

# Czy małe modułowe reaktory jądrowe mogą być odpowiedzią na kryzys energetyczny?



# Przyszłość światowej energetyki w dobie kryzysów

Od lat jesteśmy świadkami ciągłego rozwoju światowej gospodarki, z którym wiąże się wzrost globalnego zapotrzebowania na energię elektryczną. W porównaniu z 1980 rokiem, światowe moce zainstalowane w energetyce w 2020 roku wzrosły o ponad 290% (wzrost z około 1979 GW do 7735 GW<sup>1</sup>). Świat dostrzega potrzebę osiągnięcia neutralności klimatycznej, a priorytet zdobywają niskoemisyjne i odnawialne źródła energii, które to w coraz większym zakresie zastępują paliwa kopalne. Polska jest jednym z krajów, który czeka niemal całkowita przebudowa systemu elektroenergetycznego. Nasze moce wytwórcze wymagają znacznie większych nakładów w celu odtworzenia i dekarbonizacji w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej. Pomimo wielu zrealizowanych inwestycji w zakresie rozwoju fotowoltaiki i elektrowni wiatrowych około 70% energii elektrycznej w Polsce dalej jest produkowana przy wykorzystaniu paliw kopalnych.

W świetle dążeń Unii Europejskiej do całkowitej dekarbonizacji konieczne jest znalezienie alternatywnych technologii wytwórczych i rozważenie wykorzystania energii jądrowej na terenie Polski, zarówno w postaci wielkoskalowych reaktorów, jak i małych reaktorów modułowych. Zwłaszcza że obecnie stojące przed Polską możliwości mogą uczynić z naszego kraju lokalnego lidera SMR (*small modular reactor*).



<sup>1</sup> U.S. Energy Information Administration

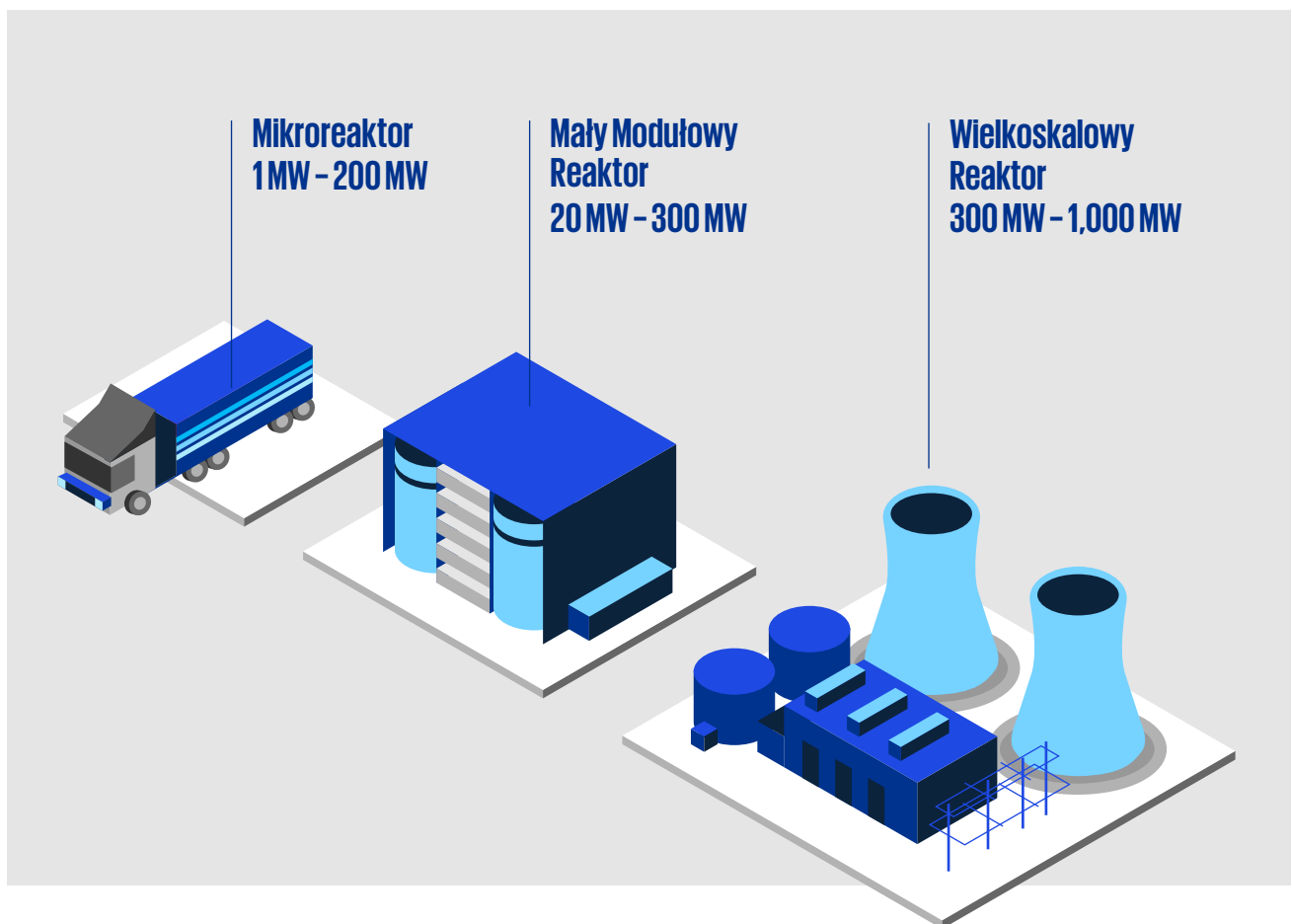
# Technologia małych modułowych reaktorów jądrowych

