nowych paliw, materiałów i technologii dla całego cyklu życia zaawansowanych SMR, rozpowszechniania wiedzy, szkolenia i budowania potencjału ludzkiego.

Źródło: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-04/ec\\_rtd\\_eu-smr-declaration-2030.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-04/ec_rtd_eu-smr-declaration-2030.pdf)

## Program Prac Euratom 2023-2025

17 marca 2023 r. KE przyjęła Program Prac **Euratom** na lata 2023-2025, przeznaczając pierwsze fundusze na badania naukowe w zakresie bezpieczeństwa europejskich technologii SMR, a konkretnie tych najbardziej dojrzałych tj. reaktorów lekkowodnych. KE spodziewa się komplementarnych kierunków wsparcia rozwoju technologii SMR w różnych sektorach (zdrowie, przemysł, kosmos) oraz działań edukacji i szkoleń w ramach innych programów UE: **Horizon Europe** oraz **Programu Cyfrowa Europa**.



Również Polska w obliczu sytuacji makroekonomicznej już w marcu 2022 r. zdecydowała o konieczności zmiany podejścia do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w kierunku większej dywersyfikacji i niezależności.

## Aktualizacja PEP2040

W założeniach do aktualizacji Polityki energetycznej Polski do 2040 r. (PEP2040) przewidziano działania mające na celu perspektywiczne wdrożenie technologii SMR w kierunku wytwarzania ciepła procesowego w przemyśle i ciepłownictwie jako alternatywy dla jednostek konwencjonalnych. Tego typu rozwiązania mogą stanowić dodatkowy element dywersyfikacji struktury wytwarzania energii elektrycznej, tworząc czynnik wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym. Projekt aktualizacji PEP2040 z czerwca 2023 roku, zakłada budowę pierwszego reaktora SMR do 2030 r.

03

# Koncepcja rozwoju reaktorów SMR w Polsce



# Technologia SMR to bardziej elastyczne podejście do energetyki jądrowej

Małe reaktory modułowe to zaawansowane reaktory jądrowe o mocy do 300 MWe na jednostkę, o niższych wymaganiach kapitałowych w porównaniu z tradycyjną elektrownią jądrową.

Modułowy charakter SMR oznacza, że konstrukcja reaktora jest optymalna i składa się z kompatybilnych komponentów, które mogą być produkowane w warunkach fabrycznych, transportowane i montowane na placu budowy, w przeciwieństwie do dużych elektrowni jądrowych.

SMR mają również mniejsze wymagania w zakresie dostępu do wody chłodzącej i mogą być budowane bliżej osiedli ludzkich niż reaktory wielkogabarytowe, co ułatwia ich rozmieszczenie.

Ze względu na modułowość SMR-ów i potencjał skalowania, inwestycje mogą być realizowane etapowo w czasie, zmniejszając tym samym koszty początkowe.

## Małe

z powierzchnią zabudowy umożliwiającą montaż do 4 modułów na tej samej powierzchni co pojedyncza elektrownia węglowa

## Modułowe

moduły (podzespoły) mogą być produkowane w fabryce i transportowane na miejsce, dodatkowe moduły (jednostki) mogą być dodawane wraz ze wzrostem zapotrzebowania na energię

## Reaktory

wykorzystują rozszczepienie jądrowe do wytwarzania ciepła i produkcji energii



### 15 – 300 MWe

moc na jednostkę, która stanowi około jednej trzeciej mocy wytwórczej tradycyjnych reaktorów jądrowych



### Skalowalność

moduły mogą być montowane obok innych i skalowane, aby zaspokoić lokalne zapotrzebowanie na energię elektryczną



### <1 km

strefa planowania awaryjnego umożliwiająca rozmieszczenie SMR-ów w miejscach niedostępnych dla większych elektrowni



### 2 – 5 lata

przewidywany czas budowy, podczas gdy duży reaktor buduje się od 6 do 12 lat



### Niższy próg finansowy

w porównaniu z dużym reaktorem jądrowym (5,3 mld USD za reaktor 1 GWe, przy 1,3 mld USD za BWRX-300 MWe)



### ~ 0

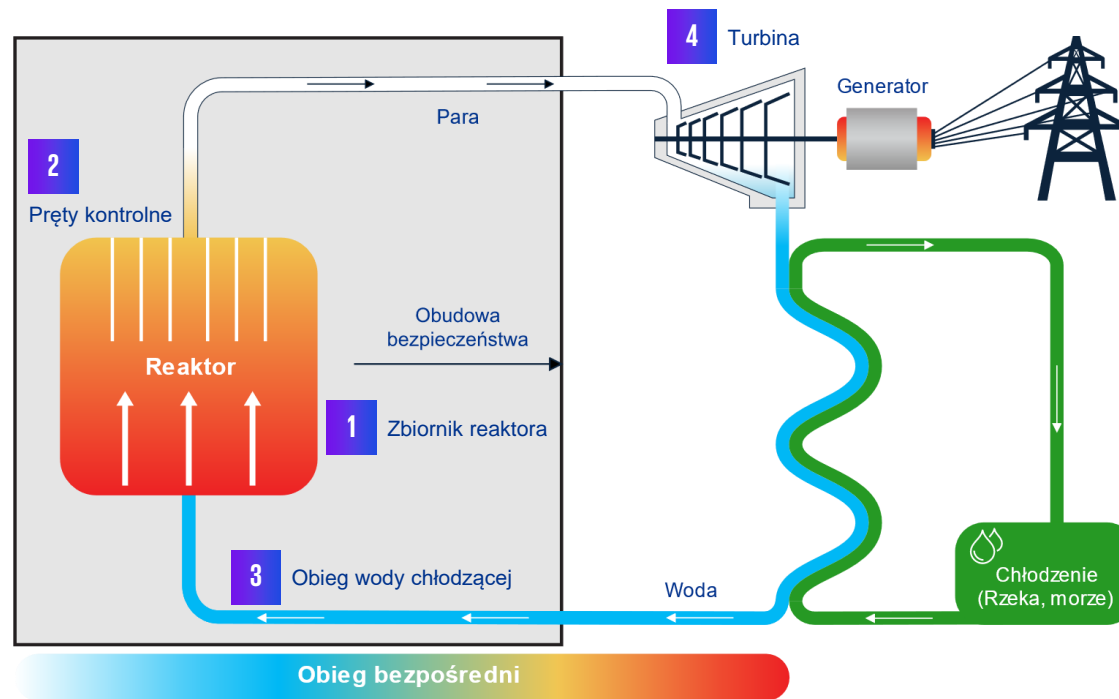
emisja CO<sub>2</sub> z produkcji energii elektrycznej

# SMR-y wykorzystują tę samą zasadę, co duże reaktory jądrowe

Reaktory jądrowe niezależnie od wielkości wykorzystują reakcję łańcuchowej rozszczepienia jąder atomowych, której towarzyszy wydzielenie dużej ilości energii. Dla energetyki światowej najważniejsze są reaktory lekkowodne (LWRs - Light Water Reactors), chłodzone i moderowane zwykłą wodą, które stanowią razem ponad 82% wszystkich działających reaktorów i produkują 90% energii elektrycznej wytwarzanej przez energetykę jądrową. Schemat działania reaktora wodnego wrzącego (BWR - Boiling Water Reactor) zaprezentowano poniżej:

- 1** Elektrownie jądrowe **wytwarzają ciepło poprzez rozszczepienie jądrowe**. Proces rozpoczyna się w rdzeniu reaktora, gdzie atomy są rozszczepiane – uwalniając energię i wytwarzając ciepło. Proces zachodzi w sposób ciągły poprzez w pełni kontrolowaną reakcję łańcuchową
- 2** **Pręty kontrolne** wykonane z materiału pochłaniającego neutrony są wsuwane lub wysuwane do rdzenia reaktora, aby bezpiecznie regulować ilość ciepła wytwarzanego przez reakcję łańcuchową
- 3** **Woda chłodząca** przepływając przez rdzeń reaktora odbiera ciepło powstałe w wyniku procesu rozszczepienia zmieniając stan skupienia na parę wodną
- 4** Para wodna pod ciśnieniem napędza **turbinę**, która wytwarza energię elektryczną
- 5** Elektrownie jądrowe generacji III+ wykorzystują **systemy bezpieczeństwa pasywnego**, które zmniejszają ryzyko wypadków spowodowanych utratą wody chłodzącej i zapewniają bezpieczeństwo reaktora bez ingerencji człowieka

Rys: Schemat działania reaktora typu BWR



Źródło: Opracowanie KPMG na podstawie strony edukacyjnej Narodowego Centrum Badań Jądrowych, LWR - reaktory lekkowodne (PWR, BWR)

# Paliwo jądrowe może zastąpić paliwa kopalne od 2029 roku

## Kryzys energetyczny i wzrost tempa realizacji unijnych celów klimatycznych przyspieszają rozwój energetyki odnawialnej i jądrowej.

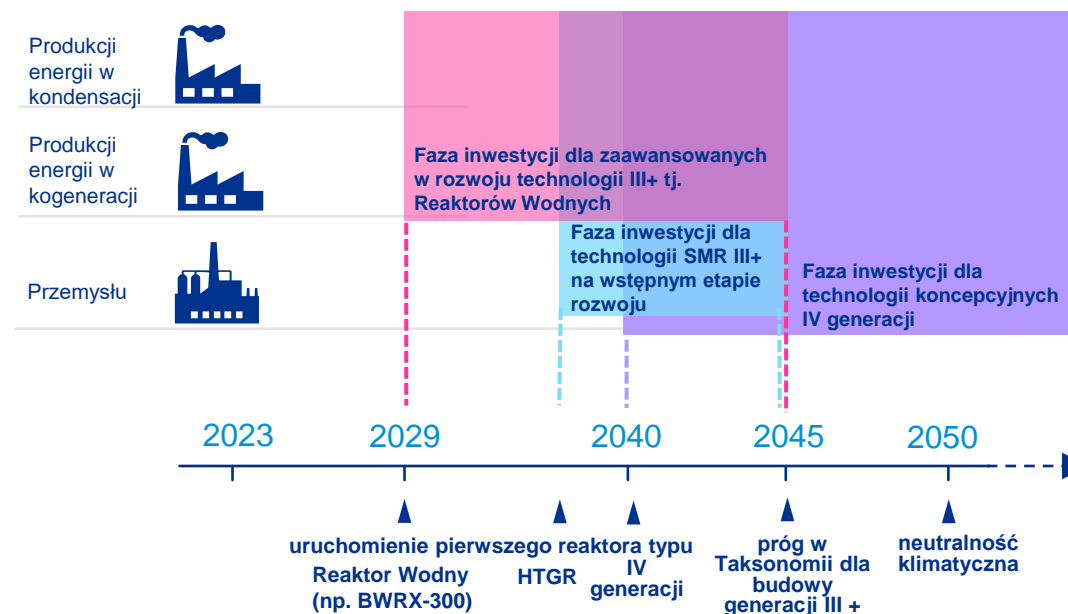
Niepewność dotycząca dostępności i cen surowców importowanych, wysokie ceny uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, a także wymogi regulacyjne związane z realizacją polityki klimatycznej UE, jak limity emisji, konieczność zastosowania komponentów dekarbonizacyjnych np.: paliwa niskoemisyjne, odnawialne, CCS, stanowią wyzwanie dla jednostek konwencjonalnych, to jest dla węgla i gazu. Dlatego dalsza rola gazu ziemnego w transformacji energetycznej pozostaje pod pewnym znakiem zapytania.

Mimo dynamicznego rozwoju źródeł odnawialnych, niesterowalnych o niskim współczynniku dyspozycyjności mocy, system elektroenergetyczny potrzebuje technologii pracujących w podstawie, a także stosunkowo szybko reagujących dla zapewnienia bilansowania systemu.

Energetyka jądrowa, podobnie jak gazowa, jest źródłem dyspozycyjnym i sterowalnym z dodatkową przewagą w postaci braku emisyjności. Doskonale więc nadaje się do stabilizacji pracy systemu elektroenergetycznego.

Bazując na wynikach prac badawczo-rozwojowych oraz zapewnieniach dostawców technologii, możliwe jest pozyskanie pierwszych doświadczeń eksploatacyjnych w Polsce jeszcze w 2029 roku. Dlatego warto rozważyć możliwość wyeliminowania konieczności używania paliwa przejściowego w postaci gazu i zastąpienia go paliwem docelowym w postaci paliwa jądrowego. W efekcie energetyka jądrowa może stać się komplementarnym, stabilizującym i integrującym źródłem energii w obliczu wyłączanych jednostek konwencjonalnych i dynamicznie rozwijanych jednostek OZE, zastępując w tym zakresie niestabilny wolumenowo i cenowo gaz.

Podobnie jak elektrownie konwencjonalne, SMR wytwarzają parę, która może zostać wykorzystana na potrzeby:



Gotowość technologiczna nisko-temperaturowej technologii SMR, czyli Reaktorów Wodnych, umożliwia jej energetycznie zastosowania jeszcze w 2029 r. w związku z:

- planowanymi wyłączeniami mocy węglowych,
  - koniecznością modernizacji sektora ciepłowniczego zgodnie z dyrektywą IED,
- a w miarę rozwoju technologii wysokotemperaturowych i reaktorów IV generacji, możliwa stanie się transformacja przemysłu na niskoemisyjny dążąc do neutralności klimatycznej w 2050 r.

Źródło: Opracowanie własne

# Ciepłownictwo potrzebuje pilnych rozwiązań systemowych

## Efektywne systemy ciepłownicze i ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza są możliwe od 2029 r. z udziałem SMR jako źródła kogeneracyjnego.

Wsparcie kogeneracji stanowi ważny element transformacji energetyki. Podobnie jak w energetyce zawodowej, w ciepłownictwie dominującym paliwem jest węgiel kamienny (70%), w dalszej kolejności gaz (10%).<sup>(1)</sup> Ciepło systemowe wytwarzane i dostarczane jest przez koncesjonowane przedsiębiorstwa energetyczne działające w systemach ciepłowniczych o mocy zamówionej powyżej 5 MW. Ciepło systemowe wytwarzane jest

- głównie w kotłach wodnych opalanych paliwem węglowym dlatego aż 83% systemów ciepłowniczych (czerwone punkty na mapie) objętych koncesjonowaniem nie spełnia kryteriów efektywnego systemu ciepłowniczego zgodnie z definicją zawartą w art. 7b ust 4 ustawy Prawo energetyczne. Kryterium to po zakończeniu inwestycji jest jednym z czynników warunkujących możliwość uzyskania wsparcia finansowego ze środków publicznych na modernizację systemów ciepłowniczych,<sup>(2)</sup>
- w kogeneracji i stanowi podstawę uznania 17% systemów ciepłowniczych za efektywne energetycznie (zielone punkty na mapie). Zlokalizowane są one w największych miastach i zasilane głównie paliwem węglowym.

