



INSTYTUT
DYPLOMACJI
GOSPODARCZEJ



ATOMOWY KOMPAS



ATOMOWY KOMPAS

WPROWADZENIE

Wrześniowe wydarzenia pokazują, że światowa energetyka jądrowa coraz wyraźniej przechodzi od ambitnych strategii do konkretnych decyzji inwestycyjnych, technologicznych i regulacyjnych. Stany Zjednoczone rozwijają krajowy łańcuch paliwowy, wspierają ponowne uruchamianie elektrowni i przyspieszają komercjalizację małych reaktorów modułowych. Europa zwiększa zaangażowanie finansowe w technologie SMR, a Włochy podejmują działania na rzecz powrotu do energetyki jądrowej. Jednocześnie Chiny konsekwentnie rozwijają seryjną budowę dużych bloków, pokazując znaczenie standaryzacji i krajowych kompetencji przemysłowych. Coraz większego znaczenia nabiera bezpieczeństwo dostaw paliwa jądrowego oraz zdolność do budowania niezależnych łańcuchów dostaw.

SPIS TREŚCI

Str.3 - Atomowe podsumowanie miesiąca

Str.15 - SMR i mikroreaktory w wojsku. Mały atom jako zaplecze państwa na czas wojny

Str.21 - Nasze publikacje

Rosnące zapotrzebowanie na uran, rozwój nowych projektów wydobywczych w Mongolii i Nigrze oraz współpraca międzynarodowa w zakresie wzbogacania paliwa pokazują, że przyszłość sektora zależy nie tylko od dostępności technologii reaktorowych, lecz także od surowców, finansowania i stabilności geopolitycznej. Równolegle rośnie zainteresowanie energetyką jądrową ze strony sektora technologicznego, szczególnie operatorów centrów danych i infrastruktury sztucznej inteligencji.



ATOMOWE PODSUMOWANIE MIESIĄCA

Rosyjska ekspansja jądrowa w Kazachstanie i niepokój wokół Zaporoskiej Elektrowni Atomowej

W Stanach Zjednoczonych następował dalszy rozwój krajowego zaplecza paliwowego. 1 września Raven-Flint otrzymał wsparcie Departamentu Energii w ramach Nuclear Energy Launch Pad dla projektu krajowej instalacji konwersji uranu. Firma rozwija technologię produkcji sześćiofluorku uranu (UF_6) bez wykorzystania pierwiastkowego fluoru, określaną jako Corvus Route. Projekt zakłada budowę pilotażowej instalacji o wydajności około 500 ton uranu rocznie, a docelowo powstanie nowego zakładu konwersji, który miałby uzupełnić lukę w amerykańskim łańcuchu paliwowym. Ma to znaczenie szczególnie w kontekście rozwoju zaawansowanych reaktorów i rosnącego zapotrzebowania na HALEU oraz inne specjalistyczne paliwa.

Amerykański sektor jądrowy rozwijał w tym samym czasie również rozwiązania na dalszym etapie łańcucha technologicznego. 1 września NuScale Power poinformował o wyprodukowaniu pierwszych prototypowych elementów z tlenku boru przeznaczonych do pasywnego systemu awaryjnego chłodzenia. Elementy te mają rozpuszczać się w chłodziwie w przypadku aktywacji systemu, pomagając kontrolować reaktywność rdzenia bez konieczności ingerencji operatora. Z punktu widzenia komercjalizacji SMR

wydarzenie jest istotne, ponieważ dotyczy konkretnych procesów produkcyjnych i kwalifikacji komponentów bezpieczeństwa. Pokazuje to, że część amerykańskiego rynku przechodzi obecnie od fazy projektowania do budowania rzeczywistego łańcucha dostaw dla przyszłych instalacji.

Europa Północna z kolei coraz wyraźniej stawia na model seryjnego wdrażania małych reaktorów modułowych. 3 września szwedzki Studsvik poinformował o zawarciu porozumienia z GE Vernova Hitachi Nuclear Energy i Samsung C&T dotyczącego rozwoju projektu czterech reaktorów BWRX-300 o łącznej mocy około 1,2 GW. Potencjalnymi lokalizacjami są istniejący licencjonowany teren Studsvik w Nyköping oraz lokalizacja Målma w Valdemarsvik. Pierwszy reaktor miałby rozpocząć pracę w połowie lat 30. XXI wieku. Projekt nie stanowi jeszcze ostatecznej decyzji inwestycyjnej ani zgody na budowę, ale przewiduje natychmiastowe rozpoczęcie prac nad finansowaniem, licencjonowaniem, inżynierią i wyborem lokalizacji.

