

Plan działania dotyczący małych reaktorów modułowych w Polsce

Wprowadzenie

Małe reaktory modułowe (SMR) stają się jednym z ważnych elementów przyszłego koszyka energetycznego Polski, który będzie miał wpływ na bezpieczeństwo dostaw, dekarbonizację i rozwój gospodarczy. Wypracowanie ustrukturyzowanego planu działania może pomóc w sprecyzowaniu etapów, wymagań i czynników, które należy uwzględnić przy ewentualnym wdrożeniu tej technologii.

Niniejszy dokument ma służyć jako źródło informacji dla polskich decydentów politycznych i zawiera wytyczne pomocne w opracowaniu rzetelnego planu działania dotyczącego małych reaktorów modułowych (SMR) w Polsce. Celem dokumentu jest przekazanie konkretnych rozwiązań oraz wskazówek które mogą pomóc zarówno w dostosowaniu ram prawnych, wyborze lokalizacji, zwiększeniu możliwości pozyskania finansowania oraz w budowaniu zaufania inwestorów i zapewnieniu długoterminowej rentowności w kontekście polskim.

Rysunek 1: Plan działania dotyczący budowy SMR i narzędzia finansowe



Zalecenia dotyczące skutecznego wdrożenia reaktorów SMR w Polsce

Zapewnienie koordynacji międzyresortowej i potencjału instytucjonalnego. Treść Polityki Energetycznej Polski 2040 wskazuje jasno potrzebę wzmocnienia koordynacji między ministerstwami (energii, gospodarki, finansów) i organami regulacyjnymi w celu ujednolicenia polityki prawnej, regulacyjnej i fiskalnej. Przejrzyste procesy decyzyjne oraz zaangażowanie interesariuszy będą miały kluczowe znaczenie dla zapewnienia zaufania opinii publicznej i inwestorów prywatnych.

Uznanie strategicznej roli technologii SMR poprzez rząd w celu podziału i złagodzenia ryzyka związanego z wdrożeniem innowacyjnych technologii jądrowych. Istnieje kilka modeli które mogą być pomocne we wsparciu technologii SMR:

- Kontrakty różnicowe (CfD) zapewniają stabilność przychodów i zmniejszają ryzyko inwestycji związane z cenami rynkowymi dla wytwórców realizujących pierwsze projekty SMR.
- Ustanowienie krajowych ram modelu regulacyjnej wartości aktywów (RAB) lub podobnych instrumentów, podlegających ścisłemu nadzorowi regulacyjnemu, zapewniających przejrzystość kosztów, ochronę konsumentów i obniżenie kosztów kapitału.
- Ułatwienie zawierania długoterminowych umów sprzedaży energii elektrycznej (PPA), w porozumieniu z Komisją Europejską, które mogłyby zapewnić długoterminowy i stały strumień przychodu dla reaktorów SMR zlokalizowanych w strefach przemysłowych lub obsługujących sieci ciepłownicze.

Wsparcie rozwoju technologii SMR poprzez partnerstwo publiczno-prywatne z potencjalnym udziałem państwowych spółek energetycznych i wspierane przez np. instrument stabilizacji kosztów, aby przyciągnąć kapitał od prywatnych inwestorów. Udział państwa w projekcie został wskazany przez prywatnych inwestorów jako warunek wstępny budujący zaufanie co do przyszłości projektu.

Pozycjonowanie Polski jako lider technologii SMR w celu zapewnienia wczesnego dostępu do krytycznych zasobów łańcucha dostaw w Europie. Podjęcie działań na wielu płaszczyznach już teraz pozwoli Polsce zabezpieczyć strategiczne moce produkcyjne, pozyskać kontrakty i wykwalifikowane kadry, jednocześnie umacniając się jako regionalne centrum integracji i usług SMR w Europie Środkowo-Wschodniej.

Umożliwienie udziału sektora przemysłowego poprzez strukturę klastrów. Ułatwianie tworzenia modeli pilotażowych, w ramach których podmioty przemysłowe mogą współdzielić ryzyko i korzyści wynikające z projektów SMR, szczególnie w klastrach ciepłowniczych i przemysłowych. Odpowiednio przygotowane ramy prawne i programy wsparcia powinny umożliwiać podmiotom przemysłowym dostęp do energii elektrycznej i ciepła w oparciu o przewidywalne koszty i sprawiedliwy podział ryzyk.

Wykorzystanie instrumentów zielonego finansowania zgodnych z taksonomią UE. Nowe hybrydowe mechanizmy publiczno-prywatne i narzędzia finansowe powinny być skonstruowane w sposób umożliwiający finansowanie projektów SMR zgodne ze standardami UE, w celu zmniejszenia ryzyka związanego z wczesnym etapem rozwoju oraz przyciągnięcia kapitału inwestycyjnego.

Opracowanie strategii dotyczącej składowiska wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych (HLW) w ramach planu wdrażania dotyczącego SMR. Zintegrowanie budowy składowiska w procesie opartym na dobrowolności i zgodzie społeczności lokalnych równoległe z wdrażaniem SMR przy jednoczesnym przestrzeganiu wymogów MAEA i EURATOM w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i gospodarki odpadami.

Wprowadzenie i kontekst

SMR w Polsce

Obecnie transformacja energetyczna w Polsce napotyka wiele wyzwań ze względu na zależność od węgla, starzejącą się infrastrukturę i ograniczenia fiskalne. Tradycyjna dominacja węgla w polskim sektorze energetycznym w dalszym ciągu determinuje kierunek rozwoju kraju, który chce dążyć do zrównoważonej i niskoemisyjnej przyszłości. Jako jedna z pięciu [najbardziej uzależnionych od produkcji¹ przemysłowej](#) gospodarek w Europie z systemem energetycznym bazującym na źródłach energii o wysokim poziomie emisji dwutlenku węgla, Polska musi poradzić sobie ze złożonością i niepewnością związaną z transformacją systemu energetycznego przy jednoczesnym zagwarantowaniu konkurencyjności, stabilności gospodarczej i bezpieczeństwa energetycznego.