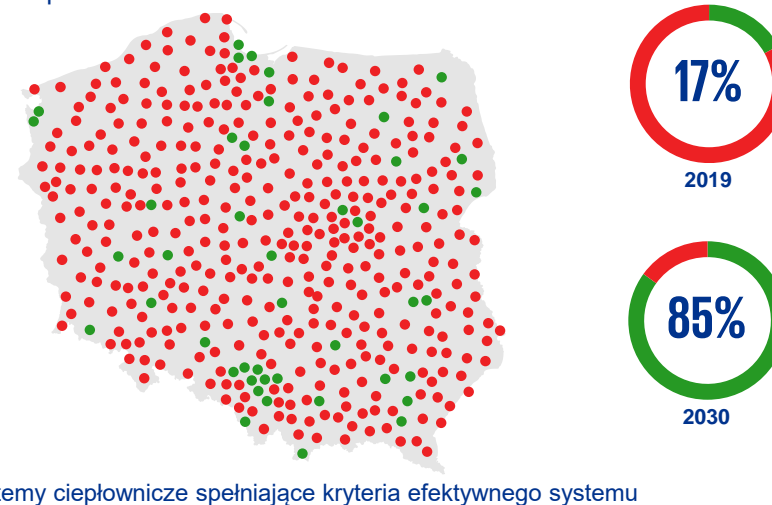
Problem z nieefektywnymi systemami ciepłowniczym powinien zostać rozwiązany do 2030 r. Zgodnie z projektami dokumentów strategicznych dla Polski<sup>(3)</sup> celem jest osiągnięcie statusu efektywnych sieci ciepłowniczych na poziomie 85% poprzez:

- zastąpienie ciepłowni źródłami kogeneracyjnymi ok. 5,1 GWe;
- modernizację istniejących źródeł kogeneracyjnych ok. 5 GWe.

Efektywny system ciepłowniczego, to system, który wykorzystuje

- co najmniej 50 % energię ze źródeł odnawialnych, lub
- co najmniej 50 % ciepło odpadowe, lub
- co najmniej 75 % ciepło pochodzące z kogeneracji, lub
- co najmniej 50 % połączenie takiej energii i ciepła.

Rys. Systemy ciepłownicze w Polsce



Osiągnięcie znaczącej poprawy efektywności sytemu ciepłowniczego w Polsce z ograniczonym udziałem paliw węglowych i gazowych będzie możliwe, pod warunkiem wykorzystania dojrzałych technologii SMR począwszy od 2029 roku współpracujących z OZE

1. Energetyka ciepła w liczbach, 2022, URE
2. Raport o ciepłownictwie, 2020, IGCP
3. Projekt strategii dla ciepłownictwa do 2030 r. z perspektywą do 2040 r., 2022, MKiS

# 158 źródeł ciepła wymaga pilnej modernizacji lub zastąpienia

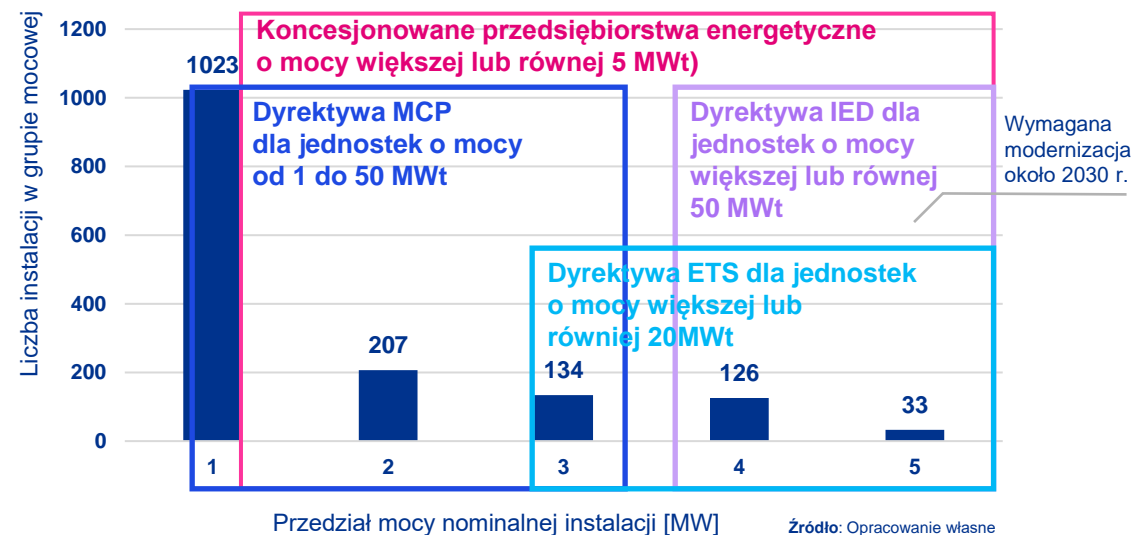
## SMR mogą zastąpić ciepłownie i elektrociepłownie pow. 50 MWt wymagające dostosowania do Dyrektywy IED.

Istniejące elektrociepłownie czeka modernizacja w związku z wymaganiami emisyjnymi unijnych dyrektyw: Dyrektywy MCP i Dyrektywy IED. W długiej perspektywie czasowej planowane jest wycofywanie paliw węglowych w ciepłownictwie oraz wytwarzanie ciepła systemowego głównie w kogeneracji w oparciu o mniej emisyjne paliwa gazowe. Docelowo dla osiągnięcia neutralności klimatycznej w 2050 roku niezbędne będzie całkowite przejście na paliwa zeroemisyjne.

W polskim systemie ciepłowniczym:

- liczebnie dominują źródła małe poniżej 1 MWt i średnie moce od 1 do 50 MWt zlokalizowane głównie w mniejszych miastach do 100 tys. mieszkańców. Nie stanowią one podstawy dalszych analiz dla rozwoju SMR w perspektywie do 2040 r. z uwagi na mały wolumen odbioru ciepła i konieczność dostosowania tych jednostek do 2025 r. w zakresie standardów emisyjnych określonych Dyrektywą MCP (Medium Combustion Plants), tj. dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>), tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) i cząstek stałych (pyłów),
- istnieje 158 dużych źródeł zawodowych o mocy cieplnej większej lub równej 50 MWt. Źródła te będą wymagały modernizacji od około 2030 r., kiedy to zaczną obowiązywać nowe standardy emisyjne określone Dyrektywą IED (Industrial Emissions Directive). Dyrektywa może być dodatkowym utrudnieniem dla przedłużenia eksploatacji istniejących źródeł węglowych – poza już istniejącymi obostrzeniami wynikającymi m.in. z ograniczeń wsparcia z Rynku Mocy od 2025 r., czy bardzo wysokimi prognozami cen CO<sub>2</sub> w EU ETS. Źródła te stanowią potencjał rozwoju SMR, jako kogeneracji jądrowej w Polsce.

Rys. Liczba „ciepłowni zawodowych” i „elektrociepłowni zawodowych” w podziale na moc cieplną<sup>(1)</sup>



Według szacunków nakłady niezbędne na dostosowanie istniejących źródeł do nowych standardów wynoszą:

- ok. 100 – 150 mln zł (dla źródła o mocy ok. 500 MWt)
- ok. 300 – 600 mln zł (dla źródła o mocy ok. 1000 MWt)<sup>(2)</sup>

Dodatkowo brak przychodów z Rynku Mocy, wysokie koszty emisji dwutlenku węgla i wahania ceny paliw kopalnych będą czynnikiem determinującym decyzje inwestycyjne w kierunku bezemisyjnych rozwiązań docelowych dla ciepłownictwa.

1. Projekt strategii dla ciepłownictwa do 2030 r. z perspektywą do 2040 r., 2022, MKiS  
2. Nowy program pilotażowy „Ciepłownictwo powiatowe”, 2019, Nowoczesne ciepłownictwo,

# W ciepłownictwie SMR mogą zastąpić duże źródła ciepła

## Duże miasta stanowią najlepszą lokalizację dla kogeneracji jądrowej.

Wymagania dotyczące efektywnej pracy sieci ciepłowniczej są następujące:

- zapotrzebowanie sieci na moc cieplną powyżej 500 MWt gwarantuje stały odbiór ciepła wytwarzanego w procesie kogeneracji
- bliskość punktu odbioru ciepła nie przekraczająca 50 kilometrów, choć w niektórych przypadkach opłacalne może być zasilenie sieci ciepłowniczej powyżej tego progu.

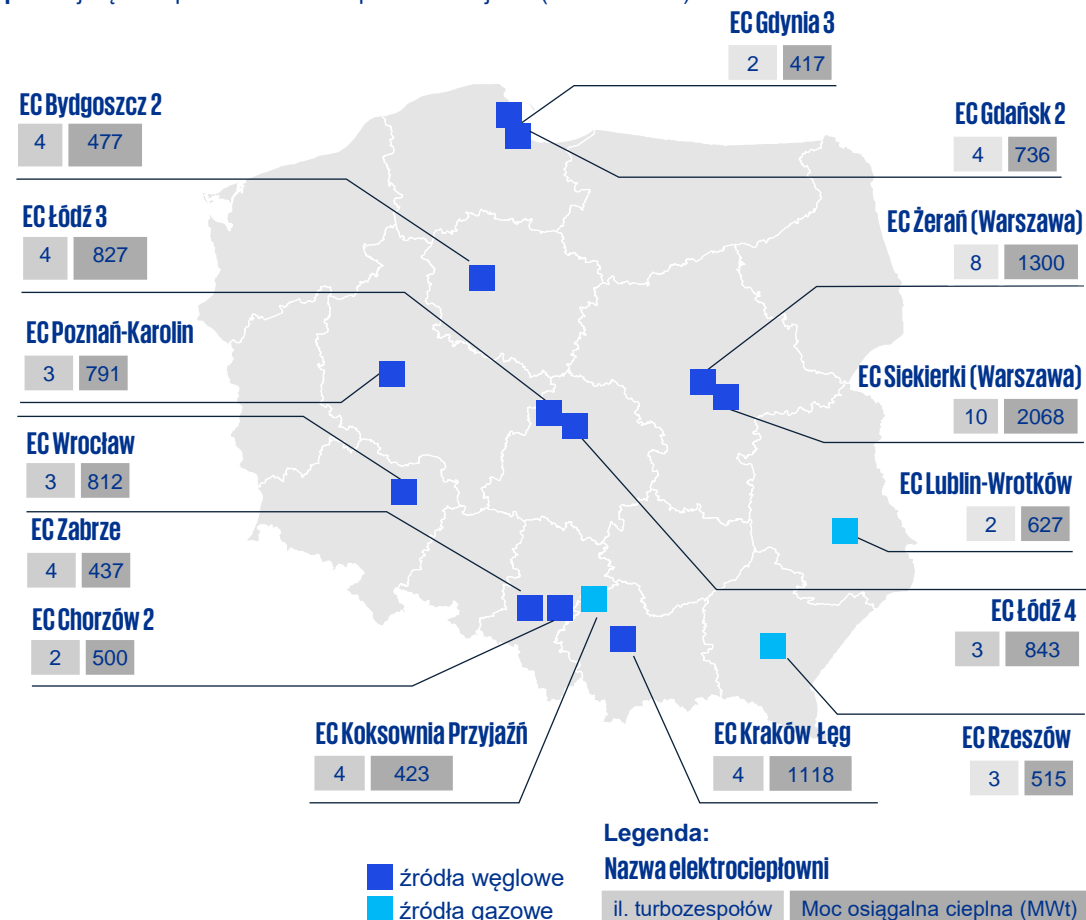
Z tego względu najlepszymi lokalizacjami dla elektrociepłowni jądrowych są duże miasta lub ich okolice pozwalające na przyłączenie ciepła z jednostki SMR do sieci ciepłowniczej i wyprowadzenie mocy elektrycznej do sieci przesyłowej o napięciu 220/400 kV. Docelowo wraz z optymalizacją kosztu budowy SMR i produkcją seryjną reaktorów, kogeneracja jądrowa może być równie efektywna dla mniejszych miast.

Wykorzystanie reaktora jądrowego w elektrociepłowni współpracującego z odpowiednio dużym systemem ciepłowniczym pozwoli poprawić ogólną sprawność termodynamiczną wytwarzania energii z 33% nawet do 70% w zależności od udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu. **Praca w wysokosprawnej kogeneracji uznawana jest za priorytetową.** Wytwórcy zwolnieni są z szeregu obowiązków (np. w zakresie zapewniania rezerw regulacyjnych) lub mają szczególne przywileje (np. gwarancja/priorytet odbioru energii niezależnie od kosztu) w przeciwieństwie do pozostałych uczestników rynku. Prowadzi to do obniżenia poziomów ryzyka inwestycyjnego (np. związanych z brakiem możliwości zbycia energii), a zatem redukcji kosztu kapitału, zwiększenia dostępności kredytów i finalnie do poprawy ich konkurencyjności. <sup>(1)</sup>

Przy stabilnej strukturze kosztów, niezależnej od wahań cen na rynkach węgla, gazu i uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, ciepło wytwarzane w skojarzeniu przez SMR mogłoby zapewnić długoterminową stabilność cen na taryfowym rynku ciepła. Stabilna cena ciepła systemowego zwiększa pewność planowania, w tym wyników w długim terminie.

1. Program polskiej energetyki jądrowej

Mapa: Największe polskie elektrociepłownie miejskie (ok. 500 MWt)



# W przemyśle SMR mogą zapewnić 1,5 GW pary technologicznej

## Wraz z rozwojem technologii, SMR będą miały zastosowanie dla coraz większej gałęzi przemysłu.

Para generowana w Reaktorach Wodnych (temp. ok 300°C na wlocie do turbiny) ma ograniczone zastosowanie w przemyśle. Może zostać wykorzystana:

- do odsalania wody morskiej lub
- we współpracy z innymi źródłami ciepła wysokotemperaturowego
  - w przemyśle papierniczym,
  - do produkcji metanolu, a nawet
  - w przemyśle chemicznym.

Mając na uwadze wysoki poziom gotowości technologicznej Reaktory Wodne (typu BWRX-300) mogą znaleźć zastosowanie od 2029 roku w:

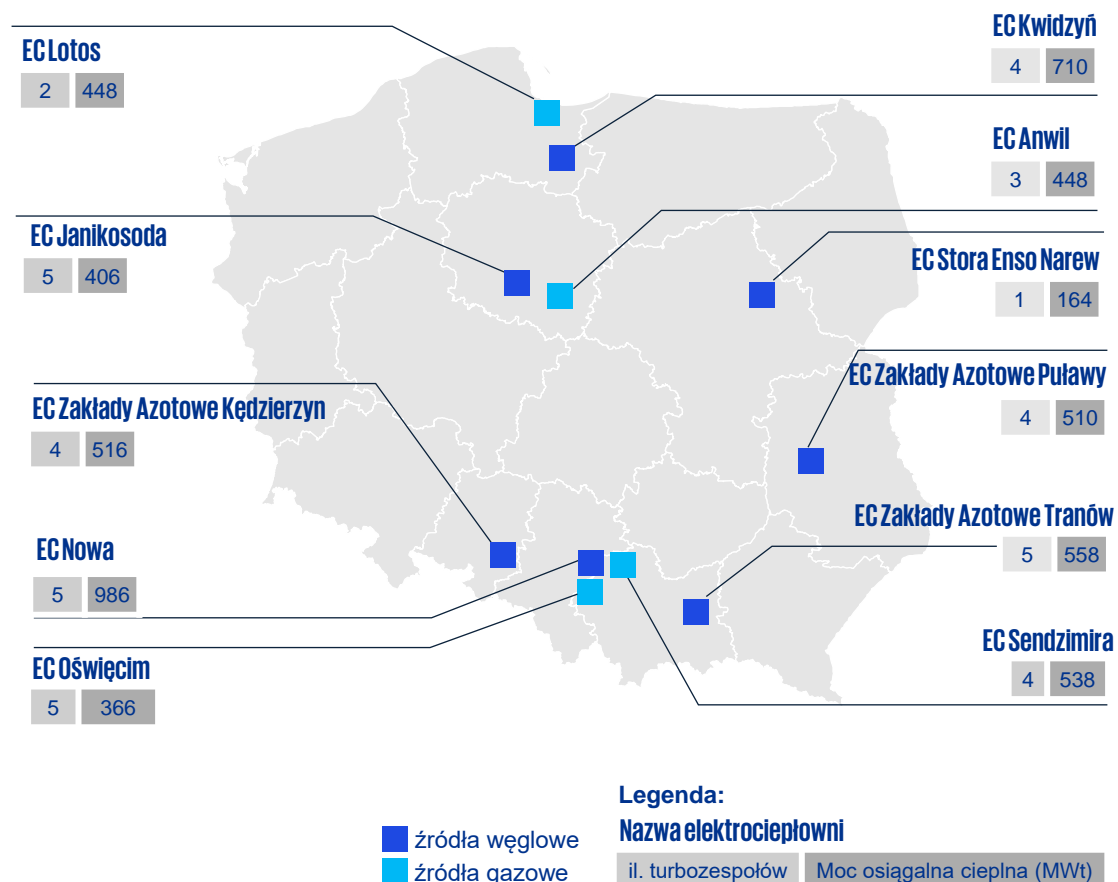
- zakładach papierniczych tj: EC Kwidziń, EC Stora Enso Narew (774 MWt)
- źródłach ciepła współpracujących z jednostkami gazowych, a w przyszłości jądrowymi reaktorami wysokotemperaturowymi, tj: EC Oświęcim, EC Sendzimira, EC Anwil, EC Lotos (na poziomie ok 50% potrzeb tj. ok. 700 MWt)

zastępując moce cieplne na poziomie 1,5 GWt.