Szwedzki projekt jest szczególnie interesujący z punktu widzenia przyszłości europejskiego rynku SMR, ponieważ od początku zakłada budowę więcej niż jednej jednostki. Władze i przemysł próbują w ten sposób

Sytuacja eskalowała do tego stopnia, że 5 września rozpoczął się lokalny rozejm wynegocjowany przy udziale IAEA, którego celem było stworzenie warunków do naprawy uszkodzonej linii elektroenergetycznej Ferosplavna. Elektrownia pozostawała bez zewnętrznego zasilania od 20 sierpnia i korzystała z generatorów awaryjnych, a IAEA ostrzegała przed możliwością wystąpienia całkowitego blackoutu stacyjnego w przypadku wyczerpania zapasów paliwa. Ukraińscy technicy mieli rozpocząć prace po przeprowadzeniu rozminowania obszaru. Sam fakt konieczności ustanowienia czasowego zawieszenia działań wojennych dla wykonania prac elektroenergetycznych pokazuje, jak bardzo bezpieczeństwo jądrowe Zaporoskiej Elektrowni zależy od czynników pozostających poza klasycznym systemem ochrony fizycznej obiektu.

W tym samym okresie widoczny był także postęp w procesie wygaszania infrastruktury jądrowej, która zakończyła już swoją działalność. 2 września poinformowano o dalszych pracach nad demontażem trzech nieuszkodzonych bloków elektrowni w Czarnobylu. Według operatora wykonano już 94 proc. prac przygotowawczych dla bloku nr 2 oraz 44 proc. dla bloku nr 1, natomiast prace fizyczne przy bloku nr 3 mają rozpocząć się w 2027 r. Całość przygotowań do kolejnego etapu likwidacji trzech reaktorów ma zostać zakończona do końca 2028 r. Proces pokazuje, że nawet po zakończeniu produkcji energii elektrownia pozostaje przedsięwzięciem wymagającym wieloletniego zarządzania, zabezpieczenia materiałów promieniotwórczych i stopniowej dekonstrukcji infrastruktury.

Rosnący popyt na uran, możliwości Mongolii by go zaspokoić i Nuklearne Sympozjum w Londynie

9 września Google zawarł 22-letnią umowę obejmującą do 50 proc. produkcji elektrowni jądrowej Loviisa w Finlandii. Jednocześnie Google zapowiedział inwestycje o wartości 13 mld euro w fińską infrastrukturę AI i centra danych. Elektrownia Loviisa, zasilana dwoma rosyjskimi reaktorami VVER-440, dostarcza obecnie ponad 10 proc. energii elektrycznej Finlandii. Znaczenie tej transakcji wykracza jednak poza samą Finlandię. Google wskazał, że jest to jego pierwszy kontrakt na energię jądrową zawarty poza Stanami Zjednoczonymi, a sama umowa pokazuje zmianę sposobu finansowania istniejących aktywów jądrowych. Co więcej, Google i Fortum podpisały również porozumienie dotyczące współpracy przy nowych projektach jądrowych, OZE oraz rozwiązaniach zwiększających elastyczność systemu.

Równolegle Stany Zjednoczone kontynuowały politykę wspierania powrotu wyłączonych wcześniej elektrowni jądrowych. 8 września Departament Energii zamknął finansowanie pożyczki w wysokości do 1,9 mld dolarów dla NextEra Energy na restart elektrowni Duane Arnold w stanie Iowa. Obiekt o mocy 615 MW został wyłączony w 2020 r. po 45 latach pracy, a obecnie planowane jest jego ponowne uruchomienie w 2029 r., pod warunkiem uzyskania wymaganych zgód amerykańskiego regulatora. Według DOE inwestycja ma dostarczyć stabilną moc podstawową do systemu i

odpowiedzieć na rosnące zapotrzebowanie energetyczne, między innymi ze strony infrastruktury chmurowej i AI. Projekt ma również stworzyć około 1500 miejsc pracy podczas odbudowy i modernizacji oraz ponad 460 miejsc pracy w fazie eksploatacji. Wcześniej podobne wsparcie otrzymał projekt restartu elektrowni Palisades w Michigan, a administracja federalna wspiera również przywrócenie do pracy jednego z bloków Three Mile Island.