W procesie transformacji energetycznej Polska może skorzystać z małych reaktorów modułowych (SMR). Ich główne zalety, według producentów, to niższe koszty inwestycyjne, większe bezpieczeństwo, elastyczna lokalizacja oraz szybkie wdrożenie, co dobrze odpowiada polskim potrzebom energetycznym. Reaktory SMR można integrować z rozwijanymi klastrami przemysłowymi lub zastępować nimi likwidowane elektrownie węglowe, zapewniając stabilność sieci energetycznej i dostarczając czystą energię elektryczną i ciepło na żądanie na potrzeby produkcji przemysłowej i ogrzewania budynków mieszkalnych. Dodatkowo istotnym aspektem jest zapewnienie sprawiedliwej transformacji obecnym kadrom elektrowni węglowych. Integrować z istniejącymi klastrami przemysłowymi lub zastępować nimi likwidowane elektrownie węglowe, zapewniając stabilność sieci energetycznej i dostarczając czystą energię elektryczną i ciepło na żądanie na potrzeby produkcji przemysłowej i ogrzewania budynków mieszkalnych. Dodatkowo istotnym aspektem jest zapewnienie sprawiedliwej transformacji obecnym kadrom elektrowni węglowych. Integrować z istniejącymi klastrami przemysłowymi lub zastępować nimi likwidowane elektrownie węglowe, zapewniając stabilność sieci energetycznej i dostarczając czystą energię elektryczną i ciepło na żądanie na potrzeby produkcji przemysłowej i ogrzewania budynków mieszkalnych. Dodatkowo istotnym aspektem jest zapewnienie sprawiedliwej transformacji obecnym kadrom elektrowni węglowych.

Akceptacja społeczna i zdolność państwa do opracowywania długoterminowych, politycznie trwałych polityk opartych na proaktywnym planowaniu i skutecznej koordynacji powinny stanowić część ścieżki dekarbonizacji, której jednym z głównych filarów jest energia jądrowa. Z [sondaży z listopada 2024 r. przeprowadzonych przez Ministerstwo Przemysłu wyraźnie wynika](#), że 93% Polaków opowiada się za budową reaktorów jądrowych w Polsce, a prawie 80% jest gotowych zaakceptować budowę elektrowni w pobliżu swoich domów. Stwarza to korzystne warunki dla wdrażania reaktorów SMR, które są często bardziej akceptowalne na poziomie społeczności lokalnych ze względu na niewielkie rozmiary i zaawansowane systemy bezpieczeństwa.

Kontekst UE

W Unii Europejskiej (UE) energia jądrowa odgrywa kluczową rolę w produkcji energii i dekarbonizacji. W państwach członkowskich UE działa ok. 100 reaktorów jądrowych, a planowane lub proponowane jest powstanie kolejnych 30. Łączna moc działających reaktorów wynosi 94,7 GWe. W 2024 r. zaspokajały one prawie 23% zapotrzebowania państw członkowskich na energię elektryczną. Celem UE jest osiągnięcie neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla do 2050 r., z pośrednimi kamieniami milowymi, takimi jak pakiet „Fit for 55”, który ma na celu zmniejszenie do 2030 r. emisji gazów cieplarnianych netto (GHG) o 55% w porównaniu z poziomami z 1990 r.² Na uwagę zasługuje fakt, że w niedawno opublikowanym dokumencie strategicznym Komisji Europejskiej zatytułowanym *Pakt dla czystego przemysłu* (ang. *Clean Industrial Deal*), za równie ważne uznane zostały dekarbonizacja i konkurencyjność.

¹ Decarbonising Poland's Power System: A Scenario-Based Evaluation – Clean Air Task Force

² https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en

Aby zrealizować te ambicje i zapewnić niezawodne dostawy dużych ilości niskoemisyjnej energii niezbędnej w przyszłości, w której podstawową rolę będzie pełnić energia elektryczna, zależne od pogody odnawialne źródła energii muszą być uzupełnione czystymi, stałymi źródłami energii, takimi jak energia jądrowa, które wytwarzają energię elektryczną na żądanie, niezależnie od warunków pogodowych lub pory dnia, przy minimalnych emisjach. Zarówno duże, jak i małe reaktory przybliżą Polskę do realizacji celów związanych z dekarbonizacją.

Obecnie na świecie działają tylko dwie elektrownie SMR – w Chinach i Rosji. W krajach zachodnich projekty znajdują się w różnych fazach przedrozwojowych lub przedlicencyjnych.

Tabeli 1: Globalne technologie SMR według etapu rozwoju

Na podstawie NEA Dashboard, lista nie jest pełna.

Kraj	Status	Projekt / Technologia	Uwagi
Rosja	Eksploatacja	RITM-200	Licencjonowany, działa na lodołamaczach
Chiny		HTR-PM	Działa jako komercyjny reaktor demonstracyjny
Chiny	Budowa	CNNC ACP100 (Linglong One)	W trakcie budowy
Kanada		GE Hitachi BWRX-300	Wydana decyzja lokalizacyjna, pozwolenie na budowę w toku
Stany Zjednoczone		X-energy Xe-100	Wstępne zezwolenie NRC, wniosek o pozwolenie na budowę złożony w 2025 r.
Stany Zjednoczone/ Kanada	Uzyskiwanie licencji / pozwoleń	ARC-100	Zakończona Faza 2 przeglądu projektu przez dostawców CNSC
Wielka Brytania		Rolls-Royce SMR	Faza 2 GDA w toku
Stany Zjednoczone		Seria NuScale VOYGR	Zezwolenie NRC na moc 50 MWe, SDA dla 77 MWe
Unia Europejska		EU-SMR-LFR	Ansaldo Nucleare, SCK CEN, ENEA, RATEN
Unia Europejska	Projekt / koncepcja	CityHeat	Calogena, Steady Energy
Stany Zjednoczone		Projekt Quantum	Last Energy
Wielka Brytania / Włochy		European LFR AS	newcleo
Francja		NUWARD	EDF
Polska		Europejski BWRX-300 SMR	ORLEN Synthos Green Energy
Wielka Brytania		Rolls-Royce SMR	
Rumunia		NuScale VOYGR™ SMR (RoPower Nuclear)	
Unia Europejska		Thorizon One	THORIZON
Stany Zjednoczone		TerraPower Natrium	Lokalizacja: Kemmerer, wstępne zezwolenie NRC

W Unii Europejskiej rośnie zainteresowanie reaktorami SMR w kontekście przejścia na czystą energię (SMR Industry Alliance), działań na rzecz bezpieczeństwa energetycznego i przywództwa technologicznego. Choć nie wszystkie państwa członkowskie są na tym samym etapie zaawansowania, kilka z nich aktywnie realizuje studia wykonalności SMR, nawiązuje partnerstwa z dostawcami i opracowuje ramy regulacyjne, jak przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2: Projekty i plany wdrożenia SMR w UE

Na podstawie oficjalnych źródeł; dane nie są pełne.