Para o temperaturze ~ 500°C jest standardowym nośnikiem ciepła w wielu dużych zakładach przemysłowych, głównie chemicznych. Zapotrzebowanie polskiego przemysłu na parę o takich parametrach wynosi ok. 6,5 GWt w kilkunastu lokalizacjach. Optymalną technologią dla takich parametrów pary będą reaktory typu HTGR. Ich zastosowanie byłoby o tyle ułatwione, że zastąpiłyby one wyeksploatowane kotły gazowe czy węglowe z zachowaniem istniejących instalacji, łącznie z turbinami produkującymi energię elektryczną na potrzeby zakładu. Uzyskanie gotowości technicznej dla tych technologii spodziewane jest po roku 2040. <sup>(1)</sup>

Para o temperaturze powyżej 1000°C ma kluczowy potencjał aplikacyjny ze względu na produkcję wodoru i paliw wodoropochodnych. Prace badawcze nad odpowiednimi reaktorami VHTR nadal trwają.

Mapa: Największe polskie elektrociepłownie przemysłowe



1. Raport Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych, Departament Energii Jądrowej ME, 2017

# Przykłady zastosowania BWRX-300 w przemyśle

## Elektrociepłownia w przemyśle papierniczym

- Podobnie jak cementownie czy huty szkła, przemysł celulozowo-papierniczy jest branżą energochłonną o szacowanym zużyciu 2,7 MWh energii na każdą wyprodukowaną tonę papieru.
- W zakładach papierniczych wykorzystywana jest para produkowana z kotłów węglowych, kotłów fluidalnych spalających np.: biomasę leśną lub agro, osady ściekowe i osady z makulaturowni, kotłów sodowych spalających ług powarzelny oraz kotłów ciepłowniczych zasilanych gazem.
- Łącznie moce przykładowych zakładów papierniczych to ok. 600 MWt i 100 MWe mogą być wykorzystywane także do zasilania lokalnych mieszkańców w ciepło.
- Wymagana temperatura ciepła procesowego to 120°C co mieści się w zakresie parametrów pary produkowanej przez BWRX-300.



## Elektrociepłownia w przemyśle chemicznym

- Przemysł chemiczny w Polsce jest gałęzią o dużym znaczeniu gospodarczym, lecz działa w warunkach dużej konkurencji na rynkach międzynarodowych. Zwiększenie konkurencyjności poprzez obniżenie energochłonności jest więc szczególnie istotne.
- W zakładach chemicznych wykorzystywana jest para produkowaną głównie z kotłów węglowych lub bloków gazowo-parowych.
- Łączne moce przykładowych zakładów chemicznych to ok. 400 MWt i 100 MWe mogą być wykorzystywane także do zasilania lokalnych mieszkańców w ciepło.
- Współpraca wysokotemperaturowych bloków gazowo-parowych z BWRX-300 pozwoli na osiągnięcie parametrów pary wymaganych dla przemysłu chemicznego.



## Huta w przemyśle metalurgicznym

- Przemysł metalurgiczny jest branżą energochłonną. Wysokie ceny węgla, gazu i uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, sprawiły, że produkowana w UE stal osiągnęła rekordowe ceny, przyczyniając się do wysokiej inflacji przemysłowej.
- Zakłady metalurgiczne wyposażone są m.in. w wielkie piece opalane węglem koksującym, którego cena po wybuchu wojny w Ukrainie uległa bardzo gwałtownym wahaniom.
- Rozważana elektryfikacja hutnictwa, mająca na celu dostosowanie sektora do wymogów ekologicznych i utrzymania produkcji stali w Europie, zwiększy zapotrzebowanie na energię elektryczną pięciokrotnie.
- Reaktory BWRX-300 mogą zostać zlokalizowane tuż przy hutach, zapewniając stabilne dostawy energii i ograniczając straty na przesyśle.





04

# Analiza wpływu SMR na polską gospodarkę

Na przykładzie reaktora referencyjnego



# Wpływ BWRX-300 na polską gospodarkę na przykładzie reaktora referencyjnego

**Wpływ ekonomiczny BWRX-300 na polską gospodarkę\*** oszacowano na podstawie modelu Input-Output (Leontiefa) oraz danych dostarczonych przez OSGE w ujęciu przykładowego reaktora referencyjnego.

Estymacje objęły zarówno **fazę inwestycyjną**, jak również **fazę operacyjną**.

Wpływ na gospodarkę został skalkulowany dla następujących kategorii:

- **Wartość dodana brutto**
- **Wynagrodzenia**
- **Zatrudnienie**

Ponadto oszacowano potencjalne wpływy podatkowe do jednostek samorządów terytorialnych.



## 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 2 700 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

\*ZASTRZEŻENIE: Ocena wpływu na gospodarkę oparta na danych i założeniach OSGE, KPMG nie weryfikowało ich poprawności. Wpływ oszacowany na podstawie wydatków zakładanych do poniesienia w Polsce.

# Metodyka kalkulacji wpływu ekonomicznego

Wpływ ekonomiczny referencyjnego reaktora BWRX-300 na polską gospodarkę oszacowano za pomocą **modelu Input-Output**, zwanego również modelem Wassily'ego Leontiefa, oraz na podstawie danych i założeń dostarczonych przez OSGE.

Model umożliwia **analizę zależności między gałęziami gospodarki**. Analiza zależności i przepływów pozwala oszacować wpływ działalności firmy na całą polską gospodarkę.

Kalkulacja wpływu ekonomicznego na polską gospodarkę na poszczególnych poziomach objęła trzy główne wymiary: **wartość dodaną brutto, zatrudnienie i wynagrodzenia**.

**Analiza pozwoliła określić:**

- wkład w proces produkcji dóbr i usług w polskiej gospodarce,
- **liczbę miejsc pracy** utrzymywanych w gospodarce,
- **poziom płac** generowanych w gospodarce.

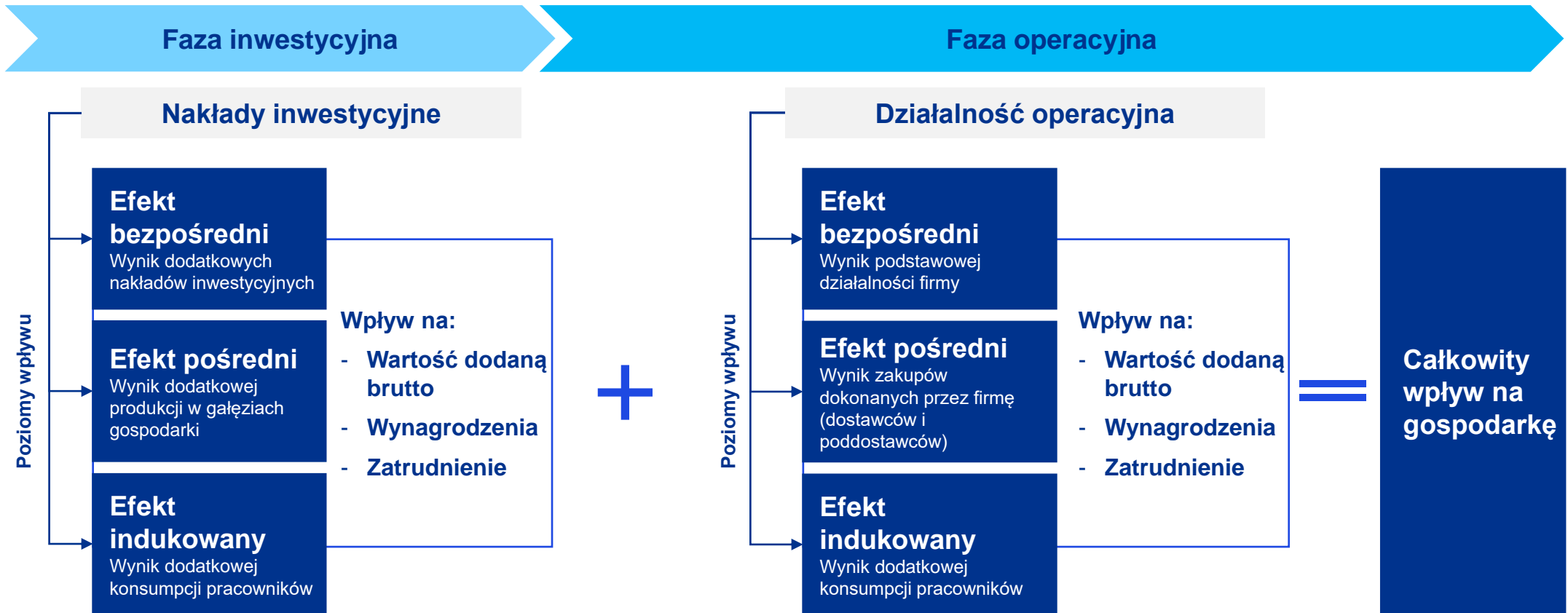
**Model posłużył** zarówno do **oszacowania efektów inwestycji**, jak i **efektów prowadzonej działalności**.

W przypadku **szacowania efektów inwestycji** głównym czynnikiem determinującym osiągnięte wyniki są **nakłady inwestycyjne**.

W przypadku **działalności operacyjnej** efekt tworzą zarówno **nadwyżki generowane przez spółkę**, jak i **generowane wydatki**.

**Schemat wpływu ekonomicznego** przedstawiono na następnej stronie.

# Wprowadzenie do kalkulacji wpływu ekonomicznego



W oparciu o model Input-Output (Leontiefa) **nakłady ponoszone w fazie inwestycyjnej**, jak również **wydatki ponoszone w fazie operacyjnej** powodują **wzrost produkcji** u dostawców, a w konsekwencji wzrost produkcji u poddostawców. Wzrost produkcji generuje również efekty w ramach **zatrudnienia i płac**, co z kolei przekłada się na **wzrost wydatków konsumpcyjnych**.

Ocena wpływu na gospodarkę oparta na danych i założeniach OSGE, KPMG nie weryfikowało ich poprawności. Wpływ oszacowany na podstawie wydatków zakładanych do poniesienia w Polsce.

# Ogólne założenia analizy wpływu SMR na polską gospodarkę

- I. Analiza wpływu ekonomicznego generowanego przez **jeden referencyjny reaktor BWRX-300**
- II. Wpływ ekonomiczny podzielony na dwie fazy:
  - Faza inwestycyjna trwająca 7 lat, w ramach której prace budowlane trwają około 3 lata,
  - Faza operacyjna trwająca ok. 60 lat.



Faza inwestycyjna  
7 lat

Faza operacyjna  
60 lat

- III. Wartości oszacowane dla fazy operacyjnej zostały **zdyskontowane** na przestrzeni 60 lat przy zastosowaniu **stopy dyskontowej w wysokości 3%**.

## Źródła danych do analizy efektu ekonomicznego:



- **Dane dostarczone przez OSGE**, w tym oszacowanie nakładów inwestycyjnych, oszacowanie przychodów i kosztów, zakładanej struktury zatrudnienia, a także specjalistyczne dane źródłowe opracowane przez GE Hitachi
- **Publicznie dostępne dane**, takie jak:
  - **dane Głównego Urzędu Statystycznego**, w tym ostatni dostępny bilans przepływów międzygałęziowych,
  - **raporty płacowe i branżowe**
- Obowiązujące **stawki podatkowe** wynikające z przepisów prawa

\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

# Przebieg przeprowadzonej analizy

Proces przeprowadzonej analizy podzielono na trzy etapy:



**1. Gromadzenie danych**

- Dane i założenia dostarczone przez OSGE.
- Dane zebrane z dostępnych źródeł publicznych: GUS, raporty wynagrodzeń, stawki podatkowe.



**2. Kalkulacja**

- Zbiór danych dla modelu Input-Output.
- Obliczenie referencyjnego oddziaływania jednego reaktora BWRX-300.



**3. Wyniki**

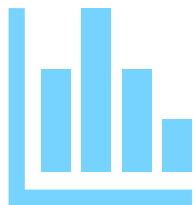
- Wyniki kalkulacji wpływu generowanego przez jeden reaktor BWRX-300. W przypadku budowy kolejnych jednostek szacunkowe wartości oddziaływania mogą zostać zmnożone.

\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

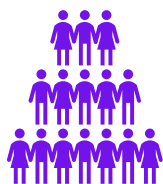
# Łączny szacowany wpływ reaktora BWRX-300 na polską gospodarkę

Faza inwestycyjna

Faza operacyjna



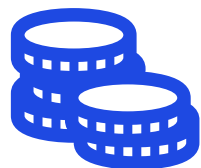
**Ponad 24 miliardy PLN wygenerowanej wartości dodanej brutto**



**Ponad 3,4 tysiąca miejsc pracy**

Faza budowy: ok. 2 700 stanowisk utrzymywanych rocznie

Faza operacyjna: ok. 730 stanowisk utrzymywanych rocznie



**Okolo 3,2 miliarda PLN wypłaconych wynagrodzeń**

\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

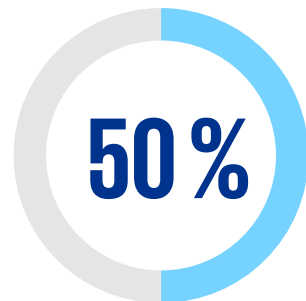
# Całkowity szacowany wpływ ekonomiczny reaktora BWRX-300

## Faza inwestycyjna w Polsce

Okolo  
**7 mld PLN**  
nakładów inwestycyjnych  
podczas całej fazy



około 50% wszystkich wydatków  
może zostać poniesionych w Polsce



\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

### Wpływ na wartość dodaną brutto

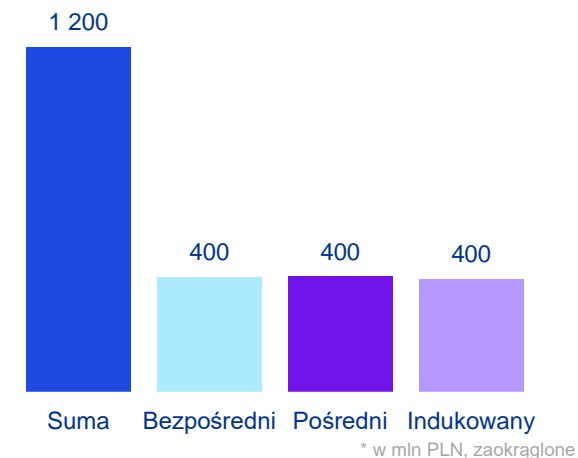
Bezpośrednie oddziaływanie generowane przez projekt może mieć największe znaczenie dla wzrostu wartości dodanej w gospodarce.