SMRy to małe modułowe reaktory jądrowe, mniejsze zarówno pod względem wielkości, jak i mocy od dużych reaktorów jądrowych. Ich moc zainstalowana wynosi zazwyczaj mniej niż 300 MWe, a niektóre z nich osiągają zaledwie od 1 do 10 MWe. SMRy zostały

zaprojektowane w sposób umożliwiający produkcję fabryczną pozwalającą na modułową instalację reaktorów, z możliwością przenoszenia i skalowalnego wdrażania. Reaktory tego typu wykorzystują reakcję rozszczepienia jądra atomowego do wytwarzania ciepła, które może być wykorzystane bezpośrednio lub do wytwarzania energii elektrycznej<sup>2</sup>.

Podtypem reaktorów SMR są mikroreaktory - zaprojektowane do generowania mocy elektrycznej do 20 MWe. Mikroreaktory mają zaspokajać potrzeby niszowych rynków

energii elektrycznej i ciepła, takich jak zasilanie mikro sieci i odległych obszarów *off-grid*. Planuje się wykorzystanie ich w celu sprawnego przywrócenia zasilania na obszarach dotkniętych klęskami żywiołowymi oraz wsparcia szybszego przywrócenia usług krytycznych (np. szpitali)<sup>3</sup>.



<sup>2</sup> "The NEA Small Modular Reactor Dashboard", NEA, marzec 2023

<sup>3</sup> "Advances in small modular reactor technology developments", IAEA ARIS, wrzesień 2022

## SMR

Zdaniem ekspertów SMRy ze względu na niższą moc i mniejsze rozmiary reaktorów, charakteryzują się wysokim poziomem bezpieczeństwa, co powinno przełożyć się na łatwiejszą oraz sprawniejszą lokalizację takich obiektów.

Reaktory SMR projektowane są tak, aby móc je przyłączyć do obecnie funkcjonujących systemów elektroenergetycznych. Jako stabilne i niezależne od czynników zewnętrznych źródła energii mają być też komplementarne wobec OZE. SMRy mogą zapewnić elastyczność pozwalającą na utrzymanie bezpiecznego poziomu dostaw energii elektrycznej do odbiorców końcowych. Dzięki możliwości standaryzacji, a także fabrycznej produkcji reaktorów modułowych, koszt inwestycji oraz operacji może okazać się niższy niż realizacja elektrowni konwencjonalnych<sup>4</sup>.

## Pierwsze badawcze projekty SMR

System SMR jest technologią przyszłości. Pierwsze prototypowe projekty badawcze są już aktywnie rozwijane na świecie. Daleko im jednak do komercyjnych projektów, których procesy licencjonowania jeszcze trwają.

Jednym z pionierskich projektów mających na celu globalne przyspieszenie rozwoju w pełni komercyjnych technologii SMR jest projekt CAREM, realizowany przez argentyńską Narodową Komisję Energii Atomowej. Celem projektu jest budowa innowacyjnych małych elektrowni jądrowych o wysokim poziomie bezpieczeństwa i konkurencyjności ekonomicznej. CAREM jest integralną elektrownią jądrową

typu PWR opartą na pośrednim cyklu parowym, o mocy do 30 MWe. Zakończenie budowy tego reaktora planowane jest na 2024 rok.

HTR-PM jest przykładem reaktora jądrowego z rdzeniem usypanym typu HTGR. Jest to już oddany do użytkowania projekt małej modułowej elektrowni jądrowej, która ma być zastosowana na szeroką skalę w Chinach. Reaktor o mocy 210 MWe ma być wykorzystany w wypełnieniu luki energetycznej po wygaszanych elektrowniach węglowych na terenie tego kraju. Testy funkcjonalne HTR-PM zostały pomyślnie zakończone jesienią 2020 roku. W grudniu 2021 roku reaktor pierwszy raz został podłączony do państwowej sieci energetycznej i rozpoczął produkcję energii<sup>5</sup>.

<sup>4</sup>The NEA Small Modular Reactor Dashboard”, NEA, marzec 2023

<sup>5</sup>“Advances in small modular reactor technology developments”, IAEA ARIS, wrzesień 2022



# Komercyjne projekty SMR

Wielu głównych producentów konwencjonalnej energii jądrowej podjęło kroki w celu opracowania projektów własnych oryginalnych modułowych reaktorów jądrowych. Znaczna liczba przedsiębiorstw w Europie jest zainteresowana rozwojem i eksploatacją tego źródła energii. Projekty, które budzą obecnie największe zainteresowanie w Europie to:



- **BWRX-300**

BWRX-300 firmy GE-Hitachi Nuclear Energy to chłodzony wodą reaktor modułowy o mocy do 300 MWe typu BWR. W marcu br. Kanadyjska Komisja Bezpieczeństwa Jądrowego zakończyła fazę 1 i 2 oceny tego projektu. Regulator podczas przeglądu nie zidentyfikował żadnych fundamentalnych przeszkód do uzyskania licencji. Technologią proponowaną przez GE Hitachi Nuclear Energy zainteresowane są podmioty na całym świecie, np. Orlen Synthos Green Energy (Polska) lub Ontario Power Generation (USA). Pierwszy reaktor BWRX-300 ma zostać oddany do użytku już w 2028 roku.