Kraj	Projekt / Firma	Status (według oficjalnego źródła)	Oczekiwany termin wdrożenia (według oficjalnego źródła)
Francja	NUWARD (EDF)	W fazie projektowania i opracowywania programu.	Do 2030 roku
Rumunia	NuScale Voygr (Nuclearelectrica / RoPower)	Podpisana umowa FEED Faza 2 (lipiec 2024 r.); potwierdzona lokalizacja Doicești; kontrola IAEA SEED wykazała, że proces wyboru lokalizacji został przeprowadzony prawidłowo.	2029 ³
Czechy	Rolls-Royce SMR + ČEZ	Podpisana umowa na wykonanie prac przygotowawczych (pozyskanie licencji, oceny oddziaływania na środowisko) dla lokalizacji Temelin (lipiec 2025 r.).	Nie ogłoszono oficjalnej daty wdrożenia
Szwecja	Vattenfall + GE Hitachi lub Rolls-Royce	Rozpoczęto studia wykonalności – Vattenfall ocenia opcje wdrożenia SMR w Ringhals ⁴	Nie ogłoszono oficjalnej daty wdrożenia (Vattenfall podaje jedynie, że „trwa opracowanie studium wykonalności”).
Estonia	Fermi Energia (BWRX-300)	Wybrano technologię BWRX-300; trwają prace przedlicencyjne.	Do 2035 roku ⁵
Polska	OSGE (Orlen Synthos Green Energy – BWRX-300)	Zaawansowana faza planowania; wybrano pierwszą lokalizację – Włocławek.	Dwa bloki SMR o łącznej mocy 0,6 GW do 2035 r.
Włochy	newcleo + ENEA (współpraca w zakresie badań i rozwoju)	Bieżąca współpraca w zakresie badań i rozwoju oraz projektowania – zaawansowane projekty rozwoju reaktorów w toku.	Nie ogłoszono oficjalnej daty wdrożenia
Finlandia	Steady Energy (LDR-50 – reaktor SMR do celów ciepłownictwa systemowego)	Etap przedkomercyjny; pozytywna wstępna ocena regulatora (STUK); trwają przygotowania do instalacji pilotażowej.	Steady Energy: instalacja pilotażowa planowana na początek dekady 2030. ⁶

Ponadto zainteresowanie reaktorami SMR jako przyszłym zamiennikiem lub uzupełnieniem istniejących elektrowni jądrowych wyraziły Holandia, Bułgaria, Chorwacja, Słowacja i Słowenia.

³ [Romania / Phase 2 Feed Agreement A Step Towards SMR Deployment In 2029](#)

⁴ <https://group.vattenfall.com/press-and-media/pressreleases/2025/vattenfall-moves-forward-with-nuclearpower-suppliers-ge-vernova-and-rolls-royce-smr-and-invites-to-a-qa-session>

⁵ <https://fermi.ee/en/ajajoon/>

⁶ [Steady Energy | Steady Energy completes €32 million funding round, accelerates towards world's first commercial SMR, constructs pilot plant in Helsinki city centre](#)

Wartość dodana i miejsce reaktorów SMR w polskim systemie energetycznym

Technologie SMR mogą odegrać znaczącą rolę w polskim systemie energetycznym, uzupełniając duże bloki o mocy rzędu gigawatów oraz inne technologie niskoemisyjne. Zdefiniowanie luki, którą mogłaby wypełnić technologia SMR, pomoże określić rodzaj wsparcia niezbędnego do jej wdrożenia. Wśród obszarów, w których SMR mogą wnieść dodatkową wartość, można wymienić następujące:

- **Dekarbonizacja energochłonnego przemysłu.** Małe reaktory jądrowe oferują wyjątkową szansę na dekarbonizację polskiego przemysłu i zapobieganie ucieczce emisji poprzez umieszczanie małych reaktorów jądrowych w pobliżu zakładów przemysłowych. Reaktory SMR mogą przyczynić się do wzmocnienia konkurencyjności przemysłu, zwłaszcza w sektorach, w których trudno jest zredukować emisje
- **Stymulowanie rozwoju gospodarczego obszarów wokół zamykanych elektrowni węglowych.** Przechodzenie od węgla do energii jądrowej, a także niedawno ogłoszony komunikat ministerstw w sprawie możliwych lokalizacji EJ2 potwierdzają, że tereny zamykanych elektrowni węglowych mogą zostać przeznaczone pod małe reaktory modułowe. Pomoże to ożywić regionalne rynki pracy, a także zapewnić zasilanie sieci energetycznej w miejscach, gdzie nie ma możliwości budowy elektrowni o mocy rzędu gigawatów.
- **Ciepłownictwo systemowe.** Propozycja zaktualizowanego PPEJ zwraca również uwagę na system ciepłowniczy, w którym małe reaktory modułowe zapewniałyby szereg rozwiązań umożliwiających dekarbonizację polskiego systemu ciepłowniczego.

Oprócz rozważenia kosztów tych innowacyjnych technologii, konieczne jest oszacowanie kosztów niepodjęcia takich działań, co potencjalnie może prowadzić do opóźnienia dekarbonizacji, przenoszenia działalności poza UE przez podmioty przemysłowe, wzrostu wahań cen na rynkach energii z powodu zwiększonego uzależnienia od importowanego gazu ziemnego a nawet przerw w dostawie energii w przypadku luk mocy. W związku z powyższym należy przeprowadzić ewaluację alternatywnego scenariusza (brak pomocy publicznej dla technologii SMR), uwzględniając również koszty potencjalnych przerw w dostawie energii, aby uzyskać informacje potrzebne do podjęcia decyzji dotyczących odpowiedniego poziomu wsparcia ze środków publicznych.

Plan działania w zakresie wdrażania SMR w Polsce

Faza I: Wykonalność, uzyskanie licencji i przygotowanie projektu

Pierwsza faza kładzie podwaliny pod wdrożenie SMR. Obejmuje ona dokładną ocenę lokalizacji, badania środowiskowe i bezpieczeństwa, wstępny projekt techniczny oraz wczesne zaangażowanie lokalnych społeczności i interesariuszy. Aby zapewnić zgodność z normami bezpieczeństwa jądrowego i normami UE, niezbędne jest wprowadzenie silnego nadzoru regulacyjnego.