Ok. 3,2  
mld PLN  
wzrostu wartości dodanej  
brutto

ok. **2 700**   
stanowisk pracy  
utrzymywanych rocznie

Całkowite  
wynagrodzenia  
ok. 1,2 mld PLN



# Faza inwestycyjna

Wartości wpływu ekonomicznego dla całej fazy inwestycyjnej

Wpływ	Wartość dodana brutto [mln PLN]	Wynagrodzenia [mln PLN]	Zatrudnienie [stanowiska utrzymywane rocznie]
Bezpośredni	1 178	405	893
Pośredni	1 117	406	955
Indukowany	871	398	871
<b>SUMA cała faza</b>	<b>3 165</b>	<b>1 209</b>	<b>2 719</b>

\* Ze względu na zastosowanie zaokrągleń suma za 7 lat może nieznacznie różnić się od sumy w kolumnie

Faza inwestycyjna może wygenerować **3 165 mln PLN wartości dodanej brutto**, **1 209 mln PLN wynagrodzeń** i utrzymać **2 719 miejsc pracy** rocznie.

Jak przedstawia powyższa tabela, oczekuje się, że **w wyniku wpływu bezpośredniego** faza inwestycyjna pozwoli utrzymać **893 miejsc pracy** rocznie, co może przełożyć się na **405 mln PLN** w wynagrodzeniach dla całego okresu inwestycji.

Oczekuje się, że **wpływ pośredni i indukowany** podczas fazy inwestycyjnej pozwolą utrzymać odpowiednio **955 i 871 dodatkowych miejsc pracy każdego roku**. W ciągu 7 lat wpływy te mogą wygenerować dodatkowe **804 mln PLN wynagrodzeń**.

\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

Wartości wpływu ekonomicznego dla uśrednionego roku fazy inwestycyjnej

Wpływ	Wartość dodana brutto [mln PLN]	Wynagrodzenia [mln PLN]
Bezpośredni	168	58
Pośredni	160	58
Indukowany	124	57
<b>SUMA średniorocznie</b>	<b>452</b>	<b>173</b>

\* Ze względu na zastosowanie zaokrągleń łączna średnia roczna może nieznacznie różnić się od sumy w kolumnie

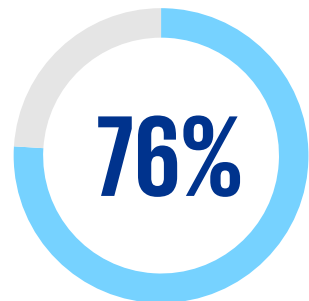
# Całkowity szacowany wpływ ekonomiczny reaktora BWRX-300

## Faza operacyjna w Polsce

Okolo  
**160 mln PLN**  
wydatków  
średniorocznie



około **76%** wszystkich wydatków  
może zostać poniesionych w Polsce



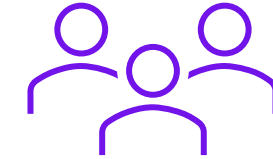
\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

### Wpływ na wartość dodaną brutto

Bezpośrednie oddziaływanie generowane przez projekt może mieć największe znaczenie dla wzrostu wartości dodanej w gospodarce

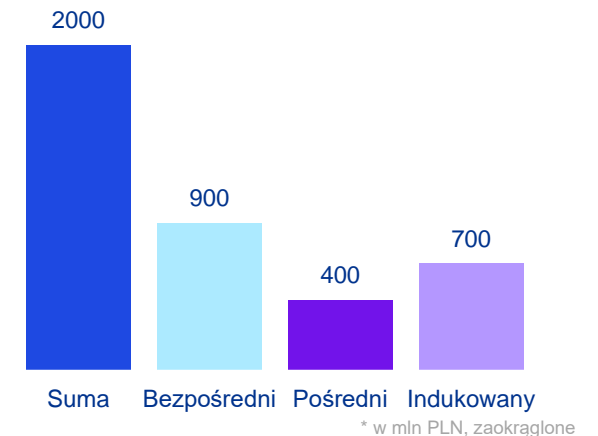


Okolo  
**21 mld PLN**  
wzrostu wartości dodanej  
brutto



Okolo  
**730** stanowisk pracy  
utrzymywanych rocznie

Całkowite  
wynagrodzenia  
ok. **2 mld PLN**



# Faza operacyjna

Wartości wpływu ekonomicznego dla jednego uśrednionego roku eksploatacji reaktora BWRX-300

Wpływ	Wartość dodana brutto [mln PLN]	Wynagrodzenia [mln PLN]	Zatrudnienie [stanowiska utrzymywane rocznie]
Bezpośredni	654	33	100
Pośredni	39	16	271
Indukowany	52	24	366
<b>SUMA średniorocznie</b>	<b>746</b>	<b>73</b>	<b>737</b>

\* Ze względu na zastosowanie zaokrągleń łączna średnia roczna może nieznacznie różnić się od sumy w kolumnie

Faza operacyjna może wygenerować rocznie **746 mln PLN wartości dodanej brutto**, **73 mln PLN wynagrodzeń** oraz utrzymać **737 stanowisk pracy**.

Według szacunków w standardowym roku w fazie operacyjnej elektrownia z jednym reaktorem BWRX-300 może utrzymać **100 miejsc pracy** (bezpośredni wpływ na zatrudnienie).

Jak przedstawia powyższa tabela, bezpośrednio zatrudnienie może generować **rocznie 33 mln PLN** wartości wynagrodzeń. Efekty pośrednie i indukowane mogą dodatkowo generować wynagrodzenia w wysokości odpowiednio **16 mln PLN** rocznie i **24 mln PLN rocznie**. Kwoty wynagrodzeń podane są w wartościach nominalnych. W związku ze wzrostem wynagrodzeń w gospodarce podane kwoty mogą ulec zwiększeniu.

Przez cały okres eksploatacji (60 lat) elektrownia z jednym reaktorem BWRX-300 może wygenerować **wartość dodaną brutto w wysokości 20 859 mln PLN** i przyczynić się do wzrostu wynagrodzeń szacowanych na **2 031 mln PLN**.

\*Ocena wpływu na gospodarkę na podstawie danych i założeń OSGE.

Wartości wpływu ekonomicznego dla 60 lat eksploatacji reaktora BWRX-300

Wpływ	Wartość dodana brutto [mln PLN]	Wynagrodzenia [mln PLN]
Bezpośredni	18 303	923
Pośredni	1 093	439
Indukowany	1 462	669
<b>SUMA cała faza</b>	<b>20 859</b>	<b>2 031</b>

\* Ze względu na zastosowanie zaokrągleń łączna średnia roczna może nieznacznie różnić się od sumy w kolumnie




\*Zdyskontowane przez 60 lat przy zastosowaniu stopy dyskontowej 3%

# Potencjalne korzyści skumulowane - faza inwestycyjna

Początkowo wpływ ekonomiczny BWRX-300 na polską gospodarkę oszacowano w ujęciu przykładowego reaktora referencyjnego.

W przypadku budowy floty jednostek oszacowane efekty mogą zostać zwielokrotnione. Wartości potencjalnego skumulowanego wpływu ekonomicznego dla fazy inwestycyjnej oszacowano dla budowy czterech, dziesięciu oraz trzydziestu reaktorów BWRX-300.



	1 reaktor	4 reaktory	10 reaktorów	30 reaktorów
 <b>Wartość dodana brutto</b> [mIn PLN]	3 165	11 100	25 500	73 400
 <b>Wynagrodzenia</b> [mIn PLN]	1 209	4 250	9 700	28 000
 <b>Zatrudnienie</b> [miejsca pracy utrzymywane rocznie]	2 719	9 550	21 900	63 050

multiplikacja







Zastosowano zaokrąglenia

## Komentarz:

- Do oszacowania potencjalnych korzyści skumulowanych wykorzystano wyniki wpływu ekonomicznego generowanego przez jeden referencyjny reaktor BWRX-300.
- W celu oszacowania wartości skumulowanego efektu ekonomicznego, wykorzystano krzywą uczenia. Jest to symulacja wystąpienia efektu uczenia się, czyli zwiększenia potencjalnej efektywności całego procesu produkcji, a więc również potencjalnego zmniejszenia poziomu nakładów. Efekt ten ma charakter malejący, jest największy dla kilku pierwszych inwestycji i maleje, z każdą kolejną inwestycją.
- Przyjęto efekt krzywej uczenia: **NOAK 1: -26%** (pierwszy reaktor, który zostanie zbudowany w Polsce szacuje się, że jego koszty będą niższe o około 26% niż reaktora FOAK, który powstanie w Kanadzie), **NOAK 2: -9,5%** (szacuje się, że koszt wybudowania drugiego reaktora w Polsce, będzie niższy o około 9,5% niż NOAK 1), **NOAK 3: -9%** (szacowany koszt niższy od NOAK 2 o około 9%), **NOAK 4: -5%** (szacowany koszt niższy od NOAK 3 o około 5%), **NOAK 5: -3%** (szacowany koszt niższy od NOAK 4 o około 3%). Szacuje się, że efekt uczenia się i płynące z tego zjawiska oszczędności ustabilizują się po wybudowaniu 5 reaktora – koszt każdego kolejnego reaktora wybudowanego w Polsce szacuje się na koszt NOAK 5.

# Potencjalne korzyści skumulowane - faza operacyjna

Wartości potencjalnego skumulowanego wpływu ekonomicznego oszacowano również w przypadku fazy operacyjnej, przy założeniu budowy czterech, dziesięciu oraz trzydziestu reaktorów BWRX-300 (dla jednego uśrednionego roku eksploatacji oraz pełnego horyzontu czasu trwania fazy).

	1 reaktor		4 reaktory	10 reaktorów	30 reaktorów
<b>Wartości wpływu ekonomicznego dla jednego uśrednionego roku eksploatacji reaktora BWRX-300</b>					
 <b>Wartość dodana brutto</b> [mIn PLN]	746		3 000	7 000	22 000
 <b>Wynagrodzenia</b> [mIn PLN]	73	→ <i>multiplikacja</i>	300	700	2 000
 <b>Zatrudnienie</b> [miejsca pracy utrzymywane rocznie]	737		3 000	7 000	22 000
 <b>Podatki</b> [mIn PLN]	91		400	900	3 000
<b>Wartości wpływu ekonomicznego dla 60 lat eksploatacji reaktora BWRX-300*</b>					
 <b>Wartość dodana brutto</b> [mIn PLN]	20 859		83 000	209 000	626 000
 <b>Wynagrodzenia</b> [mIn PLN]	2 031	→ <i>multiplikacja</i>	8 000	20 000	61 000
 <b>Podatki</b> [mIn PLN]	2 550		10 000	26 000	77 000

\*Zdyskontowane przez 60 lat przy zastosowaniu stopy dyskontowej 3%

Zastosowano zaokrąglenia

# SMR to szansa na zwiększanie konkurencyjności polskiej gospodarki

**Elektryfikacja gospodarstw domowych, przemysłu i transportu, a także postępująca realizacja celów klimatycznych powodują, że koszty energii elektrycznej będą odgrywały kluczowe znaczenie dla pozycji konkurencyjnej krajów na globalnych rynkach.**

Pomimo wzrostu efektywności energetycznej polskiej gospodarki, tempo wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną do 2040 roku szacowane jest na 1,7% w skali roku <sup>(1)</sup>. Wzrost wykorzystania samochodów elektrycznych, pomp ciepła, klimatyzatorów czy sama elektryfikacja przemysłu przy jednoczesnym wzroście udziału OZE spowodują, że bilansowanie sieci elektroenergetycznej będzie stawało się trudniejsze.

Efektom zmian może być obserwowana już na rynkach wysoka zmienność cen energii elektrycznej w ujęciu długoterminowym (rocznym) oraz krótkoterminowym (dobowym). Priorytetyzacja konsumpcji indywidualnej powoduje, że koszty związane z wahaniami rynkowymi są więcej niż proporcjonalnie odnoszone do konsumentów przemysłowych, czego przykładem są niższe taryfy dla prywatnych i małych odbiorców energii, mechanizmy typu *scarcity pricing* lub stosowanie tzw. stopni zasilania.

**Budowa stabilnych mocy wytwórczych takich jak SMR pozwoli na ograniczenie negatywnego wpływu transformacji energetycznej na polski przemysł i poprawę konkurencyjność na światowych rynkach.**

## Korzyści SMR dla przemysłu i polskiej gospodarki:

- **Zapewnienie stabilnej ceny w długiej perspektywie czasu**

Poprzez zapewnienie stabilnej dostawy i ceny energii, przedsiębiorcy zyskują pewność kosztów i lepszą zdolność budżetowania długoterminowego. Ma to szczególne znaczenie dla polskich przedsiębiorstw sektora produkcyjno-budowlanego działających w oparciu o długoterminowe kontrakty na dostawę swoich produktów. Historycznie, większa zmienność cen energii prowadziła do spadku ich rentowności, a w efekcie do konieczności redukcji zatrudniania, inwestycji lub w skrajnych przypadkach nawet upadłości.

- **Obniżenie ryzyka tzw. *blackout***

Reaktor SMR charakteryzuje się wysoką dyspozycyjnością, co przy wzrastającej zmienności na rynku wywołanej rosnącym udziałem OZE będzie stanowiło czynnik ułatwiający bilansowanie systemu elektroenergetycznego bez odwoływania się do wymuszania redukcji poboru przez odbiorców przemysłowych negatywnie wpływających na rentowność zakładów i koszty produkcji.

- **Rozwój polskiej produkcji dla przemysłu atomowego**

Blisko połowa wydatków związanych z budową reaktora SMR może zostać zrealizowana na rynku polskim. Polskie przedsiębiorstwa, w tym przede wszystkim spółki działające do tej pory dla energetyki węglowej, po dostosowaniu do wymogów bezpieczeństwa i uzyskaniu odpowiednich certyfikacji dla produkcji na rzecz przemysłu atomowego będą w stanie dostarczać komponenty elektrowni atomowych poza tzw. wyspą atomową.

- **Organicznie skali inwestycji w sieci i redukcja strat przesyłowych**

SMR lokalizowane bezpośrednio przy zakładach produkcyjnych lub w miejscu starych elektrowni węglowych posiadających sprawne wyprowadzenie mocy, nie będą wymagały istotnych inwestycji w budowę sieci przesyłowych. W przeciwieństwie do rozproszonych modeli produkcji energii, bliskość SMR do końcowych konsumentów energii pozwoli na ograniczenie strat spowodowanych przesyłem energii elektrycznej na długie dystanse.

## Przygotowanie do wprowadzenia Cła Węglowego

Produkcja przemysłowa oparta o zeroemisyjną energię z SMR pozwoli na ograniczenie potencjalnych skutków *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) lub tzw. ceł węglowych narzuconych na eksport i import polskich produktów przez partnerów handlowych Polski.

(1) Polityka Energetyczna Polski do 2040r.