- **VOYGR™**

NuScale VOYGR™ SMR produkowane przez spółkę NuScale Power Corporation są elektrowniami modułowymi i mogą być zbudowane tak, aby pomieścić różną liczbę modułów w celu zaspokojenia potrzeb energetycznych klienta. Moduły elektrowni VOYGR™ stanowią reaktory klasy PWR o mocy do 77 MWe. NuScale jako standardowe wyróżnia warianty z 4 (VOYGR-4 o mocy

308 MWe), 6 (VOYGR-6 o mocy 462 MWe) i 12 modułami (VOYGR-12 o mocy 924 MWe). Technologią proponowaną przez firmę zainteresowanych jest szereg podmiotów w Europie, w tym KGHM (Polska), SN Nuclearelectrica (Rumunia) oraz ČEZ (Czechy). Reaktor NuScale był certyfikowany przez Amerykańską Komisję Nadzoru Jądrowego, i został pierwszym reaktorem typu SMR dopuszczonym przez regulatora do użytku w USA.

- **NUWARD™**

NUWARD™ to zintegrowany projekt realizowany przez francuską spółkę EDF. Elektrownia ta składa się z dwóch niezależnych bloków typu PWR, o łącznej zainstalowanej mocy wynoszącej 340 MWe. Francuskim projektem SMR jest zainteresowana polska spółka Respect Energy, a podmioty regulacyjne z Finlandii i Czech wybrały reaktor NUWARD™ jako testowe rozwiązanie do wspólnego przeglądu regulacyjnego na potrzeby implementacji technologii SMR. Według producenta

technologia ta powinna być w pełni certyfikowana w Europie do 2030 roku.

- **Rolls-Royce SMR**

Reaktor produkowany przez brytyjską spółkę Rolls-Royce SMR Ltd, jest reaktorem typu PWR, o mocy dochodzącej do 470 MWe. Obecnie w ramach postępowania przed brytyjskim regulatorem zakończył się pierwszy etap ogólnej oceny tego projektu. Reaktorami firmy Rolls-Royce zainteresowana jest polska spółka skarbu państwa Świętokrzyska Grupa Przemysłowa Industria S.A. Prezes spółki liczy, że SMR powstanie do 2032 roku.

- **OPEN20**

Reaktor typu PWR, o mocy zainstalowanej około 20 MWe jest pionierskim projektem mikromodułowego reaktora rozwijanym przez amerykańską spółkę Last Energy Inc. Technologią zainteresowana jest Legnicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, która liczy na budowę 10 takich reaktorów o łącznej mocy 200 MWe.

# Zastosowania SMR

## Alternatywa dla węgla

Na świecie istnieje ponad 3 000 elektrowni węglowych (o mocy zainstalowanej wynoszącej 2 TWe), które w najbliższych dekadach powinny być stopniowo wygaszane, celem osiągnięcia zerowej emisji. Duże reaktory SMR (o mocy 200-300 MWe) mogą stanowić częściowe rozwiązanie dla powstałej w wyniku tego luki energetycznej. Mogą także stanowić podstawę zapewnienia bezpieczeństwa przyszłych dostaw energii. Ze względu na swoją charakterystykę SMRy będzie można lokalizować w pobliżu wygaszanych zakładów – pozwoli to na wykorzystanie istniejącej już infrastruktury przesyłowej.

## Zastąpienie elektrowni przemysłowych

Technologia małych modułowych reaktorów jądrowych jest szansą na wsparcie sprawnej dekarbonizacji systemu energetycznego. SMRy będą nie tylko stabilnie dostarczać niskoemisyjną energię elektryczną, ale także ciepło systemowe. To stanowi ogromną szansę na redukcję emisji gazów cieplarnianych w energochłonnych gałęziach przemysłu. SMRy mogą stanowić niskoemisyjną alternatywę dla elektrowni przemysłowych opalanych węglem lub gazem ziemnym.

## Produkcja wodoru i paliw syntetycznych

Energia jądrowa stanowi konkurencyjną metodę produkcji i dostarczania niskoemisyjnego wodoru. IEA (International Energy Agency) prognozuje, że do 2030 roku około 80 Mt wodoru rocznie będzie produkowane w procesie elektrolizy. Stanowi to dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w wysokości 4 050 TWh, czyli w przybliżeniu 1,5-krotność obecnego zapotrzebowania na energię elektryczną w Europie<sup>6</sup>. Energia jądrowa jako źródło dyspozycyjnej i niskoemisyjnej energii elektrycznej umożliwiłaby eksploatację elektrolizerów bez dodatkowej emisji dwutlenku węgla. Reaktory wysokotemperaturowe mogą być wykorzystywane do elektrolizy wysokotemperaturowej w celu zapewnienia produkcji tzw. fioletowego wodoru na dużą skalę. Możliwość lokalizacji SMR w pobliżu ośrodków przemysłowych jest kolejną atrakcyjną cechą, która podkreśla konkurencyjność wodoru produkowanego w elektrowniach jądrowych. Lokowanie elektrolizerów zasilanych energią z SMR w pobliżu centrów zapotrzebowania pozwoli zredukować wysokie koszty transportu i dystrybucji wodoru do odbiorców przemysłowych<sup>7</sup>.