Zalecamy, aby rząd Polski wspierał tę fazę poprzez:

- Opracowanie mechanizmów zmierzających do lepszej koordynacji działań związanych z rozwojem SMR między różnymi ministerstwami i agencjami polskiego rządu.
 - Koordynacja powinna obejmować agregację popytu, licencjonowanie, rozwój łańcucha dostaw, planowanie zasobów ludzkich i działania informacyjne.
- Ustanowienie przepisów regulacyjnych dotyczących reaktorów SMR
 - Jasna i spójna ścieżka rozwoju powinna odzwierciedlać podwójną rolę technologii SMR w dostawach energii elektrycznej i ciepła technologicznego lub sieciowego.
- Wykorzystanie zarówno środków publicznych, jak i prywatnych do sfinansowania pierwszych bloków definiując tym samym krajowe oraz europejskie interesy strategiczne

- Pozyskiwanie funduszy UE
 - Wsparcie rozwoju projektu w celu współfinansowania prac nad projektem technicznym, wczesnych etapów projektowania i wstępnych ocen bezpieczeństwa.
 - Wsparcie dla rozwoju lokalizacji w regionach zależnych od węgla, w tym przekwalifikowanie pracowników, planowanie lokalnej gospodarki i konsultacje społeczne.
- Przyznanie krajowych środków publicznych za pośrednictwem odpowiednich ministerstw w celu wzmocnienia infrastruktury regulacyjnej
 - Wzmocnienie potencjału Państwowej Agencji Atomistyki (PAA) i Urzędu Regulacji Energetyki (URE) w celu umożliwienia sprawnego, równoległego licencjonowania dużych i małych projektów jądrowych.

Faza II: Demonstracja technologii SMR w Polsce (First of a Kind)

Zakończenie budowy pierwszego w Polsce bloku SMR umożliwi potwierdzenie wykonalności zastosowanej technologii oraz wstępną ocenę potencjału ekonomicznego. Faza ta wymaga starannie wyważonego modelu finansowego, aby odpowiednio zarządzać ryzykiem inwestycyjnym na wczesnym etapie i przyciągnąć kapitał prywatny; należy przyjąć, że wdrożenie FOAK prawdopodobnie będzie wiązało się z wyższymi nakładami inwestycyjnymi, które można obniżyć podczas budowy kolejnych bloków, wykorzystując wiedzę zdobytą dzięki doświadczeniu zdobytym podczas inwestycji FOAK i podejściu flotowemu.

Na tym etapie można zastosować szereg instrumentów finansowych:

- Współinwestowanie ze środków publicznych: Polski Fundusz Rozwoju (PFR⁷) i/lub Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK) mogą działać jako strategiczni partnerzy kapitałowi, reprezentując interes publiczny i pomagając w pozyskaniu dodatkowego kapitału
- Kontrakty różnicowe (CfD): Wprowadzenie długoterminowego, specyficznego dla danej technologii systemu CfD pod nadzorem regulacyjnym Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Powinno to obejmować z góry określoną cenę równowagi za megawatogodzinę, zatwierdzoną zgodnie z unijnymi zasadami udzielania pomocy publicznej (art. 107 ust. 3 lit. c) TFUE).
- Umowy sprzedaży energii elektrycznej (PPA) z odbiorcami przemysłowymi lub korporacyjnym
- Zielony kredyt z Europejskiego Banku Inwestycyjnego (EBI): Wskazane jest wystąpienie do EBI o finansowanie na preferencyjnych warunkach, ponieważ reaktory SMR są objęte taksonomią UE jako zrównoważona działalność gospodarcza.

Faza III: Wdrożenie floty, struktura właścicielska i osiągnięcie skali komercyjnej

Przed uruchomieniem pierwszego bloku należy ukierunkować krajową strategię na wdrożenie floty i zwiększenie skali projektu SMR do kilku lokalizacji. Do takiego rozszerzenia niezbędny będzie niezawodny i powtarzalny model finansowania, który będzie w stanie przyciągnąć długoterminowych inwestorów infrastrukturalnych i partnerów z sektora przemysłu bez konieczności dalszych bezpośrednich inwestycji ze strony polskiego rządu.

Przed uruchomieniem pierwszego bloku SMR krajowa strategia Polski musi przewidywać przejście od fazy demonstracyjnej do wdrożenia floty. Osiągnięcie skali komercyjnej będzie wymagało wyjścia poza jednostkowe projekty w kierunku znormalizowanego, powtarzalnego modelu wdrożenia, który obniża koszty jednostkowe,

⁷ [Polski Fundusz Rozwoju S.A. - Serwis korporacyjny](#)

⁸ <https://www.opg.com/stories/opg-working-to-deploy-smr-fleet-to-help-power-ontarios-clean-energyfuture/>

¹⁰ <https://www.ft.com/content/81d6ed9d-a1a0-4b53-a9da-6d895c9d1e6d?>

skraca czas budowy i buduje zaufanie inwestorów. Podejście flotowe z uruchomieniem wielu reaktorów SMR w kilku lokalizacjach przy użyciu wspólnego projektu umożliwia uzyskanie korzyści skali, budowanie wspólnych łańcuchów dostaw, usprawnienie procesu pozyskiwania licencji i specjalizacji pracowników, z których wszystkie mają kluczowe znaczenie dla konkurencyjności tej technologii.

Doświadczenia międzynarodowe potwierdzają znaczenie wczesnego planowania floty reaktorów. Kanada realizuje skoordynowany, obejmujący wiele prowincji plan działania dotyczący SMR, w którym pierwszy reaktor demonstracyjny i kolejne trzy bloki w Darlington będą służyć jako punkt odniesienia dla kolejnych bloków w prowincjach Saskatchewan i Alberta, realizowanych w ramach jednolitych ram regulacyjnych i wspólnych łańcuchów dostaw⁸. Wielka Brytania włączyła wdrożenie floty do swojego programu SMR, a projekt SMR firmy Rolls-Royce był od samego początku skonstruowany pod kątem masowej produkcji i montażu modułowego⁹. Fiński model Mankala, choć pierwotnie zastosowany do wielkoskalowej energetyki jądrowej, stanowi użyteczny precedens własności spółdzielczej¹⁰, w której interesariusze przemysłowi wspólnie ponoszą ryzyko związane z projektem i otrzymują energię elektryczną „po kosztach” – jest to podejście, które można zaadaptować do polskich SMR w klastrach przemysłowych i sieciach ciepłowniczych.

Jak wyjaśniono wcześniej, takie wdrożenie będzie możliwe dzięki uprzedniemu ustanowieniu przejrzystych i stabilnych ram finansowania i własności. Takie podejście zastosowano w Szwecji, dzięki czemu udało się zwiększyć zaufanie inwestorów i skłonić energochłonne gałęzie przemysłu do podjęcia bezpośrednich inwestycji w elektrownie jądrowe w Szwecji, co zapewniło im dostęp do taniej, niezawodnej i czystej energii elektrycznej oraz pozwoliło zachować konkurencyjność. W przypadku strategicznych lub wspieranych ze środków publicznych projektów SMR, do ustabilizowania przychodów i obniżenia kosztów kapitału mogłyby posłużyć dwustronne kontrakty różnic kursowych (CfD) lub model regulacyjnej wartości aktywów (RAB). W przypadku prywatnych reaktorów SMR, szczególnie w strefach przemysłowych lub sieciach ciepłowniczych, długoterminowe umowy sprzedaży energii elektrycznej (PPA) mogą zapewnić przewidywalne zyski przy jednoczesnym zabezpieczeniu popytu ze strony sektora przemysłowego. Należy również brać pod uwagę podejścia hybrydowe, takie jak SaHo¹¹ lub struktury typu Mankala, które pozwalają poszerzać bazę inwestorów i dostosowywać zachęty do potrzeb różnych interesariuszy.