05

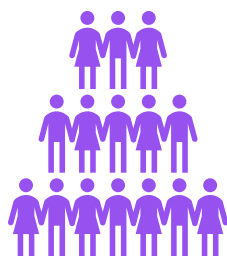
Potencjał tworzenia  
miejsc pracy w  
ramach rozwoju  
reaktorów SMR  
w Polsce



# Zatrudnienie i wynagrodzenia Na przykładzie referencyjnego reaktora BWRX-300

Faza inwestycyjna

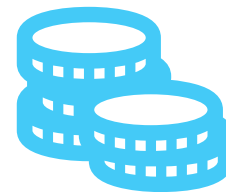
Faza operacyjna



Ponad **3,4 tysiąca**  
nowo utworzonych  
stanowisk pracy

Oczekuje się, że faza inwestycyjna podczas swojego trwania może wygenerować i utrzymywać około **2,7 tys. miejsc pracy rocznie**, a faza operacyjna ok. **730 miejsc pracy**.

Planowany 60-letni okres eksploatacji reaktora pozwala przyjąć założenie, że w tym czasie może nastąpić **jedna zmiana pokoleniowa** w zatrudnionej kadrze.



Okolo **3,2 miliarda**  
**PLN** wypłaconych  
wynagrodzeń

Potencjalny **średni całkowity roczny** wpływ na wynagrodzenie **w fazie inwestycyjnej** może wynieść ok. **173 mln PLN** (bez dyskonta).

Potencjalna **łączna wartość rocznego** efektu wynagrodzenia **w fazie operacyjnej** może wynieść ok. **73 mln PLN**.

Łączny wpływ na wynagrodzenia podczas pełnego czasu trwania obu faz może wynieść nawet **3,2 mld PLN**.

# Długoterminowy wpływ na poziom zatrudnienia Na przykładzie referencyjnego reaktora BWRX-300



Szacuje się, że w fazie inwestycyjnej może zostać utworzonych około **2 700 miejsc pracy**, które będą utrzymywane przez 7 lat.



**2 700**

miejsc pracy utrzymywanych rocznie

Faza inwestycyjna

7 lat



W rezultacie działalności operacyjnej reaktora BWRX-300 może zostać utworzonych **łącznie ok. 730 miejsc pracy**.

100 z nich wyniknie bezpośrednio z zatrudnienia w obiekcie. Pozostałe w wyniku efektu pośredniego i indukowanego. **Zakłada się utrzymanie miejsc pracy przez cały okres trwania fazy operacyjnej.**

Planowany 60-letni okres eksploatacji reaktora pozwala przyjąć założenie, że w tym czasie może nastąpić jedna zmiana pokoleniowa w zatrudnionej kadrze.



**730**

miejsc pracy utrzymywanych rocznie

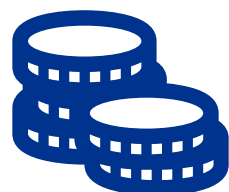
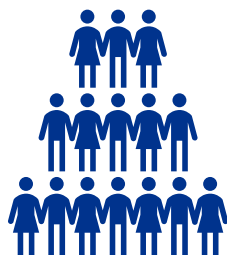
Faza operacyjna

»» Potencjalna zmiana pokoleniowa pracownika

60 lat

# Zatrudnienie i wynagrodzenia – wpływ reaktora BWRX-300

## Faza inwestycyjna



Potencjalny **wzrost zatrudnienia** związany z realizacją jednej inwestycji BWRX-300 może wynieść nawet **2 700 dodatkowych miejsc pracy**.

Dzieląc wzrost na rodzaje wpływu ekonomicznego, który go wygenerował – **wpływ bezpośredni** może przyczynić się do stworzenia ok. **900 miejsc pracy** i **wzrostu wynagrodzeń** o prawie **60 mln PLN**, **wpływ pośredni i indukowany** może łącznie **zwiększyć zatrudnienie** w gospodarce o **ok. 1 800 miejsc pracy** przy **wzroście wynagrodzeń** o około **115 mln PLN** rocznie.

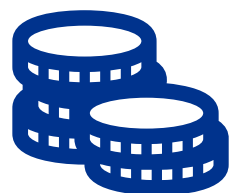
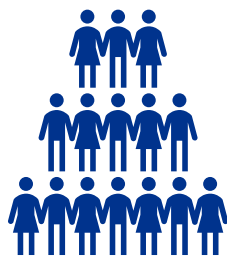
Przyjęto poziom wynagrodzeń wyższy o ok. 30% od wynagrodzeń w polskim sektorze energetyki konwencjonalnej uwzględniając spostrzeżenia rynku amerykańskiego na podstawie raportu Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej.

Faza inwestycyjna może **zwiększyć roczne wynagrodzenia** łącznie o **ponad 170 mln PLN**.

Etap inwestycyjny wygeneruje **najwięcej miejsc pracy dla specjalistów z branży budowlanej i energetycznej**.

# Zatrudnienie i wynagrodzenia – wpływ reaktora BWRX-300

## Faza operacyjna



W fazie operacyjnej przewiduje się **średnie roczne bezpośrednie** zatrudnienie na poziomie **100 osób na jednostkę BWRX-300**.

Zatrudnienie znajdą **specjaliści** z zakresu ochrony radiologicznej, bezpieczeństwa i ochrony środowiska, a także operatorzy reaktorów, chemicy i naukowcy.

**Kadrę inżynierską** stanowić będą inżynierowie jądrowi, inżynierowie budowlani, mechanicy, elektrycy i inżynierowie technologii chemicznej.

Personel obejmie również obsługę techniczną, personel pomocniczy, reagowanie kryzysowe i służby bezpieczeństwa cybernetycznego.

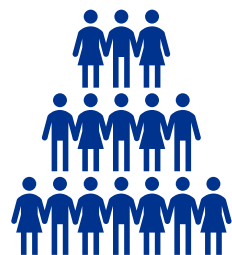
Potencjalny wpływ bezpośredni na wynagrodzenia może wynieść **33 mln PLN** rocznie.

**Pośredni i indukowany wpływ fazy operacyjnej** może wygenerować średnio odpowiednio **około 270 i 370 miejsc pracy** oraz zwiększyć wynagrodzenia o około **40 mln PLN rocznie**.

Przyjęto poziom wynagrodzeń wyższy o ok. 30% od wynagrodzeń w polskim sektorze energetyki konwencjonalnej uwzględniając spostrzeżenia rynku amerykańskiego na podstawie raportu Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej.

# Wpływ na zatrudnienie w różnych obszarach gospodarki

Okolo  
**730 miejsc**  
pracy  
utrzymywanych rocznie



**Działalność operacyjna może wygenerować bezpośrednio 100** miejsc pracy. Będą to stanowiska w większości wyspecjalizowane, o ponadprzeciętnych wynagrodzeniach.

W wyniku działalności reaktora i składnych przez jednostkę zamówień zwiększa się również zatrudnienie u dostawców i poddostawców. Analiza szacuje ok. **270** stanowisk powstałych i utrzymywanych rocznie na poziomie pośrednim. Specyfika działalności może spowodować zwiększenie zatrudnienia u dostawców i poddostawców przede wszystkim w obszarach produkcji przemysłowej, m.in. takich jak: **produkcja części i podzespołów** czy też w zakresie **usług napraw i konserwacji**.

Zatrudnienie na **poziomie indukowanym** oznacza liczbę osób zatrudnionych w gospodarce narodowej, w **efekcie dodatkowej konsumpcji**, która jest możliwa dzięki wynagrodzeniom powstałym na skutek wpływu efektu bezpośredniego i pośredniego. Zwiększenia zatrudnienia można spodziewać się w m.in. np. w usługach w zakresie **opieki zdrowotnej, edukacji czy związanych z wyżywieniem, rozrywką i rekreacją**.

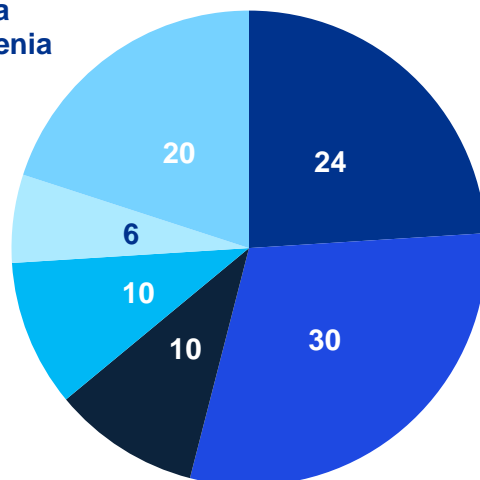
# Struktura zatrudnienia w fazie operacyjnej

## Na przykładzie referencyjnego reaktora BWRX-300

Faza operacyjna powoduje zwiększenie zapotrzebowania na wykwalifikowany personel.

Tabela oraz wykres przedstawiają specyfikację wymaganych stanowisk, zakładaną liczbę etatów, a także oczekiwany poziom wykształcenia.

Struktura zatrudnienia



Stanowisko	Poziom wykształcenia	Liczba etatów
<ul style="list-style-type: none"> <li>Operatorzy reaktorów</li> <li>Inżynierowie nuklearni</li> <li>Specjaliści ds. ochrony przed promieniowaniem</li> <li>Kadra zarządzająca</li> </ul>	Wyższe	24
<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemicy</li> <li>Naukowcy</li> <li>Specjaliści ds. bezpieczeństwa i ochrony środowiska</li> <li>Pozostali inżynierowie</li> </ul>	Wyższe	30
<ul style="list-style-type: none"> <li>Utrzymanie i obsługa techniczna</li> </ul>	Wyższe lub Średnie	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Służby reagowania kryzysowego i cyberbezpieczeństwa</li> </ul>	Wyższe lub Średnie	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Technicy zmiany</li> </ul>	Średnie	6
<ul style="list-style-type: none"> <li>Personel pomocniczy</li> </ul>	Średnie	20
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

# Dodatkowe efekty jakościowe dla gospodarki

## Budowa floty reaktorów generuje zapotrzebowanie na wykwalifikowany personel



Szacowane efekty ekonomiczne nie ograniczają się jedynie do wartości pieniężnych. Perspektywa budowy całej floty reaktorów oznacza zwiększenie zapotrzebowania na wysoko wykwalifikowanych pracowników.

W odpowiedzi powstają np. inicjatywy współpracy nauki i biznesu wspierające rozwój energetyki jądrowej w zakresie przygotowania wysoko wykwalifikowanych kadr. W ramach tego rodzaju inicjatyw powstają porozumienia z uczelniami, na podstawie których zakłada się uruchomienie odpowiednich programów kształcenia.

Przykładem takiej inicjatywy może być podpisany list intencyjny pomiędzy Ministerstwem Edukacji i Nauki, a rektorami sześciu polskich uczelni. Jednym z głównych celów podpisanego listu intencyjnego jest opracowanie programu kształcenia na kierunku energetyka jądrowa oraz organizacja i uruchomienie studiów na tym kierunku już od roku akademickiego 2023/2024. Koszt nowego kierunku w przeliczeniu na jedną uczelnię szacowany jest na 12 mln PLN.

Wartym podkreślenia jest fakt, że tego typu programy obejmują kształcenie kadr nie tylko dla branży SMR, lecz dla całej rozwijającej się energetyki jądrowej w Polsce.



# ...na wykorzystanie doświadczeń z energetyki węglowej.

## Polskie firmy mogą świadczyć usługi EPC i zagospodarować zaplecze produkcyjne wykorzystywane dla energetyki węglowej.

Elektrownia jądrową charakteryzuje się podobnymi przemianami energetycznymi, co elektrownia konwencjonalna na paliwa kopalne (węgiel, olej czy gaz). Zasadnicza różnica dotyczy źródła wytwarzania ciepła, czyli reaktora jądrowego i kotła energetycznego. W klasycznym układzie elektrowni konwencjonalnej ciepło spalania jest przekazywane wodzie i parze w kotle. W układzie elektrowni jądrowej, a konkretnie w BWRX-300, ciepło reakcji rozszczepienia przekazywane jest wodzie i parze w reaktorze.

Dlatego doświadczenie, kadra i zaplecze techniczne polskich firm zdobyte podczas budowy i modernizacji energetyki konwencjonalnej może być wykorzystane do projektowania i produkcji elementów współpracujących z reaktorem jądrowym.

Z uwagi na odmienne parametry pary (przepływu, objętości czy stopnia zanieczyszczenia radioaktywnego), wymagane jest dostosowanie procesów produkcyjnych i zarządzania jakością do surowych wymogów bezpieczeństwa. Wiele firm już podejmuje działania zmierzające do pozyskania certyfikatów pozwalających na dostarczanie usług i produktów dla energetyki jądrowej, w tym ISO 19443, certyfikat ASME.

Przykładem firm z bogatym doświadczeniem w energetyce konwencjonalnej, aspirujących do uczestniczenia w projektowaniu i budowie elektrowni jądrowych są zakłady Rafako i Polimex Mostostal. Obie firmy podpisały porozumienia o współpracy w ramach rozwoju polskiej energetyki jądrowej z Westinghouse, Bechtel Corporation, EDF i KHNP w sprawie potencjalnej budowy dwóch nowych elektrowni jądrowych. Nie wykluczają też współpracy przy budowie SMR-ów z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury węglowej.

Potencjalne usługi i produkty dla energetyki jądrowej świadczone przez krajowych generalnych wykonawców:



Usługi generalnego wykonawcy (EPC)



Rurociągi, zbiorniki ciśnieniowe



Wytwornice pary, stabilizatory ciśnienia



Wymienniki ciepła



Magazyny ciepła



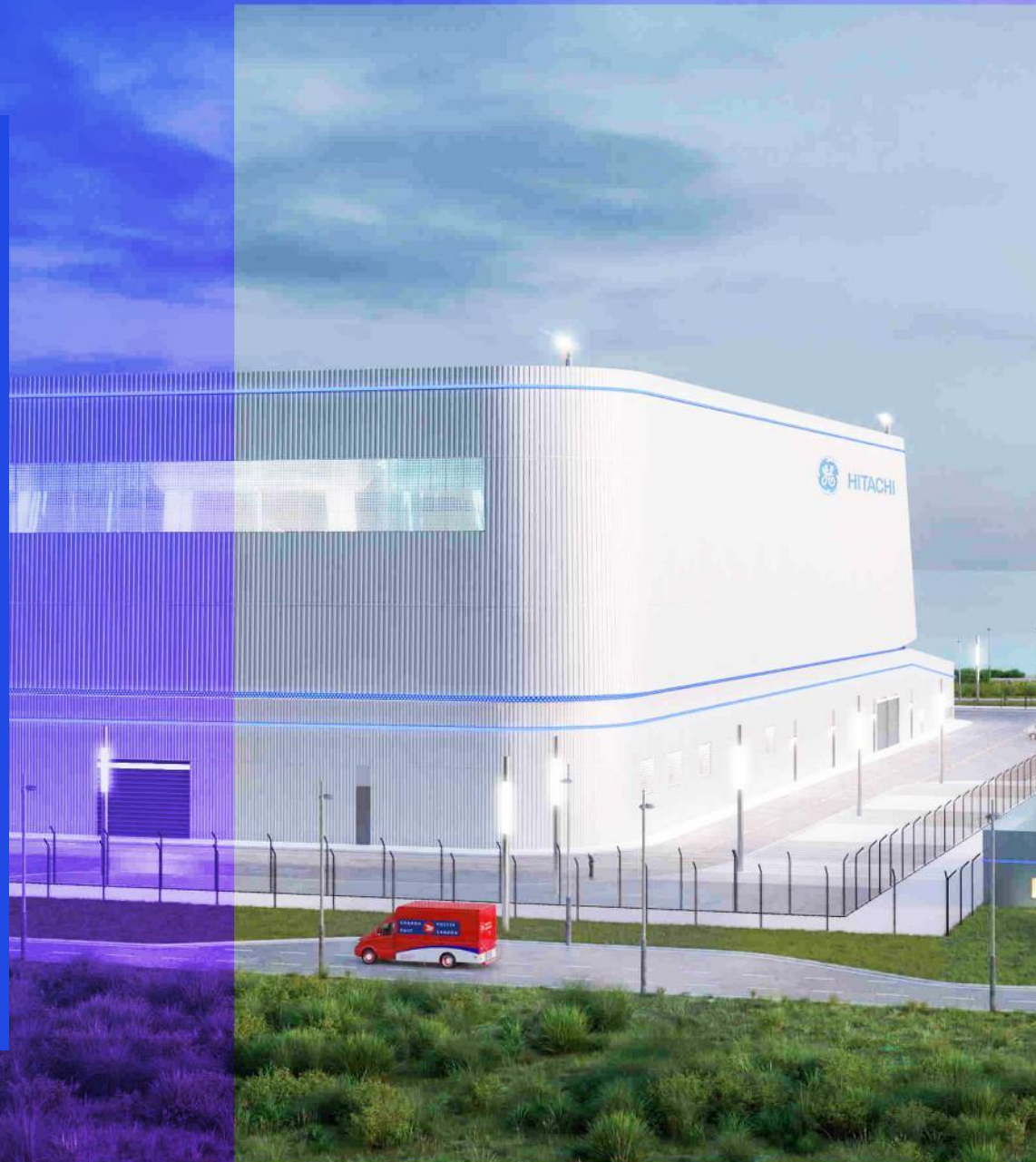
Nadzór realizacyjny i rozruchowy



Serwis, remonty, modernizacja

06

# Wpływ na przychody podatkowe



# Założenia dotyczące wpływu na dochody podatkowe

## Potencjalny wpływ na dochody podatkowe

SMR mogą również generować pozytywny wpływ na dochody podatkowe, zwłaszcza na szczeblu lokalnym.