## Zastąpienie paliw kopalnych w ciepłownictwie komunalnym

Zgodnie z projektem "Strategii dla ciepłownictwa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r." adaptacja i rozwój technologii jądrowych do produkcji ciepła i chłodu powinny być rozważane w perspektywie długoterminowej w odniesieniu do największych systemów ciepłowniczych. Realizacja elektrowni jądrowych posiadających takie funkcje powiązana jest z implementacją Polskiego Programu Energetyki Jądrowej. Dedykowane elektrociepłownie jądrowe dla systemów ciepłowniczych dużych miast, mogą wykorzystywać reaktory SMR i tym samym staną się ekonomicznie uzasadnionym wyborem dla zapewnienia dostaw ciepła o określonych parametrach, przy zachowaniu wymogów gospodarki neutralnej klimatycznie<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> "The Role of Nuclear Power in the Hydrogen Economy – Cost and Competitiveness", NEA, wrzesień 2022

<sup>7</sup> "The NEA Small Modular Reactor Dashboard", NEA, marzec 2023

<sup>8</sup> Projekt "Strategii dla ciepłownictwa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.", MKiŚ, czerwiec 2022

## Dlaczego SMR w Polsce?

Polska jest nadal silnie uzależniona od energetyki konwencjonalnej opartej na paliwach kopalnych (węgiel, gaz ziemny, olej). W 2023 r. w dużych jednostkach wytwórczych w całym kraju nadal zainstalowanych jest ponad 36 GW mocy. Wykorzystanie technologii jądrowej wraz z SMR do zastąpienia konwencjonalnych źródeł wytwarzania energii stanowi szansę na płynne przejście do w pełni neutralnego klimatycznie sektora energetycznego i realizację celów przyjętych przez państwa członkowskie UE. Plany te pokrywają się z postulatami organizacji pozarządowych zajmujących się ochroną klimatu. Na przykład fundacja TerraPraxis uważa, że właściwym byłoby zasilenie 5-7 tys. obecnie działających elektrowni węglowych na świecie dodatkowymi reaktorami SMR. Ponadto rozmieszczenie polskich instalacji energetycznych nie jest równomierne w ujęciu przestrzennym. W związku z rozkładem złóż węgla,

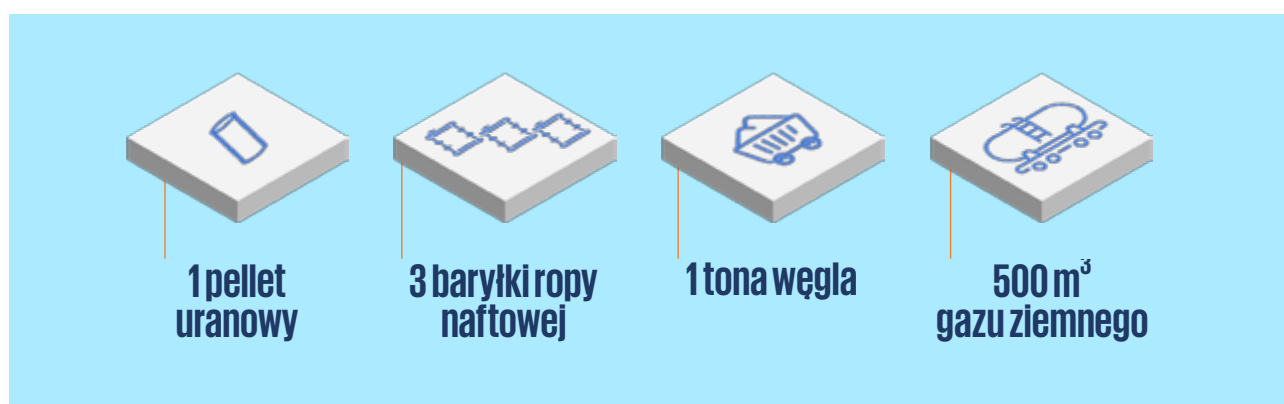
największe elektrownie w Polsce funkcjonują w południowej części kraju. Obszary te zawsze charakteryzowały się też większą gęstością sieci przesyłowej. Planowane inwestycje energetyczne takie jak budowa farm wiatrowych na Bałtyku lub realizacja pierwszej krajowej elektrowni jądrowej planowane są na północy Polski. Biorąc pod uwagę plany transformacji energetycznej Unii Europejskiej i wycofywanie jednostek wytwórczych zasilanych węglem południe Polski stanie w obliczu luki energetycznej. Małe modułowe reaktory jądrowe mogą być odpowiedzią na przyszłe potencjalne problemy niedoboru energii w tym systemie. Energochłonne przedsiębiorstwa na południu kraju mogłyby korzystać z niskoemisyjnej energii produkowanej przez SMRy, wprowadzanej do sieci przy wykorzystaniu już rozwiniętej sieci przesyłowej.