Modele finansowania muszą ewoluować wraz ze skalą wdrożenia. Pierwsze projekty mogą wymagać silnego zaangażowania państwa w celu zarządzania ryzykiem związanym z budową reaktora pierwszego w swoim rodzaju, ale kolejne projekty powinny w coraz większym stopniu wykorzystywać kapitał prywatny i instrumenty zielonego finansowania zgodne z taksonomią UE (zielone obligacje, Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji). Co ważne, podniesienie skali projektów SMR do poziomu floty wymaga koordynacji międzyresortowej w celu dostosowania polityki energetycznej, przemysłowej i finansowej, a także wypracowania jasnych ram regulacyjnych umożliwiających zarządzanie wieloma ustandaryzowanymi blokami w kilku lokalizacjach.

Poprzez włączenie wdrażania floty do strategii krajowej i czerpanie z doświadczeń krajów takich jak Kanada, Wielka Brytania, Szwecja i Finlandia, Polska może uniknąć pułapki reaktora „pierwszego w swoim rodzaju”, osiągnąć redukcję kosztów poprzez powtarzalność oraz ugruntować pozycję małych reaktorów modułowych nie jako odizolowanych projektów pilotażowych, ale jako kamienia węgielnego długoterminowej strategii dekarbonizacji i bezpieczeństwa energetycznego.

Ponieważ energia jądrowa coraz bardziej zyskuje na znaczeniu w państwach członkowskich UE, kryteria kwalifikowalności do finansowania ze środków unijnych powinny ewoluować w celu zapewnienia neutralności technologicznej i poszanowania prawa państw członkowskich do określania własnego koszyka energetycznego.

⁸ <https://www.opg.com/stories/opg-working-to-deploy-smr-fleet-to-help-power-ontarios-clean-energyfuture/>

⁹ <https://www.ft.com/content/81d6ed9d-a1a0-4b53-a9da-6d895c9d1e6d?>

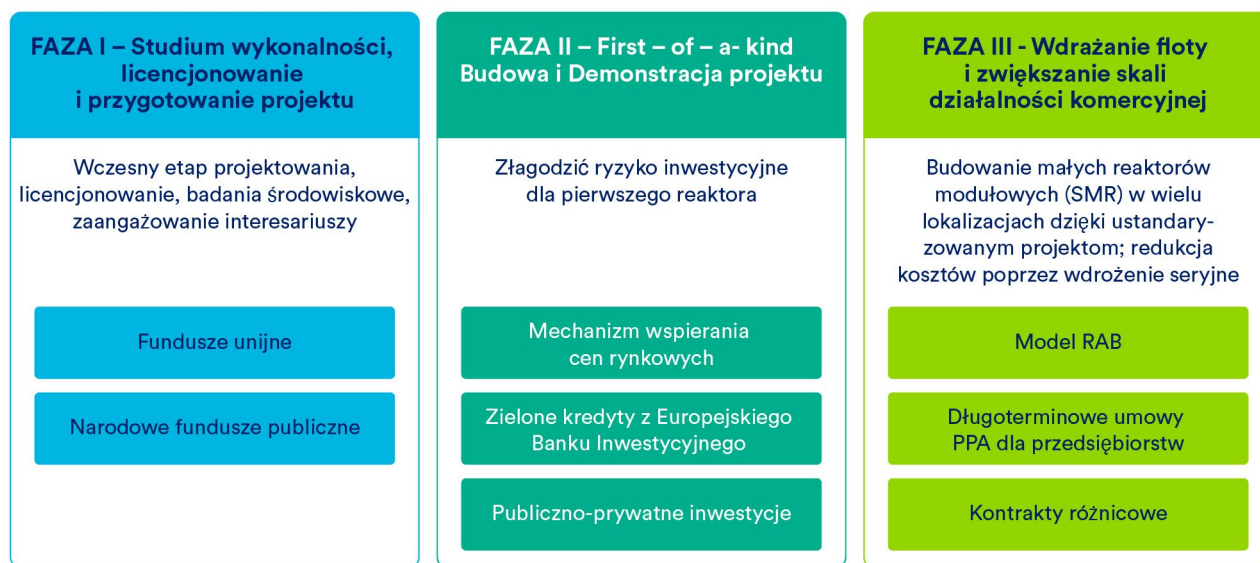
¹⁰ https://www.ifnec.org/ifnec/upload/docs/application/pdf/2018-11/s3_3_fin_korteniami.pdf?

¹¹ [Model SaHo - strona główna](#) - autorami są Łukasz Sawicki i Prof. Bożena Horbaczewska

Unijne mechanizmy finansowania powinny zatem wspierać energię jądrową, jako jedną z technologii niskoemisyjnych, na etapach badań i rozwoju, projektowania, licencjonowania i budowy. Obecnie dostępność funduszy UE jest bardzo ograniczona, nie licząc niewystarczającego obecnie programu EURATOM. Aby dostosować rozwój energii jądrowej do poziomu ambicji określonego przez państwa członkowskie, technologie jądrowe powinny uzyskać dostęp do odpowiednich unijnych narzędzi finansowania.

Polska powinna rozważyć koordynację działań z innymi państwami członkowskimi na szczeblu UE, aby zadbać o neutralność technologiczną kolejnych ram budżetowych UE. Biorąc pod uwagę strategiczną rolę reaktorów SMR i wielkoskalowych projektów jądrowych w dostarczaniu niezawodnej, niskoemisyjnej energii podstawowej i wspieraniu dekarbonizacji przemysłu, istnieją mocne argumenty przemawiające za tym, aby zapewnić równe traktowanie tych technologii z innymi czystymi źródłami energii w ramach instrumentów finansowych UE. Współpracując z państwami członkowskimi o podobnych poglądach, Polska mogłaby zapewnić spójne ramy dla energii jądrowej, ponieważ po spełnieniu określonych warunków uznaje się ją za zgodną z taksonomią. W tym kontekście ułatwienie dostępu do odpowiednich instrumentów mogłoby pomóc państwom członkowskim takim jak Polska w przekształcaniu dawnych kopalń węgla w nową infrastrukturę energetyczną, przy jednoczesnym wspieraniu zrównoważonej i uwzględniającej specyfikę regionalną ścieżki transformacji.