W Europie istotnym wydarzeniem z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego było natomiast dopuszczenie przez czeski Państwowy Urząd Bezpieczeństwa Jądrowego paliwa Westinghouse do wykorzystania w rosyjskich reaktorach VVER-1000 elektrowni Temelín. Nowe zestawy paliwowe mają zostać załadowane do pierwszego bloku podczas planowanego postoju jeszcze w tym roku. Proces certyfikacji trwał pięć lat i obejmował między innymi analizy zachowania paliwa w warunkach normalnej eksploatacji, jego kompatybilności z reaktorem oraz procedur przechowywania i obsługi. Czechy rozpoczęły dywersyfikację dostaw paliwa jądrowego jeszcze w 2018 r., a w 2022 r. zawarły kontrakty zarówno z Westinghouse, jak i Framatome. Oznacza to dalsze ograniczanie zależności od rosyjskich rozwiązań jądrowych, co w warunkach wojny rosyjsko-ukraińskiej nabiera znaczenia tak gospodarczego, jak i strategicznego.

Jeszcze wyraźniej kwestia bezpieczeństwa łańcucha paliwowego wybrzmiała podczas World Nuclear Symposium w Londynie. Przedstawiciele Kazatompromu oraz Cameco zwracali uwagę na rosnące zainteresowanie uranem ze strony odbiorców azjatyckich, podczas gdy popyt ze strony państw zachodnich rozwija się wolniej. Kazatomprom wskazuje, że około połowa jego sprzedaży trafia obecnie na rynki określone jako „Wschód”, a zainteresowanie tych odbiorców nadal rośnie. Szczególnie interesujące jest pojawienie się nowej grupy potencjalnych klientów – wielkich przedsiębiorstw technologicznych i operatorów centrów danych. Firmy te zaczynają rozważać zabezpieczanie dostaw uranu już na etapie planowania własnych strategii energetycznych, nawet jeśli nie zamierzają bezpośrednio budować reaktorów.

W tym samym czasie wzmacnia się pozycja Mongolii jako potencjalnie istotnego nowego producenta uranu. Podczas londyńskiego sympozjum prezes Orano Nicholas Maes ocenił, że należąca do francuskiej grupy kopalnia Zuuvch Ovoo może rozpocząć produkcję jeszcze przed końcem dekady. Projekt ma docelowo osiągać około 2500 ton uranu rocznie przez około 30 lat, tworząc około 1600 bezpośrednich i pośrednich miejsc pracy. Orano rozpoczęło fazę realizacji projektu po uzyskaniu szerokiego poparcia politycznego w Mongolii, a według deklaracji kierownictwa firmy do końca października ma zostać zakontraktowane około 25 proc.

nakładów inwestycyjnych. Dla światowego rynku paliwa oznacza to perspektywę pojawienia się kolejnego dużego producenta w regionie, w którym jednocześnie rośnie popyt ze strony Chin i innych państw azjatyckich.

Istotnym elementem tej samej układanki pozostaje wzbogacanie uranu. 9 września Korea Hydro & Nuclear Power oraz francuski Orano podpisały list intencyjny dotyczący długoterminowej współpracy w sektorze wzbogacania uranu. Porozumienie zostało zawarte w Paryżu podczas wizyty prezydenta Korei Południowej Lee Jae Myunga i w obecności prezydenta Francji Emmanuela Macrona. KHNP posiada już 2,5-proc. udział w zakładzie wzbogacania Georges Besse 2 należącym do Orano. Nowe porozumienie ma pogłębić współpracę w przedniej części cyklu paliwowego. Z punktu widzenia Seulu oznacza to próbę zwiększenia bezpieczeństwa dostaw paliwa w sytuacji, w której południowokoreański sektor jądrowy rozwija jednocześnie krajowy program energetyki jądrowej i ekspansję eksportową. Dla Francji współpraca wzmacnia natomiast pozycję Orano jako jednego z kluczowych zachodnich dostawców usług wzbogacania uranu.