Energia jądrowa ma znikomy ślad węglowy wynoszący około 15-55 gramów CO<sub>2</sub> na kilowatogodzinę. Dla porównania, średni ślad węglowy generatora zasilanego gazem wynosi około 450-500 gramów CO<sub>2</sub>/kWh, a dla węgla

jest to już około 1050-1100 gramów CO<sub>2</sub>/kWh<sup>9</sup>.

Energia jądrowa z reaktorów SMR może zatem przyczynić się do dekarbonizacji krajowego systemu energetycznego i realizacji ambitnych celów środowiskowych wyznaczonych przez Unię Europejską. Energia wytwarzana przez reaktory jądrowe dostarcza obecnie prawie 30% niskoemisyjnej energii elektrycznej na świecie, co czyni ją drugim największym źródłem po energetyce wodnej. Wprowadzenie systemowych zmian w zakresie małej energetyki jądrowej będzie ważnym krokiem w realizacji polityki ochrony środowiska i stanie się czynnikiem, który pozwoli na powstrzymanie postępujących zmian klimatycznych.

Wobec ambitnych planów polskich podmiotów zainteresowanych SMR, rozwój tej technologii w Polsce, oprócz konsekwencji środowiskowych, przełoży się na kwestie społeczno-ekonomiczne. Według wyliczeń zainteresowanych podmiotów jeden reaktor będzie wymagał zatrudnienia ponad 100 wykwalifikowanych specjalistów.



<sup>9</sup> "The Role of Nuclear Power in the Hydrogen Economy – Cost and Competitiveness", NEA, wrzesień 2022

Biorąc pod uwagę szerokie plany koncernów takich jak Orlen Synthos czy KGHM, inwestycje te pozwolą na otwarciu tysięcy miejsc pracy do 2040 roku.

Co więcej, polskie firmy mogą być zaangażowane w realizację tych przedsięwzięć na różnych jej etapach. Inwestycje SMR to także szansa dla lokalnych społeczności i gmin. Inwestycje w SMRy pozwolą jednostkom samorządu terytorialnego na uzyskanie dodatkowych wpływów podatkowych (głównie z podatku CIT i podatku od nieruchomości) oraz na zaopatrzenie lokalnych przedsiębiorstw w niskoemisyjną energię produkowaną przez reaktory.

## Finansowanie SMR

### Ramy finansowe

Energetyka jądrowa charakteryzuje się wyższym kosztem inwestycji w fazie rozwojowej w porównaniu do konwencjonalnych źródeł energii, jednak zwrot kosztów następuje w fazie operacyjnej, gdy stosunkowo niskie koszty produkcji energii pozwalają na generowanie znacznych przepływów pieniężnych. Taka charakterystyka rozkładu kosztów inwestycji oraz przykłady przekraczania zakładanych budżetów z jednoczesnym brakiem realizacji inwestycji zgodnie z założonym harmonogramem sprawiły, że finansowanie takich projektów było dotychczas domeną rządu lub spółek skarbu państwa, a nie inwestorów z sektora prywatnego.

SMRy mogą stanowić odpowiedź na wiele z wymienionych problemów. Mniejsza skala inwestycji jak i możliwość dostosowywania jej wielkości

do potrzeb łagodzi ryzyko przekroczenia budżetu oraz wystąpienia opóźnień w realizacji projektu. Mniej rygorystyczne warunki lokalizacyjne minimalizują zaś potencjalne koszty. Tym samym technologia ta może być atrakcyjnym wyborem dla inwestorów z sektora prywatnego. Wzrastająca liczba projektów realizowanych z powodzeniem pozytywnie wpłynie na zainteresowanie finansowaniem SMRów przez instytucje finansowe.

### Taksonomia UE

Unia Europejska sklasyfikowała działalność jądrową w wykazie rodzajów działalności gospodarczej zgodnej z europejską Taksonomią. Reaktory SMR spełniają kryteria bezpieczeństwa i przyczyniają się do realizacji ambitnych celów środowiskowych postawionych przez Unię państwom członkowskim. W taksonomii UE uwzględniono następujące rodzaje działalności jądrowej:

- modernizacje i modyfikacje istniejących elektrowni jądrowych w celu przedłużenia okresu eksploatacji;
- nowe projekty elektrowni jądrowych z wykorzystaniem istniejących technologii;
- badania, rozwój i wdrażanie zaawansowanych technologii, które minimalizują ilość odpadów i podnoszą bezpieczeństwo.

Taksonomia zrównoważonego finansowania jest w założeniu narzędziem przejrzystości dla rynków finansowych – określać ma, które działalności mogą być uznane za „zielone”, tj. zrównoważone środowiskowo. Zaklasyfikowanie energetyki

jądrowej w Taksonomii UE skutkuje możliwością ubiegania się o finansowanie od europejskich instytucji finansowych.

## Regulacje dotyczące SMR

### Porządek prawny

Polska jest sygnatariuszem znacznej liczby traktatów i umów międzynarodowych dotyczących między innymi bezpieczeństwa jądrowego, ochrony fizycznej materiałów i obiektów jądrowych. Wśród podpisanych przez Polskę dokumentów w tym temacie można wymienić Konwencję bezpieczeństwa jądrowego (1994 rok), Konwencję wiedeńską o odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową (1963 rok) czy Konwencję o ochronie fizycznej materiałów jądrowych (2005 rok). Zapewniają one możliwość współpracy międzynarodowej w obszarach dotyczących bezpiecznego rozwoju technologii jądrowych. W momencie przystąpienia do Unii Europejskiej, Polska stała się także członkiem Europejskiej Wspólnoty Energii Atomowej (EURATOM) utworzonej na mocy Traktatu z 1957 roku.