Główne kategorie podatków związanych z funkcjonowaniem SMR, które mogą wpływać na dochody budżetowe to PIT, CIT oraz podatek od nieruchomości.

Obliczenia potencjalnego wpływu podatków zostały opracowane w ramach referencyjnego modelu jednostki SMR, jak również przyjętej przez OSGE struktury zatrudnienia.



### PIT

Potencjalny wpływ PIT oszacowano na podstawie oczekiwanego wynagrodzenia bezpośredniego generowanego w fazie operacyjnej, aktualnych stawek podatkowych (12% / 32%), a także procentowego udziału jednostki samorządu terytorialnego we wpływach z podatku dochodowego.



### CIT

Potencjalny wpływ CIT został oszacowany na podstawie szacowanego zysku osiągniętego w fazie operacyjnej, średniej stawki podatkowej (19%), a także procentowego udziału jednostki samorządu terytorialnego we wpływach z podatku dochodowego



### Podatek od nieruchomości

Potencjalny wpływ podatku od nieruchomości został obliczony na podstawie szacunkowej wielkości terenu inwestycyjnego, a także maksymalnych stawek podatkowych określonych dla gmin.

# Wpływ na dochody podatkowe



## Ponad 8 mln PLN

Potencjalny roczny dochód z podatku PIT.

W perspektywie 60–letniej działalności operacyjnej, całkowita wygenerowana wartość może wynieść około 228 mln PLN (zdyskontowano).



## Ponad 80 mln PLN

Potencjalny roczny dochód z podatku CIT.

W perspektywie 60–letniej działalności operacyjnej, łączna wygenerowana wartość może przekroczyć 2 300 mln PLN (zdyskontowano).



## Ponad 360 tys. PLN

Potencjalny roczny dochód z podatku od nieruchomości.

W perspektywie 60–letniej działalności operacyjnej, całkowita wygenerowana wartość może wynieść około 10 mln PLN (zdyskontowano).

# Estymacja potencjalnego wpływu z podatku dochodowego PIT

Wzrost wpływów z podatku dochodowego z PIT w jednostkach samorządu terytorialnego będzie uzależniony od liczby pracowników zarejestrowanych jako rezydenci podatkowi w każdej z nich. OSGE zakłada około 100 pracowników w jednostce.



## 3,1 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ z PIT dla gminy.

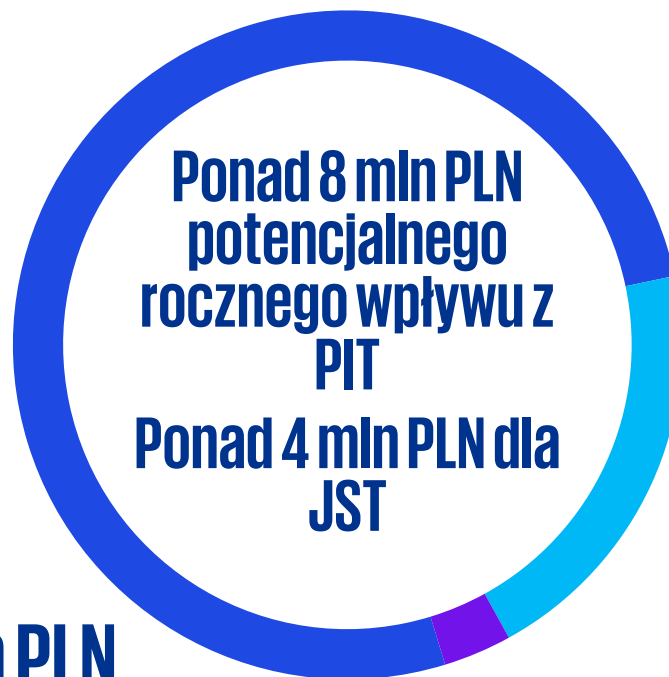
W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść ponad 88 mln PLN (zdyskontowano).



## 0,1 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ z PIT dla województwa

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 3,6 mln PLN (zdyskontowano).



## 0,8 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ z PIT dla powiatu.

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść ponad 23 mln PLN (zdyskontowano).

Udział w dochodach z podatku dochodowego od osób fizycznych\*:

- Gmina - 38,4%
- Powiat - 10,3%
- Województwo - 1,6%

Źródło: Akt prawny (Ustawa z dnia 13 listopada 2003 r. o dochodach jednostek samorządu terytorialnego)

# Estymacja potencjalnego wpływu z podatku dochodowego CIT

Wzrost wpływów z podatku dochodowego CIT w jednostkach samorządu terytorialnego uzależniony będzie od dochodów z elektrowni. Na podstawie ostrożnościowych szacunków rentowności określono potencjalne wpływy z podatku CIT



## 5,5 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ z CIT dla gminy.

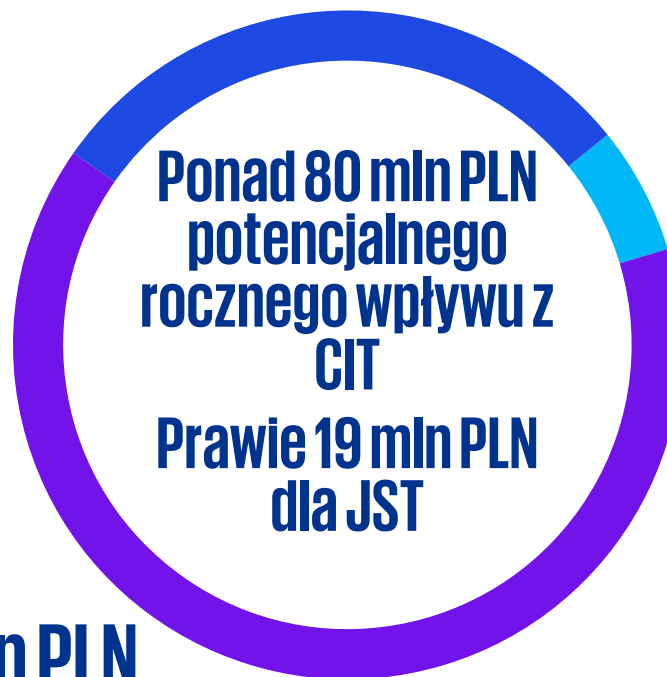
W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 155 mln PLN (zdyskontowano).



## 12,1 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ z CIT dla województwa.

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 340 mln PLN (zdyskontowano).



## 1,2 mln PLN

Potencjalny roczny wpływ z CIT dla powiatu.

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 32 mln PLN (zdyskontowano).

Udział w dochodach z podatku dochodowego od osób prawnych\*:

- Gmina - 6,7%
- Powiat - 1,4%
- Województwo - 14,8%

\*Źródło: Akt prawny (Ustawa z dnia 13 listopada 2003 r. o dochodach jednostek samorządu terytorialnego)

# Estymacja potencjalnego wpływu z podatku od nieruchomości

Wzrost wpływów podatkowych z podatku od nieruchomości dla lokalnych społeczności będzie zależał od terenu inwestycji i obowiązujących stawek podatkowych. Na podstawie szacowanej wielkości inwestycji oraz aktualnych stawek maksymalnych określonych przepisami prawa dokonano wstępnego oszacowania wpływów.

## BWRX-300 GE Hitachi



**Budynek elektrowni**  
**8-9 tys. m<sup>2</sup>**

**Teren**  
**ok. 138 tys. m<sup>2</sup>**

## Potencjalny wpływ z podatku od nieruchomości



**360 tys. PLN rocznie**  
**wpływu do gmin**

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 10 mln PLN (zdyskontowano).

Kalkulacje na podstawie górnych limitów określonych stawek podatków lokalnych i opłat związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej generowanych przez jedną jednostkę BWRX-300\*\*

\*Źródło: Akt prawny (Obwieszczenie Ministra Finansów, Funduszy i Polityki Regionalnej z dnia 22 lipca 2021 r. w sprawie górnych granic stawek kwotowych podatków i opłat lokalnych na rok 2022)

# Estymacja potencjalnego wpływu z podatków do gminy

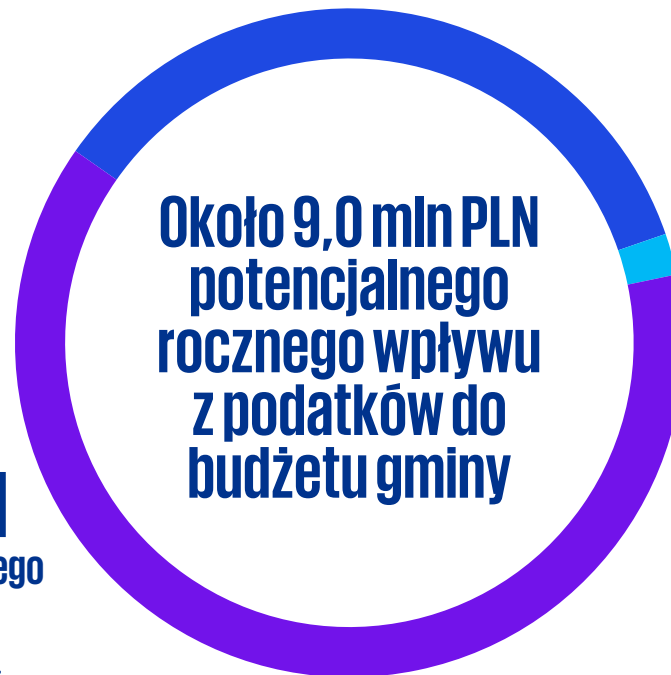
Na podstawie założeń prezentowanych na poprzednich stronach dokonano estymacji potencjalnego wpływu z podatków do budżetu gminy z jednego referencyjnego reaktora BWRX-300.

**3,1 mln PLN**  
potencjalnego rocznego  
wpływu z PIT

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść ponad 88 mln PLN (zdyskontowano).

**5,5 mln PLN**  
potencjalnego rocznego  
wpływu z CIT

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 155 mln PLN (zdyskontowano).



**360 tys. PLN**  
potencjalnego rocznego  
wpływu z podatku od  
nieruchomości

W perspektywie 60-letniej działalności operacyjnej, wpływ może wynieść około 10 mln PLN (zdyskontowano).

Kalkulacje na podstawie górnych limitów określonych stawek podatków lokalnych i opłat związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej generowanych przez jedną jednostkę BWRX-300\*\*

Źródło: Akt prawny (Ustawa z dnia 13 listopada 2003 r. o dochodach jednostek samorządu terytorialnego)

# Podatek od budowl jako potencjalne dodatkowe wpływy gminy

W myśl art. 2 ust. 1 pkt 1 i 2 ustawy z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych opodatkowaniu podatkiem od nieruchomości podlegają m.in. budynki lub ich części, jak również budowle lub ich części związane z prowadzeniem działalności gospodarczej.

## Definicja budowli w świetle przepisów

Budowla z mocy art. 1a ust. 1 pkt 2 ustawy o podatkach i opłatach lokalnych to **obiekt budowlany w rozumieniu przepisów prawa budowlanego niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury**, a także **urządzenie budowlane w rozumieniu przepisów prawa budowlanego** związane z obiektem budowlanym, **które zapewnia możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem**.

Z kolei Ustawa Prawo budowlane (art. 3 pkt 3) **definiuje przykładowy katalog budowli**. Są to np. takie obiekty jak: „[...] wolno stojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, [...] a także części budowlane urządzeń technicznych (kotłów, pieców przemysłowych, elektrowni jądrowych, elektrowni wiatrowych, morskich turbin wiatrowych i innych urządzeń) oraz fundamenty pod maszyny i urządzenia, jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową”.

Podstawa opodatkowania budowli oraz ich części definiowana jest w ustawie o podatkach i opłatach lokalnych. Artykuł 4 ust. 1 pkt 3 tej ustawy jako podstawę opodatkowania budowli oraz ich części określa „ustaloną na dzień 1 stycznia roku podatkowego wartość stanowiącą podstawę obliczania amortyzacji w tym roku, niepomniejszoną o odpisy amortyzacyjne”. Jeśli, obowiązek podatkowy powstał w trakcie roku, „podstawą opodatkowania jest wartość stanowiąca podstawę obliczania amortyzacji na dzień powstania obowiązku podatkowego” (ustawa określa również np. sytuacje, gdy nie dokonuje się odpisów amortyzacyjnych).

Zgodnie z art. 1a ust. 1 pkt 2 ustawy o podatkach i opłatach lokalnych, „**Rada gminy, w drodze uchwały, określa wysokość stawek podatku od nieruchomości, z tym że stawki nie mogą przekroczyć rocznie 2% ich wartości określonej na podstawie art. 4 ust. 1 pkt 3**”.