Po stronie technologicznej tydzień przyniósł kolejny przykład chińskiej przewagi w seryjnej realizacji dużych bloków jądrowych. 7 września w elektrowni Zhaoyuan w prowincji Shandong wylano pierwszy beton konstrukcyjny związany z budynkiem

reaktora drugiego bloku Hualong One. Zhaoyuan ma docelowo składać się z sześciu jednostek o łącznej mocy 7,2 GWe, a koszt całego przedsięwzięcia szacowany jest na około 120 mld juanów, czyli 16,9 mld dolarów. Według założeń każdy z bloków ma rozpocząć produkcję energii około 50-60 miesięcy od rozpoczęcia budowy. W trakcie World Nuclear Symposium przedstawiciele chińskiego sektora przedstawili zresztą model, którego celem jest zejście do 56 miesięcy dla kolejnych jednostek. Kluczowe znaczenie mają standaryzacja projektu, seryjne zamówienia, cyfryzacja budowy, ograniczanie zmian projektowych i rozwój wyspecjalizowanej kadry. Jest to szczególnie istotne w kontekście globalnej dyskusji o tym, czy atom może zwiększyć skalę budowy bez powtarzania problemów związanych z opóźnieniami i wzrostem kosztów.

W Polsce miniony tydzień przyniósł konkretny postęp w przygotowaniu infrastruktury pierwszej elektrowni jądrowej Lubiatowo-Kopalino. 11 września Polskie Elektrownie Jądrowe zakończyły morską kampanię badań pod kątem niewybuchów i niewypałów na obszarze przyszłej infrastruktury chłodzenia elektrowni. Przebadano ponad 600 hektarów dna Bałtyku i wydobyto około 500 obiektów, a zasadniczym wnioskiem było potwierdzenie bezpieczeństwa badanego obszaru pod kątem UXO. Jest to kolejny element przechodzenia projektu z fazy przygotowawczej do coraz bardziej zaawansowanych prac infrastrukturalnych. Równolegle

podczas Forum Ekonomicznego w Karpaczu minister energii Miłosz Motyka wskazywał na strategiczne znaczenie rozwoju energetyki jądrowej i zwiększania udziału polskich przedsiębiorstw w krajowym łańcuchu dostaw. Według deklaracji resortu właśnie budowa krajowych kompetencji przemysłowych ma być jednym z kluczowych elementów kolejnych etapów programu, obejmującego nie tylko pierwszą elektrownię, lecz także przygotowania do drugiej lokalizacji.

Europejski Bank Inwestycji wspomaga SMRy, a Chiny dołączają kolejny blok EJ do sieci komercyjnej

Opublikowana 14 września najnowsza edycja Uranium 2026: Resources, Production and Demand, przygotowana wspólnie przez OECD Nuclear Energy Agency i Międzynarodową Agencję Energii Atomowej, wskazuje, że globalne zasoby uranu są wystarczające, aby pokryć przewidywany wzrost zapotrzebowania, ale nie oznacza to automatycznie bezpieczeństwa dostaw. Według raportu na początku 2025 r. na świecie pracowało 418 komercyjnych reaktorów o łącznej mocy 378 GWe, zużywających około 64,5 tys. ton uranu rocznie. Przy przewidywanym wzroście mocy jądrowych zapotrzebowanie może do 2050 r. wzrosnąć do 84,8-143,9 tys. ton rocznie. Jednocześnie identyfikowane zasoby uranu możliwe do wydobycia przy kosztach poniżej 260 USD/kgU przekraczają 8,1 mln ton. Problemem nie jest więc geologiczny brak surowca, lecz czas potrzebny na

przekształcenie zasobów w faktyczną podaż. W latach 2023-2024 globalne wydatki na poszukiwanie i rozwój złóż przekroczyły 1,78 mld dolarów, czyli były o 46 proc. wyższe niż w latach 2021-2022, ale żaden nowy projekt wydobywczy nie rozpoczął w tym okresie produkcji.