Dzięki uczestnictwu w EURATOM Polska może aktywnie partycypować w przepływie specjalistów, zabezpieczaniu transportu, rozwoju badań oraz stanowieniu jednolitych standardów bezpieczeństwa i norm ochrony radiologicznej w związku z szeroko rozumianymi inwestycjami w energetykę jądrową.

Ze względu na fakt, że technologia SMR jest



nowatorskim rozwiązaniem, nie wdrożono jeszcze w pełni kompleksowych i dedykowanych jej regulacji oraz porozumień. Przy obecnie obowiązującym stanie prawnym w Polsce, oprócz licznych przepisów wynikających z uczestnictwa w traktatach międzynarodowych, brakuje regulacji właściwych jedynie dla SMR. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 roku „Prawo atomowe” nie wprowadza rozróżnienia dla wielkości i skali budowanych obiektów jądrowych, stąd też to ona będzie obecnie właściwa w kontekście rozwoju SMR.

Zdaniem ekspertów MAEA<sup>10</sup> na etapie opiniowania i licencjonowania poszczególnych projektów małych reaktorów możliwe jest zastosowanie dotychczasowych regulacji przewidzianych dla wielkoskalowych reaktorów. Jednakże w opinii SMR Regulators’ Forum<sup>11</sup> budowa oraz eksploatacja reaktorów SMR może wymagać dostosowania obecnych regulacji z uwagi na specyfikę proponowanych nowatorskich rozwiązań oraz projektów FOAK (*First of a kind*). Co do pozostałej części postępowania gremia eksperckie i producenci SMR wskazują, że sama procedura może być uproszczona w stosunku do projektów dużych reaktorów jądrowych, o ile zachowane zostaną międzynarodowe

standardy bezpieczeństwa nuklearnego. Podkreśla się, że podejście regulacyjne i surowość kontroli stosowanych w odniesieniu do SMR muszą być współmierne do ryzyka, jakie niosą ze sobą projekty małych modułowych reaktorów jądrowych.

Liczne grona międzynarodowe i eksperckie postulują zawiązanie i poszerzenie współpracy między dostawcami technologii SMR i organami regulacyjnymi państw przewidujących wdrożenie tej technologii w celu opracowania spójnych, międzynarodowych i krajowych ram regulacyjnych (licencyjnych oraz operacyjnych).

### Gracze na rynku polskim

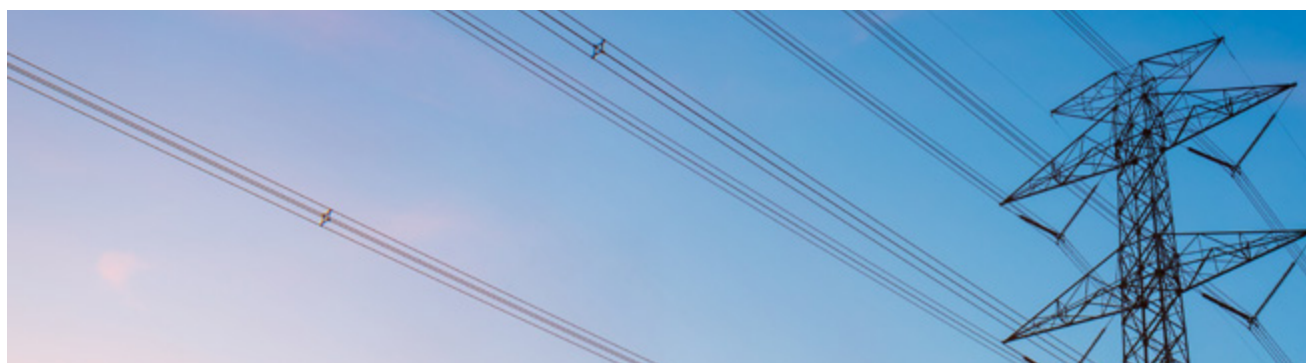
W Polsce zastosowaniem i rozwojem technologii małych reaktorów jądrowych zainteresowanych jest szereg podmiotów. Obecnie najbardziej perspektywiczne są działania prowadzone przez KGHM i Orlen Synthos Green Energy (OSGE). KGHM jako dostawcę technologii wybrał firmę NuScale, producenta reaktora VOYGR™, natomiast OSGE zdecydowało się na rozwiązania proponowane przez spółkę GE Hitachi Nuclear Energy z reaktorem BWRX-300. Obie spółki wystąpiły w 2022 roku do Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki o wydanie ogólnej opinii dotyczącej

wybranych technologii jądrowych. Obecnie pojawiają się informacje, że opinia, o którą wystąpiło OSGE jest w końcowej fazie opracowywania i powinna zostać opublikowana w ciągu kilku najbliższych tygodni. Jest to jeden z najważniejszych kroków w procesie wprowadzania tej technologii w Polsce. Plany OSGE nie ograniczają się jednak do zlokalizowania pojedynczego małego reaktora BWRX-300. W ostatnich publikacjach prasowych, przy okazji podpisania umowy o współpracę z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, OSGE zapowiedziało budowę SMRów w ponad 70 lokalizacjach w Polsce.