Rysunek 2: Plan działania w zakresie wdrażania SMR i narzędzia finansowe



Czynniki wspomagające i struktury wsparcia

Modele wdrażania

SMR, podobnie jak inne technologie jądrowe, wiążą się ze znacznymi nakładami na rozwój na obecnym wczesnym etapie wdrażania, zważywszy, że na całym świecie realizowanych jest zaledwie kilka wdrożeń technologii SMR. Jedną z kluczowych kwestii, które należy rozważyć, jest to, który interesariusz w polskim ekosystemie energetycznym jest najlepiej przygotowany do ponoszenia i łagodzenia potencjalnego ryzyka związanego z takim projektem oraz do skutecznej realizacji projektu SMR. W zależności od poziomu ambicji związanego z SMR rząd może wdrożyć różne podejścia w celu realizacji projektów SMR.

Niektóre z dostępnych opcji do rozważenia to:

- **Inwestycje spółdzielcze.** Rząd współfinansuje wraz z inwestorami indywidualny projekt lub portfel zamówień; projekty są współwłasnością podmiotów prywatnych i publicznych. Inwestycje bezpośrednie mogą pochłaniać znaczne środki z budżetu państwa.
- **Instrument stabilizacji kosztów.** Rząd zapewnia mechanizm przejmowania wcześniej uzgodnionej części zobowiązań wynikających z przekroczenia budżetu od inwestora, aby przyciągnąć kapitał prywatny poprzez obniżenie ryzyka związanego z budową pierwszych jednostek SMR. Rząd zapewnia raczej finansowanie awaryjne niż inwestycje bezpośrednie. W tym przypadku konieczne jest zapewnienie transparentnego i zdyscyplinowanego procesu kontroli kosztów inwestora.
- **System wsparcia w ramach konkurencyjnych przetargów.** Rząd pomaga inwestorom zabezpieczyć stałe ceny za dostawy energii poprzez np. umowy PPA lub kontrakty CfD.
- **Subsydiowanie umów PPA.** Rząd wspiera transakcje zakupu energii przez odbiorców, stabilizując przychody inwestorów w przypadkach, gdy przewidywane koszty dla odbiorców są zbyt wysokie podczas okresu spłaty inwestycji.
- **Państwowe spółki energetyczne.** Spółka energetyczna – państwowa lub z większościowym udziałem skarbu państwa – nadzoruje i finansuje wszystkie etapy rozwoju projektu, zachowując prawo własności i kontrolę nad projektem.
- **Wdrożenie zasady "Budowa-eksploatacja-transfer" (build-operate-transfer).** Spółka państwowa w pełni finansuje realizację projektu, a po zakończeniu budowy, gdy ryzyko związane z budową przestaje mieć znaczenie, przenosi własność na inne spółki.

Własność państwowa i inwestycje bezpośrednie mają ogromną zaletę w postaci tanich kredytów, które mogą przyczynić się do obniżenia całkowitego kosztu kapitału dla projektu. Jednak ze względu na ograniczenia fiskalne, tę znaczącą korzyść należy rozważyć w kontekście wielu innych potencjalnych sposobów wykorzystania środków publicznych oraz potencjalnego obciążenia polskiego podatnika.

Instytucjonalne i prawne czynniki wspomagające

Polska ma niepowtarzalną szansę stać się europejskim liderem w dziedzinie zaawansowanych technologii jądrowych. Wdrożenie reaktorów SMR oferuje skalowalne, niskoemisyjne rozwiązanie zastępujące węgiel, dekarbonizujące sektory, z których trudno jest zredukować emisje, i modernizujące system energetyczny. Powodzenie tego przedsięwzięcia zależy jednak od gotowości rządu do przyjęcia proaktywnego, skoordynowanego podejścia do finansowania, które pozwoli na jednoczesną mobilizację zasobów publicznych i prywatnych, przy jednoczesnym zapewnieniu zgodności z ramami UE. Aby zapewnić sprawne wdrożenie, zalecamy, aby polski rząd podjął następujące działania:

- Amend the Atomic Law and other relevant legal acts to create a dedicated licensing pathway for SMRs, streamline permitting, and clarify responsibility among regulatory bodies.
- Utworzenie krajowej grupy zadaniowej ds. finansowania SMR, składającej się z przedstawicieli Ministerstwa Finansów, Banku Gospodarstwa Krajowego, Ministerstwa Energii, Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Urzędu Regulacji Energetyki, Polskiego Funduszu Rozwoju, w celu koordynowania strukturyzacji finansowej, zgodności z przepisami i relacji z inwestorami.
- Współpraca z Komisją Europejską w celu zapewnienia wstępnej notyfikacji programów pomocy publicznej (np. kontraktów różnic kursowych (CfD) lub modelu regulacyjnej wartości aktywów (RAB)), a także zbudowania koalicji na rzecz uruchomienia ważnego projektu stanowiącego przedmiot wspólnego europejskiego zainteresowania (IPCEI) w zakresie SMR.

Oprócz powyższego zachęcamy polskich decydentów do wspierania wczesnego wdrożenia SMR jako strategicznego filaru polskiej polityki energetycznej i przemysłowej oraz włączenia go do **Programu Polskiej Energetyki Jądrowej** (PPEJ). Włączenie reaktorów SMR do PPEJ sprawiłoby, że z niszowej innowacji stałyby się one kluczowym elementem krajowej strategii energetycznej i przemysłowej, zapewniając długoterminową stabilność polityki, pewność inwestycji oraz realizację polskich celów w zakresie dekarbonizacji i bezpieczeństwa.

Ważny projekt stanowiący przedmiot wspólnego europejskiego zainteresowania (IPCEI) w zakresie innowacyjnych technologii jądrowych

Podczas Wspólnego Europejskiego Forum IPCEI w dniu 9 kwietnia 2025 r. rozpoczęto fazę projektowania IPCEI dotyczącego innowacyjnych technologii jądrowych, przy wsparciu nowego centrum wsparcia projektowania IPCEI.

Projekt jądrowy IPCEI służy jako instrument polityki przemysłowej mający na celu wspieranie przemysłu UE poprzez:

- Ochronę konkurencji na jednolitym rynku
- Tworzenie efektu mnożnikowego
- Promowanie innowacji w strategicznych i przyszłościowych sektorach

IPCEI dotyczący innowacyjnych technologii jądrowych może służyć jako przydatna ścieżka wsparcia wdrażania reaktorów SMR i rozwoju polskiego łańcucha dostaw energii jądrowej. Dzięki poparciu projektu jądrowego IPCEI i uczestnictwu w nim Polska mogłaby korzystać z uproszczonych zasad udzielania pomocy publicznej, przyczynić się do wyeliminowania większych nieprawidłowości w funkcjonowaniu rynku, a także pobudzać współpracę transgraniczną oraz narzędzia niezbędne do pokonania barier związanych z pierwszym wdrożeniem przemysłowym i nieprawidłowości rynkowych typowych dla technologii SMR.