18 września amerykański Centrus Energy podpisał wieloletni kontrakt z firmą Antares Nuclear na dostawy wysokoprocetowego nisko wzbogaconego uranu. Przedpłaty dokonywane przez Antares mają wspierać rozbudowę krajowych zdolności wzbogacania Centrus, natomiast dostawy paliwa mają rozpocząć się przed końcem dekady. Antares rozwija transportowalne mikroreaktory wykorzystujące paliwo TRISO-HALEU, a jego demonstracyjny reaktor Antares 0 osiągnął krytyczność w czerwcu. Istotny jest także wymiar strategiczny porozumienia: Centrus ma dostarczać paliwo pochodzące z amerykańskiego łańcucha dostaw, co pozwala na jego wykorzystanie również w zastosowaniach związanych z bezpieczeństwem narodowym. Wraz z wcześniejszym kontraktem Antares z brytyjskim Urenco tworzy to model, w którym deweloperzy zaawansowanych reaktorów próbują zabezpieczać dostawy paliwa jeszcze przed osiągnięciem komercyjnej skali produkcji.

Równolegle Stany Zjednoczone przyspieszają tworzenie nowych zastosowań dla małych reaktorów. 16 września firma Blue Energy złożyła do Nuclear Regulatory Commission pierwszą część wniosku o pozwolenie

na budowę projektu w Port of Victoria w Teksasie. Koncepcja zakłada połączenie elektrowni gazowej z przyszłym reaktorem SMR poprzez wykorzystanie części wspólnej infrastruktury. Firma chce najpierw zbudować elementy związane z instalacją gazową, które następnie byłyby wykorzystywane również przez część jądrową. Wniosek obejmuje również zgodę na rozpoczęcie wybranych prac budowlanych, w tym głębokich fundamentów i szybów dla pierwszego reaktora.

W Europie ważnym sygnałem było natomiast pierwsze bezpośrednie zaangażowanie Europejskiego Banku Inwestycyjnego w rozwój technologii SMR. 15 września EBI uzgodnił inwestycję do 40 mln euro w fińską firmę Steady Energy, rozwijającą reaktor LDR-50. Jednostka o mocy cieplnej 50 MW została zaprojektowana przede wszystkim do produkcji ciepła dla sieci ciepłowniczych, a nie energii elektrycznej. Środki EBI mają finansować badania i rozwój, testy oraz proces licencjonowania w latach 2026-2028. Firma posiada już porozumienia dotyczące 15 reaktorów w Finlandii, a rozpoczęcie budowy pierwszej instalacji planowane jest na 2029 r. Finansowanie EBI jest istotne również z punktu widzenia europejskiej polityki przemysłowej, ponieważ oznacza odejście od traktowania małych reaktorów wyłącznie jako koncepcji technologicznej i uznanie ich za potencjalny element przyszłego systemu energetycznego.

W tym samym kierunku zmierza Wielka Brytania, gdzie regulatorzy

rozpoczęli kolejne działania mające skrócić czas wdrażania nowych technologii jądrowych. 17 września Office for Nuclear Regulation oraz Environment Agency przedstawiły rządowi zakres zmian mających przyspieszyć proces licencjonowania nowych reaktorów. Reforma jest następstwem prac Nuclear Regulatory Taskforce, który rekomendował zasadniczą przebudowę sposobu funkcjonowania systemu regulacyjnego.

Jednocześnie brytyjskie organy rozpoczęły ocenę projektu Xe-100 firmy X-energy, wysokotemperaturowego reaktora chłodzonego gazem. Z punktu widzenia Wielkiej Brytanii jest to próba stworzenia modelu regulacyjnego, który umożliwi szybsze wprowadzanie technologii SMR i AMR bez całkowitego rezygnowania z wieloetapowej oceny bezpieczeństwa. Brytyjski kierunek dobrze koresponduje z działaniami Francji. 18 września EDF przedstawił plan budowy dziesięciu małych reaktorów jądrowych w Europie do 2035 r. Firma chce wykorzystać technologię rozwijaną przez NUWARD, przy czym pierwszy projekt miałby powstać we Francji, a kolejny we Włoszech. EDF prowadzi jednocześnie rozmowy z Polską, Belgią i Finlandią dotyczące potencjalnej lokalizacji kolejnych jednostek. Plan zakłada reaktory o mocy około 400 MW, które mogłyby dostarczać zarówno energię elektryczną, jak i ciepło dla przemysłu. Według deklaracji EDF docelowy koszt produkcji energii ma wynosić około 100 euro/MWh. Francuska grupa próbuje w ten sposób stworzyć serię

powtarzalnych jednostek, która pozwoliłaby rozłożyć koszty rozwoju technologii na większą liczbę inwestycji.