Oprócz zaawansowanych działań OSGE i KGHM, również inni gracze na polskim rynku wykazują znaczące zainteresowanie inwestycjami w małą energetykę jądrową. Polska spółka Respect Energy w styczniu br. podpisała list intencyjny z francuskim gigantem energetycznym EDF w sprawie rozwoju projektów SMR w Polsce. Według szacunków EDF premierowa modułowa elektrownia jądrowa wykorzystująca opracowaną przez nich technologię reaktora NUWARD™ ma być w pełni certyfikowana w Europie już w 2030 roku.

<sup>10</sup> “Small Modular Reactors: A new nuclear energy paradigm”, IAEA, wrzesień 2022

<sup>11</sup> “Licensing Issues – Working Group Phase 2 Report” Small Modular Reactors Regulators’ Forum, czerwiec 2021



W lutym 2023 roku, kontrolowana przez Agencję Rozwoju Przemysłu S.A., spółka skarbu państwa – Świętokrzyska Grupa Przemysłowa Industria S.A., podpisała list intencyjny z brytyjską firmą Rolls-Royce. Współpraca obu firm będzie obejmować wspólne działania w zakresie rozwoju i wdrożenia projektów małych reaktorów jądrowych w Polsce z wykorzystaniem technologii reaktorów Rolls-Royce SMR. Celem ŚGP Industria jest budowa łańcucha dostaw zunifikowanych części i modułów do produkcji SMR zarówno na rynek polski, jak i na eksport. Jako lider innowacyjnego projektu Centralnego Klastra Wodorowego, ŚGP Industria ma również w planach uruchomienie do trzech reaktorów SMR w celu dekarbonizacji regionalnej infrastruktury energetycznej oraz do produkcji wodoru. Co więcej, podmioty takie jak Enea i Legnicka Specjalna Strefa Ekonomiczna rozważają inwestycje w modułowe reaktory jądrowe. LSSE w lutym podpisała list intencyjny w tej sprawie z Hyundai Engineering i Ultra Safe Nuclear Corporation, natomiast Enea w czerwcu 2022 roku nawiązała porozumienie z amerykańską firmą Last Energy.

### **Współpraca międzynarodowa**

Mając na uwadze sprawne wprowadzenie technologii SMR do komercyjnego użytku oraz opracowanie spójnych i dostosowanych do charakterystyki projektów małych reaktorów jądrowych regulacji prawnych, podmioty publiczne, producenci i firmy zainteresowane rozwojem i wdrożeniem tej innowacyjnej technologii aktywnie uczestniczą w porozumieniach na rzecz rozwoju sektora. W tym zakresie można wymienić następujące inicjatywy:

### **Program NHSI i NEA**

W ramach MAEA powołano Small Modular Reactor Regulators' Forum, który stał się częścią programu Nuclear Harmonization and Standardization Initiative (NHSI). Inicjatywa NHSI ma na celu stworzenie platformy dialogu pomiędzy regulatorami oraz przemysłem jądrowym, wymianę informacji i doświadczeń w zakresie technologii SMR, a także wypracowanie zharmonizowanego podejścia regulacyjnego na potrzeby bezpiecznego wdrożenia małych reaktorów modułowych i innych, zaawansowanych technologii jądrowych. Założeniem inicjatywy jest ujednoczenie m.in. procesu licencjonowania, standardów bezpieczeństwa oraz oceny technologii. Do 2024 roku będą prowadzone równoległe prace zarówno w obszarze „industrialnym”, jak i regulacyjnym. Efektem tych aktywności mają być „mapy drogowe”, czyli instrukcje z konkretnymi planami działań wspierającymi rozwój oraz implementację technologii SMR w poszczególnych państwach. Do 2023 roku SMRRF opublikowało dwie serie raportów ze swoich grup roboczych. W raportach znalazły się konkluzje wskazujące newralgiczne kwestie, które

ustawodawcy krajowi oraz organy nadzorujące powinny wziąć pod uwagę w procesach licencyjnych reaktorów SMR. Podkreślono nowatorskie rozwiązania tej technologii, które odróżniają je od projektów wielkoskalowych (są to m.in. kwestie modułowości i wynikająca z tego problematyka pozwoleńowa, kwestie transportu oraz zagadnienia dotyczące sterowania). Podobne działania zachęcające organy nadzoru jądrowego do kooperacji na płaszczyźnie licencyjnej podejmuje także Nuclear Energy Agency (NEA).

### **Współpraca USA – Kanada**

Zawarte jesienią 2022 roku porozumienie regulacyjne w sprawie technologii zaawansowanych reaktorów oraz małych reaktorów modułowych formalnie ustanowiło współpracę między Kanadyjską Komisją Bezpieczeństwa Jądrowego (CNSC) a amerykańską Komisją Nadzoru Jądrowego (NRC). Umowa wyznacza zakres prac ramowych, które mają być wykonane przez te organy w związku z projektem reaktora BWRX-300. Niniejsze porozumienie stanowi dalszy etap współpracy po podpisanym w 2019 roku regulacyjnym memorandum of understanding. Porozumienie regulacyjne zostało poprzedzone podpisaniem



umowy o współpracę pomiędzy Tennessee Valley Authority (TVA) a Ontario Power Generation (OPG).