Dla Polski aktywny udział w tych działaniach nie tylko pobudziłby inwestycje i rozwój przemysłowy, ale także zapewniłby firmom pozycję lidera w zakresie wdrażania energetyki jądrowej w Europie. Polska mogłaby dalej wzmacniać swoją rolę poprzez rozwijanie projektów SMR w ścisłej współpracy z partnerami regionalnymi, tworząc centrum obsługujące projekt jądrowy IPCEI w Europie Środkowej i Wschodniej. Taka platforma połączyłaby zasoby, wiedzę i potencjał przemysłowy krajów Europy Środkowo-Wschodniej, wzmacniając bezpieczeństwo energetyczne regionu, umożliwiając rozwój wspólnego łańcucha dostaw i pozycjonując Europę Środkowo-Wschodnią jako o miejsce o strategicznym znaczeniu dla przyszłości energetyki jądrowej w Europie.

Finansowanie

Finansowanie projektów energetyki jądrowej jest złożone i wiąże się z wieloma wyzwaniami, głównie ze względu na wysokie wymagania dotyczące kapitału początkowego, ryzyko opóźnień i wahanie rynkowe. Na wczesnych etapach projektu – dotyczy to również SMR – wsparcie państwa jest często kluczowe dla uzyskania korzystnych warunków finansowania i zarządzania znacznym ryzykiem związanym z tymi projektami. Biorąc pod uwagę to, że koszt kapitału jest jednym z głównych czynników wpływających na ostateczny koszt energii jądrowej, wsparcie rządowe w zmniejszaniu ryzyka tych wczesnych projektów ma zasadnicze znaczenie. Koszty finansowania mogą się znacznie różnić, a średni ważony koszt kapitału (WACC) wynosi od 5% do 15%¹², co znacząco wpływa na ekonomiczną wykonalność projektów energetyki jądrowej.

Rysunek 3: Skuteczne ramy i strategie finansowania nowych projektów jądrowych

NEA nr 7684, © OECD 2024

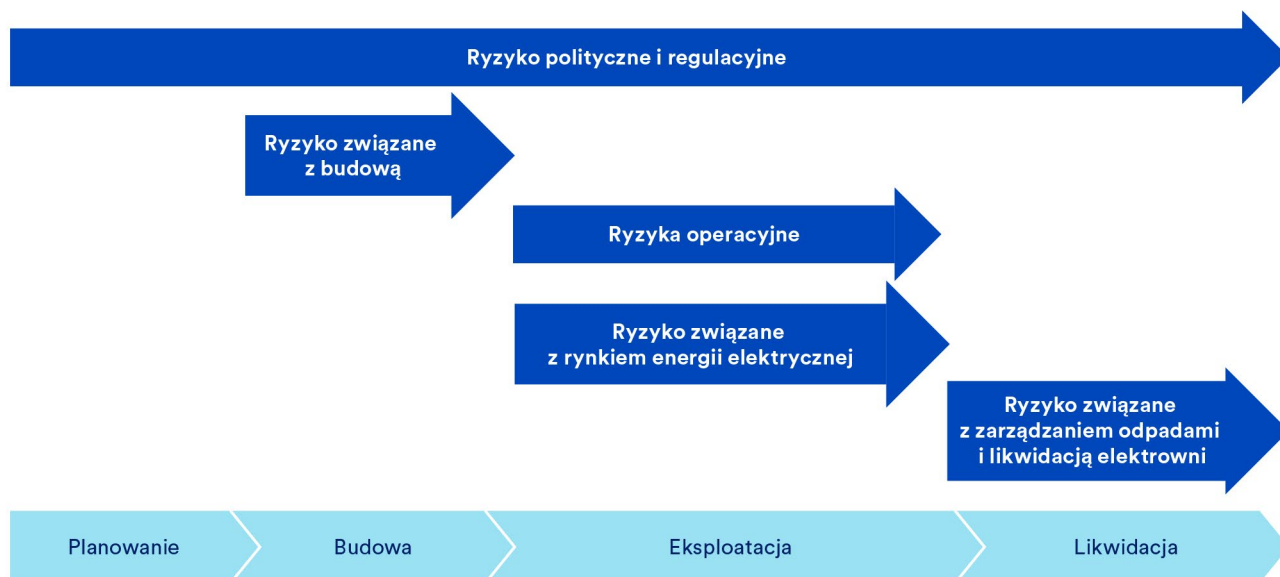


Alokacja ryzyka w projektach energetyki jądrowej i rola rządu

Chociaż projekty związane z energią jądrową są złożone i podlegają wielu rodzajom ryzyk i niepewności, można wyróżnić trzy rodzaje ryzyka: (1) ryzyko polityczne, (2) ryzyko cen rynkowych i (3) ryzyko związane z budową (zgodnie z definicją w raporcie NEA 2022¹³), które mogą znacząco wpłynąć na ostateczny koszt energii jądrowej. Każde z tych ryzyk można ograniczyć lub złagodzić przez podjęcie odpowiednich działań dostosowanych do warunków panujących w Polsce.

¹² https://www.ey.com/en_pl/insights/power-utilities/capital-costs-challenge-how-to-overcome-the-issue-incesa

Rysunek 4: Kategorie ryzyka w cyklu życia projektu



Kontrakty różnicowe w polskim kontekście (CfD)

W projekcie Programu Polskiej Energetyki Jądrowej 2025 podkreślono znaczenie narzędzi wsparcia takich jak kontrakty różnic kursowych (CfD), model Mankala i partnerstwa publiczno-prywatne (PPP). Polski model SaHo oferuje dodatkowy mechanizm finansowania, który również można rozważyć. Inne opcje obejmują model regulacyjnej wartości aktywów (RAB), umowy PPA i podobne instrumenty, które mogą odegrać rolę w realizacji możliwych do sfinansowania, skalowalnych projektów SMR (patrz załącznik 1).

Ponieważ CfD prawdopodobnie będzie mechanizmem wsparcia wybranym nie tylko dla pierwszej polskiej elektrowni jądrowej, ale także dla przyszłych projektów jądrowych w UE, w tym SMR, polski rząd ma wyjątkową okazję, aby ukierunkować jego wdrożenie, wykorzystując doświadczenia zdobyte podczas realizacji pierwszego projektu opartego na CfD w Wielkiej Brytanii – elektrowni Hinkley Point C.