W Azji natomiast małe reaktory coraz wyraźniej pojawiają się jako narzędzie dywersyfikacji systemów energetycznych państw, które dotychczas nie posiadały energetyki jądrowej. 16 września Electricity Generating Authority of Thailand podpisał z U.S. Trade and Development Agency porozumienie dotyczące finansowania studium wykonalności dla wdrożenia amerykańskich technologii SMR w Tajlandii. Analiza ma objąć potencjalne lokalizacje, koszty i wymagania regulacyjne dla programu o docelowej mocy około 600 MW. Co istotne, studium ma charakter technologicznie neutralny i obejmuje rozwiązania GE Hitachi, Holtec, Kairos, NuScale, TerraPower, Westinghouse i X-energy. Tajlandia nie posiada obecnie energetyki jądrowej w swoim miksie, dlatego etap studium wykonalności ma znaczenie nie tylko techniczne, ale również instytucjonalne – pozwala zbudować podstawy regulacyjne i kadrowe przed podjęciem decyzji inwestycyjnej.

Równolegle Chiny kontynuują model rozwoju oparty przede wszystkim na dużych, seryjnie budowanych reaktorach. 17 września trzeci blok elektrowni jądrowej Changjiang na wyspie Hainan wszedł do eksploatacji komercyjnej. Jest to pierwszy z dwóch nowych reaktorów Hualong One w ramach drugiego etapu rozbudowy kompleksu. Pierwszy beton pod blok trzeci wylano w marcu 2021 r., krytyczność osiągnięto w lipcu 2026 r.,

a przyłączenie do sieci nastąpiło w sierpniu. Drugi blok ma rozpocząć pracę na początku 2027 r. Tempo realizacji Changjiang pokazuje przewagę modelu seryjnego, w którym krajowa technologia jest powtarzana na kolejnych lokalizacjach przy wykorzystaniu rozbudowanego krajowego łańcucha dostaw. W sytuacji, gdy Europa i USA dopiero próbują stworzyć ekonomicznie powtarzalne modele SMR, Chiny zwiększają jednocześnie skalę klasycznych dużych jednostek III generacji.

Polska domyka warunki pierwszej elektrowni, a włoski Senat głosuje nad przyszłością atomu

Jednym z najważniejszych wydarzeń tygodnia z perspektywy europejskiej było głosowanie włoskiego Senatu nad ustawą umożliwiającą powrót energetyki jądrowej. 23 września izba wyższa włoskiego parlamentu przyjęła rządową inicjatywę stosunkiem głosów 81 do 51, otwierając drogę do stworzenia ram prawnych dla nowych elektrowni oraz technologii takich jak SMR i zaawansowane reaktory. Rząd Giorgii Meloni argumentuje, że atom ma zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne Włoch, ograniczyć zależność od importu paliw i energii oraz wesprzeć dekarbonizację gospodarki. Przyjęta ustawa nie oznacza jeszcze rozpoczęcia budowy konkretnego reaktora. Rząd otrzymał natomiast 12 miesięcy na przygotowanie przepisów wykonawczych, obejmujących m.in. procedury lokalizacyjne, regulacyjne i zasady gospodarowania odpadami

promieniotwórczymi. Włoski przypadek jest szczególnie interesujący, ponieważ państwo, które po referendum z 1987 i 2011 r. pozostawało poza europejskim rynkiem energetyki jądrowej, próbuje obecnie powrócić do sektora w momencie, gdy rozwój SMR daje możliwość wyboru technologii innych niż klasyczne wielkoskalowe bloki.

Jeszcze bardziej konkretny charakter miał rozwój sytuacji na Słowacji. 21 września czwarty blok elektrowni Mochovce rozpoczął produkcję energii elektrycznej, przechodząc do kolejnego etapu rozruchu energetycznego. Jednostka VVER-440 o mocy 471 MW będzie stopniowo zwiększać moc – przez poziomy 5, 20, 35, 55, 75 i 90 proc. – przy czym na każdym etapie prowadzone będą testy systemów oraz parametrów pracy. Po osiągnięciu 20 proc. mocy blok zostanie zsynchronizowany z siecią, a końcowym etapem będzie 144-godzinny test przy pełnej mocy. Mochovce 4 jest szczególnie istotnym przykładem dla Europy Środkowej, ponieważ pokazuje możliwość zwiększenia krajowej produkcji energii jądrowej poprzez dokończenie projektu rozpoczętego jeszcze w poprzednich dekadach. Po pełnym uruchomieniu nowy blok zwiększy udział stabilnych, niskoemisyjnych źródeł w słowackim miksie i będzie kolejnym elementem ograniczania zależności regionu od paliw kopalnych. W Europie równolegle rozwija się bardziej klasyczny model SMR oparty na standaryzowanych reaktorach lekkowodnych. Polski zespół odpowiedzialny za projekt BWRX-300