**Źródło:** Akty prawne (Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 r.o podatkach i opłatach lokalnych, Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane)

Zgodnie z założeniami ORLEN Synthos Green Energy **nawet 9% wartości inwestycji, szacowanej na poziomie 1,5 mld EUR, to hipotetyczna wartość budowli.**

**W przypadku, gdyby zakładana przez OSGE wartość budowli podlegała pełnemu opodatkowaniu podatkiem od budowli, mogłoby to oznaczać dodatkowe wpływy do budżetu gminy z tytułu działalności reaktora BWRX-300 nawet na poziomie 12 mln PLN rocznie.**

07

# Wpływ na klimat i społeczność lokalną



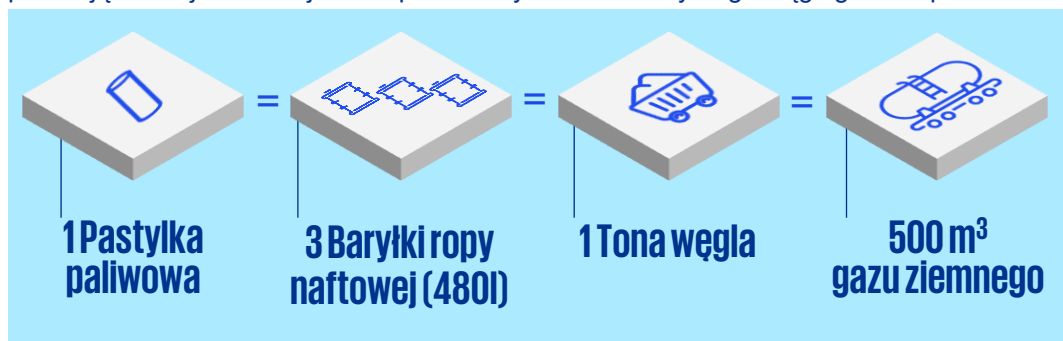
# Jeden BWRX-300 pozwala uniknąć emisji 175 mln t CO<sub>2</sub> z węgla

Emisje gazów cieplarnianych z produkcji energii jądrowej szacuje się na 5,5 kg CO<sub>2</sub>/MWh, przy czym większość emisji ma miejsce w procesach tworzenia paliwa (wydobywanie, konwersja, wzbogacanie uranu i produkcja paliwa). Jest to 200 razy mniej niż średnia emisja gazów cieplarnianych w cyklu życia elektrowni węglowych, która szacowana jest na 1130 kg CO<sub>2</sub>/MWh. <sup>(1)</sup>

Wytwarzana energia charakteryzuje się brakiem emisji tlenków siarki (SO<sub>x</sub>) i tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) lub innych szkodliwych gazów i cząstek stałych.

Energetyka jądrowa ma najmniejsze wymagania dotyczące intensywności użytkowania gruntów i materiałów, a przez to wpływa na ochronę ziemi, lasów i ekosystemów. Poprzez mniejsze wykorzystanie powierzchni energetyka jądrowa cechuje się najmniejszym zużyciem betonu i stali na jednostkę wyprodukowanej energii spośród wszystkich obecnych technologii.

Paliwo jądrowe ma największą gęstość energetyczną spośród wszystkich innych paliw (węgiel, gaz, biomasa, olej opałowy, wodór). Stosunek energii zawartej w paliwie jądrowym do jego objętości i masy jest nieporównywalnie lepszy od innych paliw, dlatego paliwo jądrowe jest łatwiejsze do przechowywania i nie wymaga ciągłego transportu.



1. UNECE, Carbon Neutrality in the UNECE Region, 2022

2. Zakładając średnią 4000 t. na pojedynczy pociąg towarowy i średnią odległość transportu wynoszącą 100 km

Pojedynczy BWRX-300 w ciągu 60 lat pozwala uniknąć:



**175mln**  
ton emisji CO<sub>2</sub>



**82,7tys. / 82,7tys. / 3,5tys.**  
ton emisji SO<sub>x</sub> / NO<sub>x</sub> / pyłu



**65mln**  
ton węgla



**1,7mln km<sup>(2)</sup>**  
transportu kolejowego węgla

# Energia jądrowa spełnia kryteria taksonomii UE

Po analizach UE zakwalifikowała działalność jądrową do wykazu działalności gospodarczej zgodnej z taksonomią europejską. SMR spełniają kryteria w zakresie bezpieczeństwa i przyczyniają się do realizacji celów środowiskowych

Taksonomia UE wyznacza kierunki transformacji i określa ramy czasowe. Do wykazu rodzajów działalności gospodarczej objętych **taksonomią UE** włączono następujące rodzaje **działalności związane z energią jądrową**:

- 1 Modernizacje i modyfikacje istniejących elektrowni jądrowych w celu przedłużenia okresu eksploatacji.
- 2 Nowe projekty elektrowni jądrowych z wykorzystaniem istniejących technologii („Generacja III+”)
- 3 Badania, rozwój i wdrażanie zaawansowanych technologii („Generacja IV”), które minimalizują ilość odpadów i podnoszą bezpieczeństwo



**Energetyka jądrowa może być finansowana przez europejskie instytucje finansowe**



**Znacząco przyczynia się do realizacji celów środowiskowych** ze względu na niską emisję gazów cieplarnianych



**Nie szkodzi żadnemu innemu celowi środowiskowemu** ze względu na brak dowodów na to, że energia jądrowa powoduje większe szkody dla zdrowia ludzkiego lub środowiska niż inne technologie wytwarzania energii elektrycznej objęte już taksonomią



**Zgodność z minimalnymi zabezpieczeniami społecznymi i rządowymi** będzie podlegać surowym warunkom bezpieczeństwa i ochrony środowiska, w tym utylizacji odpadów



**Spełnia techniczne kryteria kontroli** poprzez ustanowienie wymogów technicznych wykraczających poza istniejące ramy regulacyjne

# SMR-y jako element zrównoważonej transformacji stanowią szansę dla społeczności lokalnych

## Wprowadzenie technologii SMR może zapewnić szereg pozytywnych skutków społeczno-gospodarczych dla regionów dotkniętych stopniowym wygaszaniem elektrowni węglowych

Regiony zależne gospodarczo od elektrowni węglowych mogą zmagać się z niskim tempem rozwoju gospodarczego, problemami społecznymi (np. wzrostem stopy bezrobocia) i degradacją infrastruktury.

Aby sprostać tym wyzwaniom, konieczne są inwestycje mające na celu złagodzenie społeczno-gospodarczych skutków transformacji. Realizacja inwestycji energetycznych opartych na technologiach niskoemisyjnych lub zeroemisyjnych (np. SMR), zastępując węglowe źródła ciepła, umożliwiłyby ponowne wykorzystanie lokalizacji, infrastruktury i zasobów ludzkich.

Mogłoby to zapewnić stabilizację zatrudnienia podczas transformacji i utworzenie nowych miejsc pracy w sektorach ekologicznych, neutralnych dla klimatu.

Elementem tej transformacji będzie również rozwój nowych gałęzi przemysłu, tworzenie nowych, innowacyjnych firm w regionie oraz budowanie lokalnych łańcuchów wartości.

Prace związane z adaptacją gruntów i infrastruktury wycofywanych z eksploatacji elektrowni węglowych mogłyby stworzyć dodatkowe możliwości zatrudnienia na tym obszarze.

## Przyjęcie technologii jądrowej przez lokalne społeczności . . .

... stworzy nowe miejsca pracy

... pozwoli utrzymać i rozwijać lokalną infrastrukturę

... stworzy możliwości podnoszenia kwalifikacji

... przyciągnie nowe lokalne inwestycje

... zbuduje nowe lokalne łańcuchy wartości

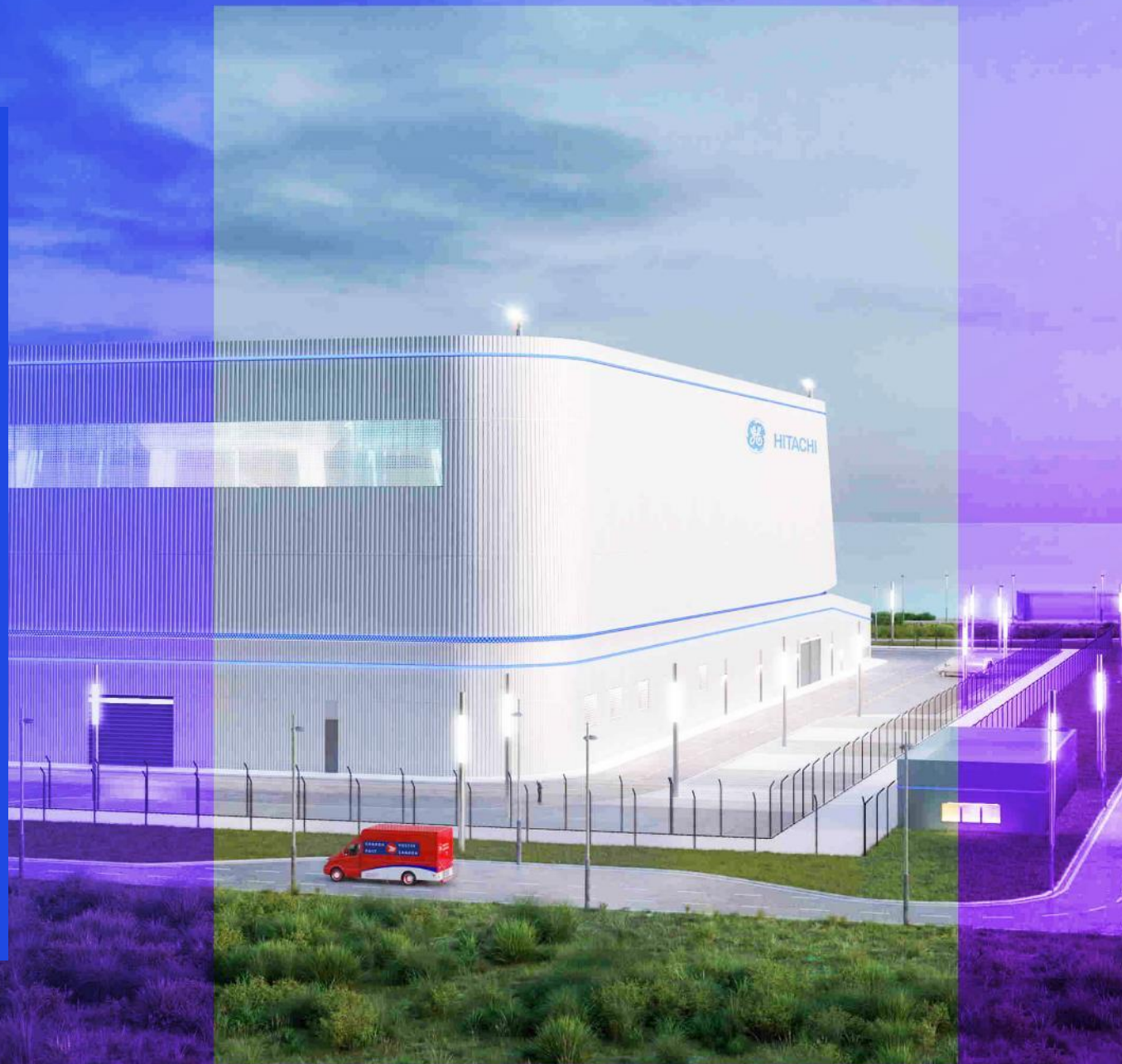
**Jednym z kluczowych wyzwań związanych z wprowadzeniem SMR-ów jest uświadomienie opinii publicznej korzyści płynących z technologii jądrowej i jej niezawodności.**

Ponieważ ponad 86%<sup>(1)</sup> polskiej opinii publicznej opowiada się za rozwojem technologii jądrowych, Polska może stać się jednym z największych zwolenników technologii SMR w Europie.

1. Badanie Ministerstwa Klimatu i Środowiska, listopad 2022 r..

# Załącznik 1

## Lista terminów i skrótów

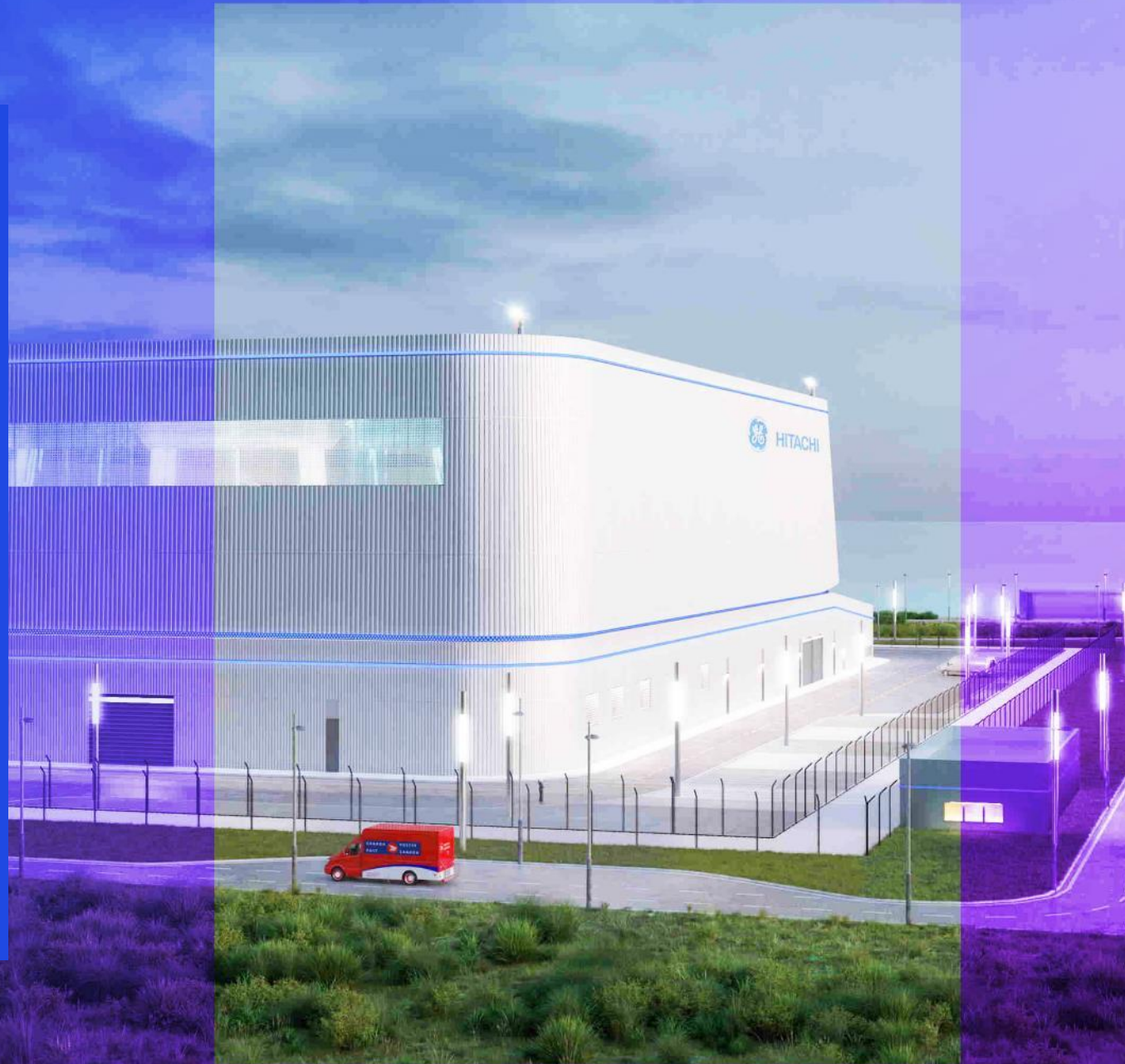


# Lista terminów i skrótów

<b>BWR</b>	Reaktor Wody Wrzącej (Boiling Water Reactor)	<b>KE</b>	Komisja Europejska
<b>B+R</b>	Badanie i Rozwój	<b>KPMG</b>	KPMG Advisory Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp. k.
<b>CAPEX</b>	Nakłady inwestycyjne (Capital Expenditures)	<b>LWR</b>	Reaktor Lekkowodny (Light Water Reactor)
<b>CAGR</b>	Skumulowany roczny wskaźnik wzrostu (Compound Annual Growth Rate)	<b>MCP</b>	Dyrektywa w sprawie średnich obiektów spalania (Medium Combustion Plants)
<b>C2N</b>	Proces przejścia z węgla na energię jądrową (Coal to Nuclear)	<b>NABE</b>	Narodowa Agencja Bezpieczeństwa Energetycznego
<b>EUR</b>	Euro	<b>NOAK</b>	Kolejny w swoim rodzaju (Next of a Kind)
<b>FOAK</b>	Pierwszy w swoim rodzaju (First of a Kind)	<b>OZE</b>	Odnawialne źródło energii
<b>GEH</b>	GE-Hitachi Nuclear Energy	<b>PAA</b>	Państwowa Agencja Atomistyki
<b>GW, GWe</b>	Gigawatt, gigawat elektryczny	<b>PEP2040</b>	Polityka energetyczna Polski do 2040 roku
<b>HTGR</b>	Wysokotemperaturowy reaktor chłodzony gazem (High-temperature gas-cooled Reactor)	<b>PWR</b>	Reaktor wodny ciśnieniowy (Pressurized Water Reactor)
<b>IED</b>	Dyrektywa o emisjach przemysłowych (Industrial Emissions Directive)	<b>SMR</b>	Małe modułowe reaktory jądrowe (Small Modular Reactor)
<b>JWCD</b>	Jednostka Wytwórcza Centralnie Dysponowana	<b>USD</b>	Dolar amerykański

# Załącznik 2

## Suplement do podsumowania zarządczego



# Suplement do podsumowania zarządczego (1/6)

Energetyka atomowa mimo, że wiąże się z najwyższymi nakładami inwestycyjnymi na jednostkę mocy zainstalowanej (15-25 tys. PLN/kW) spośród powszechnie stosowanych technologii wytwórczych, to jej koszt dla jej odbiorcy końcowego będzie jednym z najniższych z uwagi na ograniczone koszty operacyjne i systemowe.