Po pierwsze, wnioski te podkreślają potrzebę zapewnienia przejrzystości, jasności i publicznego dostępu do struktur finansowych oraz całej komunikacji z interesariuszami w celu utrzymania zaufania i wsparcia.

Po drugie, jeśli Polska chce stworzyć środowisko, w którym prywatni inwestorzy będą realizować nowe projekty jądrowe wykraczające poza pierwszą elektrownię budowaną pod nadzorem państwa, kluczowe będzie opracowanie modeli podziału ryzyka związanego z budową. Modele te byłyby pomocne w procesie budowy pierwszych bloków, dopóki branża nie będzie w stanie zwiększyć gwarancji dostaw poprzez ukończenie budowy elektrowni w terminie i w ramach budżetu, co z kolei zmniejszyłoby ryzyko i obniżyło koszty kredytów.

Przegląd porównawczy instrumentów finansowych znajduje się w załączniku 1.

¹³ Financing New Nuclear Power Plants: Minimising the Cost of Capital by Optimising Risk Management” (NEA No. 7632)

Kwestie przejrzystości w finansowaniu energii jądrowej

Utrzymanie wysokich standardów przejrzystości i rozliczalności w strukturach finansowania projektów energetyki jądrowej ma kluczowe znaczenie. Polska szczyti się obecnie jednym z najwyższych poziomów akceptacji społecznej dla projektów związanych z energią jądrową w UE. Jednak nieujawnienie w pełni założeń finansowych projektu i specyfiki mechanizmów wsparcia rządowego, takich jak CfD, może stwarzać ryzyko utraty wsparcia ze strony społeczeństwa. Stworzenie przestrzeni dla konstruktywnego zaangażowania wielu interesariuszy w celu omówienia istotnych aspektów modeli finansowania i oceny ryzyka ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia stałego wsparcia dla projektów energetyki jądrowej.

Zagadnienia przekrojowe

Odpady promieniotwórcze i długoterminowy zrównoważony rozwój

Z perspektywy CATF budowa składowiska wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych (HLW) ma kluczowe znaczenie dla Polski i innych państw członkowskich UE. Skuteczne wdrażanie energii jądrowej to nie tylko budowa reaktorów, ale także zapewnienie bezpiecznego, długoterminowego zarządzania wytwarzanymi przez nie odpadami radioaktywnymi. Dedykowane składowisko HLW stanowi bezpieczne i oparte na podstawach naukowych rozwiązanie do izolowania wypalonego paliwa jądrowego od środowiska, co jest niezbędne do utrzymania zaufania społecznego i pewności regulacyjnej. W przypadku Polski połączenie budowy składowiska w modelu opartym na dobrowolności i zgodzie interesariuszy z wdrażaniem SMR gwarantuje, że energia jądrowa może przyczynić się do realizacji celów dekarbonizacji bez stwarzania niekontrolowanych zagrożeń dla środowiska, wspierając w ten sposób zrównoważoną transformację energetyczną w kierunku gospodarki niskoemisyjnej, przy jednoczesnym przestrzeganiu wymogów MAEA i EURATOM w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i gospodarki odpadami.

Strategiczne znaczenie łańcucha dostaw

Wdrożenie strategii SMR w Polsce ma kluczowe znaczenie nie tylko dla krajowego bezpieczeństwa energetycznego i celów dekarbonizacji, ale także dla szybkiego zdobycia przewagi w wysoce konkurencyjnym i ograniczonym pod względem zdolności produkcyjnych europejskim łańcuchu dostaw. Ponieważ kraje w całej UE będą dążyć do szybkiego wdrożenia reaktorów SMR, popyt na specjalistyczne komponenty, takie jak odkuwki klasy jądrowej, systemy sterowania, zbiorniki reaktorów, a także na wykwalifikowanych pracowników, znacznie przekroczy obecną podaż, tworząc silną presję na globalne zdolności produkcyjne i konstrukcyjne. Dzięki wczesnemu podjęciu działań Polska jest w stanie zabezpieczyć strategiczne kontrakty, moce produkcyjne i wykwalifikowane kadry, zanim problem wąskich gardeł w łańcuchu dostaw stanie się jeszcze poważniejszy. Co więcej, wczesne wdrożenie zwiększa potencjał Polski do zdobycia pozycji regionalnego lidera w zakresie integracji i świadczenia usług związanych z małymi reaktorami modułowymi, w Europie Środkowo-Wschodniej. Nadanie priorytetu reaktorom SMR umożliwi Polsce nie tylko na wprowadzenie czystej, dyspozycyjnej energii, ale także na aktywne kształtowanie powstającego europejskiego ekosystemu SMR.

Załącznik 1

Przegląd porównawczy instrumentów finansowych

Narzędzie finansowania	Zasada działania	Zalety	Wady / zagrożenia
RAB (regulacyjna wartość aktywów)	Inwestorzy odzyskują koszty poprzez regulowane taryfy na etapie budowy i eksploatacji.	- Wsparcie podczas budowy i eksploatacji - Niższy koszt kapitału – Szybkie uzyskiwanie przychodów - Przyciąga inwestorów instytucjonalnych - Przejrzystość i rozliczalność - Wsparcie na etapie wdrażania floty	- Odbiorcy mogą odczuwać skutki podwyżek taryf - Wymaga silnych organów regulacyjnych - Ograniczona elastyczność dla inwestorów - Ryzyko polityczne w przypadku sprzeciwu opinii publicznej wobec kosztów - Długoterminowe zobowiązanie
CfD (kontrakt różnic kursowych)	Rząd gwarantuje stałą „cenę wykonania” za wyprodukowaną energię elektryczną; jeśli cena rynkowa < cena równowagi, różnica jest wypłacana i odwrotnie.	- Zmniejsza ryzyko cen rynkowych - Zachęta dla inwestorów prywatnych - Elastyczność – możliwość finansowania jednego lub wielu bloków - Pewność przychodów dla inwestorów	- Wymaga wsparcia ze strony rządu - Projektowanie może być skomplikowane - Nie obejmuje wszystkich ryzyk operacyjnych - Nie obejmuje ryzyka związanego z budową
PPA (umowa sprzedaży energii elektrycznej)	Długoterminowa umowa z odbiorcami z sektora przemysłowego lub komercyjnego na dostawę energii elektrycznej/ciepła po uzgodnionej cenie.	- Przewidywalność przepływów pieniężnych - Zabezpieczenie popytu ze strony sektora przemysłowego - Może mieć charakter prywatny, bez ryzyka związanego z finansowaniem publicznym	- Ograniczona skalowalność w przypadku zawarcia umów tylko z kilkoma odbiorcami - Złożone negocjacje - Wymaga kontrahentów posiadających zdolność kredytową

ⁱ <https://www.nuward.com/en/what-s-new>