### **Europejskie porozumienie regulacyjne w zakresie NUWARD™**

Francuski Urząd ds. Bezpieczeństwa Jądrowego, czeski Państwowy Urząd ds. Bezpieczeństwa Jądrowego oraz fiński Urząd ds. Promieniowania i Bezpieczeństwa Jądrowego wybrały francuski projekt małego reaktora modułowego NUWARD™ jako testowe rozwiązanie do wczesnego wspólnego przeglądu regulacyjnego na potrzeby implementacji technologii SMR. Porozumienie stanowi znaczący krok ze strony europejskich organów regulacyjnych na drodze harmonizacji procesów wydawania zezwoleń i tworzenia regulacji dotyczących reaktorów SMR w regionie. Umowa została podpisana w czerwcu 2022 roku przy okazji prezentacji projektu reaktora SMR NUWARD™.

### **Polsko-kanadyjska inicjatywa regulacyjna w zakresie technologii BWRX-300**

W lutym bieżącego roku kanadyjskie i polskie organy nadzoru jądrowego rozszerzyły dotychczasową współpracę na mocy nowo podpisanego memorandum dotyczącego wspólnych działań w zakresie reaktorów SMR, w szczególności technologii BWRX-300. Porozumienie zostało podpisane przez Andrzeja Głowackiego, p.o. prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz Rumina Velshi, przewodniczącego Kanadyjskiej Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego, w trakcie konferencji Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej na

temat Efektywnych Systemów Regulacji Nuklearnych i Radiacyjnych w Abu Dhabi.

### **Umowa o współpracy technicznej zawarta pomiędzy Orlen Synthos Green Energy, Ontario Power Generation oraz GE Hitachi Nuclear Energy**

Z końcem marca 2023 roku, GE Hitachi Nuclear Energy, Tennessee Valley Authority, Ontario Power Generation oraz Orlen Synthos Green Energy uzgodniły, że będą współpracować w celu przyspieszenia globalnego wdrożenia małego reaktora modułowego GEH BWRX-300 poprzez współpracę nad opracowaniem standardowego

projektu. Prezesi firm podpisali umowę o współpracy technicznej podczas wydarzenia w Waszyngtonie, w którym uczestniczyli przedstawiciele rządów wszystkich trzech krajów. Przedsiębiorstwa zainwestują w opracowanie projektu standardowego BWRX-300 oraz projektów szczegółowych dla kluczowych komponentów, w tym zbiornika ciśnieniowego reaktora i elementów wewnętrznych. Każdy z uczestników zgodził się sfinansować część całkowitego kosztu opracowania projektu standardowego, który według przewidywań będzie wymagał inwestycji o łącznej wartości około 400 mln USD.





## Podsumowanie

Reaktory SMR stanowią innowacyjną możliwość wytwarzania niskoemisyjnej, neutralnej dla klimatu, bezpiecznej i niezawodnej energii elektrycznej. Dzięki tej technologii możliwe jest przekształcenie elektrowni węglowych i gazowych w jądrowe przy ponownym wykorzystaniu istniejących urządzeń i infrastruktury oraz utrzymaniu wskaźników gospodarczych.

Pomimo ogólnoeuropejskiego zainteresowania ze strony podmiotów publicznych i prywatnych, rozwój SMR jest nadal ograniczony

przez przepisy, które nie są dostosowane do tego typu rozwiązań. Państwowe organy regulacyjne powinny w najbliższych miesiącach opracować spójne, uproszczone wytyczne dotyczące certyfikacji i procesu inwestycyjnego dla SMR. Szansą na przyspieszenie procesu są liczne inicjatywy międzynarodowe dążące do opracowania i wdrożenia jednolitych regulacji, które mogą stanowić podstawę do konstruowania przepisów krajowych.

SMRy będą stanowić podstawę lokalnej dekarbonizacji przemysłu, a także mogą

przyczynić się do rozwoju gospodarki wodorowej. Wodór, który uważany jest za paliwo przyszłości, będzie mógł być produkowany z wykorzystaniem niskoemisyjnego ciepła i energii elektrycznej z reaktorów SMR. Obecnie realizowane są tak zwane projekty „dolin wodorowych”, a według opinii ekspertów technologia SMR mogłaby stanowić istotne wsparcie dla rozwoju tych przyszłościowych inicjatyw.

# Kontakt



KPMG Poland

## KPMG w Polsce

ul. Inflancka 4A  
00-189 Warszawa  
T: +48 22 528 11 00  
E: [kpmg@kpmg.pl](mailto:kpmg@kpmg.pl)

## Alina Wołoszyn

Partner  
Szef Działu Deal Advisory  
KPMG w Polsce  
E: [awoloszyn@kpmg.pl](mailto:awoloszyn@kpmg.pl)

## Anna Szczodra

Partner  
Szef Praktyki Prawa  
Energetycznego  
KPMG Law  
E: [aszczodra@kpmg.pl](mailto:aszczodra@kpmg.pl)

## Dorota Miziołek

Partner Associate  
Dział Deal Advisory, Zespół  
Finansowania i Infrastruktury  
KPMG w Polsce  
E: [dmiziolek@kpmg.pl](mailto:dmiziolek@kpmg.pl)

## 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.

Document Classification: KPMG Public