Historycznie, ze względu na szereg ryzyk projektowych, ciężar finansowania budowy elektrowni atomowych ponoszony był przede wszystkim przez podatników w ramach budżetu krajowego lub opłat na rzecz funduszy zbieranych w ramach rachunków za prąd.

**Charakterystyka reaktorów SMR ułatwia strukturyzację ich finansowania.** Budowa w technologii modułowej oparta w dużej mierze na montażu wcześniej wytworzonych elementów, istotnie zmniejsza ryzyko przekroczenia zakładanego kosztu i czasu budowy.

Potencjalnym źródłem finansowania projektów SMR są dostawcy technologii oraz kraje stojące za jej eksportem, a instrumentami o największym potencjale wykorzystania są:

1

**Rządowe gwarancje kredytowe**, pozwalające uniknąć bezpośrednich wydatków z budżetu Państwa, ale wiążące się z koniecznością zbadania czy ich użycie nie będzie stanowić niedozwolonej pomocy publicznej,

2

**Pożyczki i kapitał od dostawców technologii**, które pomimo, że stanowią małą część struktury finansowania, pozwalają na zrównanie interesów inwestorów i dostawców technologii,

3

**Pożyczki i gwarancje udzielane przez agencje eksportowe** pozwalające na niższe niż finansowanie komercyjne koszty obsługi zadłużenia. Finansowanie eksportowe co do zasady obejmuje tylko tę część projektu, która wytwarzana jest w kraju eksportera i stanowi uzupełnienie dla innych instrumentów finansowania.

# Suplement do podsumowania zarządczego (2/6)

Wysoka zmienność cen energii w połączeniu z deregulacją rynków energii utrudniła długoterminowe planowanie finansowe zmniejszając pulę podmiotów skłonnych do podjęcia się realizacji projektów atomowych.

- W celu mobilizacji i zachęcenia prywatnych inwestorów, rządy na całym świecie wprowadziły **mechanizmy ograniczające długoterminowe ryzyko rynkowe projektów**.

Modele wsparcia dzieli się według stopnia gwarancji ze strony państwa:

1

**Kontrakt Różnicowy (Contract for Difference „CfD”)** – gwarantujący cenę sprzedaży

2

**Długoterminowa umowa dostaw energii (Power Purchase Agreement „PPA”)** – gwarantujący poziom przychodów

3

**Model Taryfowy** – gwarantujący stopę zwrotu z inwestycji

- **Dzięki zaangażowaniu państwa projekt atomowy ma większe szanse na zamknięcie finansowe**, a wraz ze wzrostem poziomu gwarancji wzrasta liczba inwestorów zainteresowanych udzieleniem finansowania na budowę lub refinansowanie kosztów budowy inwestycji.
- Projektując mechanizmy wsparcia dla energetyki atomowej rządy kierują się bilansem pomiędzy kosztami dla społeczeństwa i gospodarki a korzyściami z zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego.
- Elektrownie atomowe odznaczają się długim ponad 60-letnim okresem operacyjnym, podczas którego przychody ze sprzedaży energii muszą pozwolić na obsługę zadłużenia i zwrot z inwestycji.

# Suplement do podsumowania zarządczego (3/6)

Początki cywilnej energetyki atomowej sięgają lat 50. XX wieku, kiedy w największych światowych gospodarkach rozpoczęto wykorzystywanie pierwszych reaktorów jądrowych o mocy poniżej 100 MW. 70 lat później, łączna moc elektrowni atomowych przekracza 392 GW zainstalowanych w 31 krajach na całym świecie.

Wraz z rozwojem doświadczeń, rządy na całym świecie wypracowały przepisy i mechanizmy mające na celu usprawnienia dla budowy nowych i utrzymania starych elektrowni atomowych. Czerpiąc z doświadczeń, zidentyfikowano kluczowe obszary dla polskiej strategii rozwoju SMR:



**Procesy certyfikacyjne** – budowa polskiej floty SMR, szacowanej na kilkadziesiąt gigawatów mocy, wymaga sprawnego podmiotu nadzorczego dla energetyki jądrowej. Doświadczenie Francji i USA wskazują, iż stworzenie przejrzystych zasad i sprawnych procesów certyfikacji i akceptacji projektów może istotnie przyspieszyć tempo i skalę realizowanych inwestycji.



**Zachęty fiskalne** – oprócz mechanizmów wsparcia obniżających ryzyko projektu opisanych w sekcji „Modele Wsparcia”, rządy na całym świecie stosują zachęty, takie jak ulgi inwestycyjne, specjalne strefy ekonomiczne lub produkcyjne ulgi podatkowe mające na celu zachęcenie inwestorów do ulokowania inwestycji w danych krajach lub regionach.



**Coal-2-Nuclear** – we wrześniu 2022 roku rząd Stanów Zjednoczonych (Departament Energii) przeprowadził badania wskazujące, że 80% amerykańskich elektrowni węglowych może zostać zaadoptowanych na nowe elektrownie atomowe. W raporcie zarekomendowano to rozwiązanie jako efektywne kosztowo i zapewniające utrzymanie statusu ekonomicznego regionów węglowych.



**Zabezpieczenie dostaw uranu** – w obliczu wojny w Ukrainie, kraje importujące uran z Rosji (Francja, Niemcy, Finlandia, Węgry, USA, Japonia), rozpoczęły działania zmierzające do zabezpieczenia dostaw paliwa atomowego. Obawy przed wstrzymaniem dostaw z Rosji oraz ogólny wzrost popularności energetyki jądrowej sprawia, że kraje wprowadzają obostrzenia w eksporcie uranu (Japonia), otwierają wcześniej zamknięte kopalnie (Australia, Honeymoon) lub budują nowe łańcuchy dostaw opierając się na producentach takich jak Kazachstan lub Kanada.

# Suplement do podsumowania zarządczego (4/6)

## Zarządzanie odpadami

Wśród strategii zagospodarowania odpadów stosowane podejścia zależą od horyzontu planowania danego kraju. Państwa takie jak Finlandia czy Szwecja stosują tymczasowe składowiska odpadów, gdzie zużyte paliwo przechowywane jest przez kilkadziesiąt lat, po czym odpady trzeba będzie przenieść do docelowych miejsc przechowywania. W przypadku USA, Francji czy Rosji, kraje te postawiły na recykling zużytego paliwa uranowego, odzysk przydatnych izotopów i ponowne wykorzystanie części materiału jako paliwo atomowe, zasadność ekonomiczna budowy i utrzymanie kosztów operacyjnych zakładów recyklingu jest kwestionowana wskazując na Finlandię jako przykład kraju posiadającego podziemne magazyny, zaprojektowane na zaspokojenie obecnego zużycia Finlandii przez co najmniej 450 lat<sup>(1)</sup>. Dodatkowym elementem brany pod uwagę, jest rozwój technologii. W ramach prac badawczych nad IV generacją reaktorów, USA i Kanada badają możliwość wykorzystania zużytego uranu do zasilania reaktorów powielających potencjalnie czyniąc zapasy zużytego uranu cennym źródłem paliwa w przyszłości.

## Badania i rozwój

Rozpoznając duże znaczenie jakie technologia SMR może mieć dla obniżenia kosztów energii, a tym samym konkurencyjności gospodarek, rządy na całym świecie aktywnie włączają się w finansowanie projektów rozwojowych. Na moment sporządzenia niniejszego opracowania prowadzonych jest ok. 70 programów badawczych, w tym finansowania projektów demonstracyjnych.

## Rządowe programy rozwojowe

USA i Kanada stworzyły dedykowane fundusze (Canada Growth Fund, Loan Program Office) oraz programy prowadzone przez banki rozwojowe (SMR Funding Awards, Project Phoenix), których celem jest zapewnienie finansowania w postaci pożyczek lub gwarancji konkretnie dla budowy i utrzymania projektów atomowych, które spełniają kryteria określone w rządowych strategiach.

## Likwidacja elektrowni atomowych

Podobnie jak w przypadku rodzimej energetyki węglowej, rządy na świecie stworzyły specjalne fundusze zasilane wpłatami od operatorów elektrowni atomowych. Za ustalanie wysokości opłat i ich zbieranie odpowiadają niezależne agencje rządowe, które do czasu wydatkowania środków na likwidację elektrowni inwestują zgromadzone środki w bezpieczne instrumenty finansowe np. obligacje skarbu państwa.

1. Podziemne składowisko Onkalo ma szacowaną pojemność 78 tys. t. Wg Nuclear Energy Agency, w 2019 roku Finlandia wyprodukowała 167 t. zużytego paliwa.

# Suplement do podsumowania zarządczego (5/6)

W obliczu walki ze zmianami klimatycznymi wdrożenie SMR to szansa dla utrzymania i wzmocnienia pozycji konkurencyjnej polskiej gospodarki i jej stopniowej transformacji w kierunku zero-emisyjności. **Zidentyfikowane działania na rzecz rozwoju SMR w Polsce to:**

## Obszar regulacyjny

- **Koncentracja polskiego regulatora na kilku wybranych technologiach SMR.** Spośród 6 podmiotów (GEH, NuScale, Last Energy, EDF, Rolls-Royce, USNC), które wymieniane są jako potencjalni dostawcy technologii SMR dla Polski, należy wybrać i skupić wysiłki regulacyjno-procesowe wokół wybranych 2-3 technologii w zależności od zastosowania. Obszerny zakres oraz złożoność zagadnień technicznych wymaga czasu i szerokich kompetencji dozoru jądrowego dla weryfikacji każdej zgłoszonej technologii. Czasochłonność procesu regulacyjnego ma zasadniczy wpływ na koszty i harmonogram projektu. Technologie SMR będą oceniane przez regulatora i organy decyzyjne niejako w drugiej kolejności po wielkoskalowych projektach nuklearnych, a obecne plany wskazują na wybór co najmniej dwóch technologii wielkoskalowych (Westinghouse AP1000 i KHNP APR1400). Co więcej, ograniczenie liczby technologii SMR z uwzględnieniem m.in. jej dopasowania do wybranego zastosowania, istniejącej infrastruktury, poziomu partycypacji przemysłu krajowego w łańcuchu dostaw technologii oraz bezpieczeństwa dostaw paliwa, to decyzja strategiczna dla bezpieczeństwa energetycznego kraju, która zapewni odpowiedni poziom konkurencji pomiędzy dostawcami, dając jednocześnie szansę na specjalizację organów certyfikujących i akceptujących projekty inwestycyjne.
- **Opracowanie pakietu regulacji** obejmującego model wsparcia, zasady certyfikacji technologii i projektów inwestycyjnych oraz wytyczne lokalizacyjne. Wytyczne lokalizacyjne mogą stanowić narzędzie polityki rozwoju przemysłu na wybranych terenach.

## Aspekt ESG i Coal-2-Nuclear

- **Wykorzystanie statusu energetyki atomowej jako źródła energii wspierającego transformację energetyczną.** Projekty SMR powinny być promowane jako rozwiązania zgodne ze strategią *Europejskiego Zielonego Ładu*, co podniesie ich atrakcyjność dla inwestorów i instytucji finansowych kierujących się polityką ESG.
- **Adaptacja aktywów węglowych na potrzeby SMR.** Wykorzystanie zaplecza infrastruktury, wytworzonej na potrzeby elektrowni węglowych pozwoli obniżyć koszty budowy floty elektrowni SMR od 15 do 30%.

# Suplement do podsumowania zarządczego (6/6)

## Strategia społeczna

- **Powszechna edukacja społeczna i promocja energetyki atomowej.** W celu osiągnięcia największej efektywności produkcji, SMR-y jako źródła ciepła systemowego powinny być lokalizowane blisko dużych skupisk ludności. Pomimo ponad 86% wskaźnika poparcia dla energetyki atomowej w Polsce<sup>(1)</sup>, akceptacja inwestycji przez lokalne społeczności wymaga znajomości i zrozumienia technologii SMR, w tym przede wszystkim zastosowanych w niej restrykcyjnych systemów bezpieczeństwa.
- **Tworzenie wykwalifikowanych kadr.** W świetle rozwoju programów wielkoskalowej energetyki jądrowej i technologii SMR, polskie uczelnie techniczne muszą zwiększyć liczbę kierunków i miejsc dla studentów w dziedzinie fizyki, inżynierii jądrowej czy ochrony środowiska.

## Działania na arenie międzynarodowej

- **Nawiązanie relacji i dialogu z międzynarodowymi instytucjami.** Polski rząd powinien aktywnie współpracować z Komisją Europejską w zakresie regulacji dot. pomocy publicznej w odniesieniu do finansowania projektów z budżetu państwa oraz modeli gwarancji przychodów. Ze względu na wysokie wymagania bezpieczeństwa i raportowania, Polska będzie musiała zacieśnić współpracę z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej i przygotować się do standardów sprawozdawczych i audytowych.
- **Wykorzystanie zagranicznych programów rozwojowych.** Polska może być beneficjentem:

1

Programów rozwojowych, takich jak projekt phoenix,

2

Instytucji finansujących wdrożenie technologii, takich jak Bank Eksportowo-Importowy Stanów Zjednoczonych (EXIM) czy Agencja Inwestycji Rozwojowych Stanów Zjednoczonych (DFC),

3

Agencji rządowych finansujących przygotowanie projektów i budowanie partnerstwa, takich jak Amerykańska Agencja Handlu i Rozwoju (USTDA).

1. Badanie Ministerstwa Klimatu i Środowiska, listopad 2022 r..







<http://kpmg.pl>

© 2023 KPMG Advisory Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., polska spółka komandytowa i członek globalnej organizacji KPMG składającej się z niezależnych spółek członkowskich stowarzyszonych z KPMG International Limited, prywatną spółką angielską z odpowiedzialnością ograniczoną do wysokości gwarancji. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Nazwa i logo KPMG są znakami towarowymi używanymi na podstawie licencji przez niezależne firmy członkowskie globalnej organizacji KPMG.

**Klasyfikacja Dokumentu: KPMG Publiczne**