w Wielkiej Brytanii, działający pod nazwą SGE, podtrzymał w tym tygodniu plany budowy floty 14 reaktorów o łącznej mocy 4,2 GW. Według przedstawionej koncepcji pierwsza lokalizacja miałaby otrzymać sześć jednostek, a kolejne dwie po cztery. Projekt ma być finansowany prywatnie, a w konsorcjum uczestniczą m.in. Samsung C&T, Laing O'Rourke, Aecon Group i Google Cloud. SGE wskazuje przy tym na możliwość wykorzystania wspólnej infrastruktury oraz standaryzacji kolejnych bloków, co ma poprawić ekonomię całej floty. Brytyjski projekt jest interesujący także z polskiej perspektywy, ponieważ pokazuje, że krajowe przedsiębiorstwa próbują budować kompetencje nie tylko poprzez udział w krajowym programie jądrowym, lecz również poprzez rozwój projektów zagranicznych opartych na technologii BWRX-300.

Jeszcze inny model rozwoju SMR zaprezentowała w tym tygodniu Rosja. 24 września Rosatom poinformował o wyprodukowaniu drugiego reaktora RITM-200C przeznaczonego dla pływającej elektrowni jądrowej FPU-106. Jednostka ma zostać wyposażona w dwa reaktory o mocy po 58 MW, które mają dostarczać energię dla przemysłowego klastra wydobywczego w Czukotce. Pierwszy reaktor został wyprodukowany w maju i oczekuje obecnie na instalację w stoczni. Konstrukcja pływającej elektrowni pokazuje specyficzny rosyjski kierunek rozwoju małych reaktorów, w którym jednostka jądrowa nie jest traktowana jako

klasyczna elektrownia lądowa, lecz jako mobilna infrastruktura energetyczna mogąca zostać przetransportowana w miejsce oddalone od głównych sieci elektroenergetycznych. Dla państw posiadających odległe regiony przemysłowe i górnicze może to być potencjalnie interesujący model, choć jego zastosowanie wymaga rozwiązania dodatkowych kwestii dotyczących logistyki, bezpieczeństwa morskiego i regulacji.

Ważnym wydarzeniem z punktu widzenia przyszłego rynku uranu było natomiast podpisanie w Nigrze konwencji górniczej dotyczącej projektu Madaouela. 25 września spółka Atomic Eagle i władze Nigru formalnie zawarły porozumienie, które ustanawia ramy prawne, fiskalne i regulacyjne dla dalszego rozwoju projektu. Umowa ma również umożliwić przygotowanie finansowania oraz przyszłych kontraktów offtake, a zarazem otwiera drogę do zakończenia postępowania arbitrażowego dotyczącego przedsięwzięcia. Projekt jest w 60 proc. własnością spółki zależnej Atomic Eagle, natomiast pozostałe 40 proc. należy do Republiki Nigru. W sytuacji rosnącego światowego zapotrzebowania na uran znaczenie takich projektów wykracza poza rynek surowców. Stabilność polityczna i regulacyjna państw posiadających złożyła się jednym z elementów bezpieczeństwa całego zachodniego łańcucha paliwowego, szczególnie w sytuacji zwiększania mocy jądrowych w Europie i Ameryce Północnej. W Polsce wydarzeniem tygodnia było przejście projektu

pierwszej elektrowni jądrowej do kolejnego etapu negocjacji kontraktu EPC.

września konsorcjum Bechtel-Westinghouse oraz Polskie Elektrownie Jądrowe poinformowały o uzgodnieniu głównych warunków handlowych kontraktu Engineering, Procurement and Construction dla elektrowni w Lubiatowie-Kopalino. Strony zamierzają zakończyć negocjacje pozostałych elementów umowy do końca 2026 r. i wykorzystać uzgodnione już warunki jako podstawę do finalizacji szczegółowych zapisów oraz załączników kontraktowych. Projekt obejmuje trzy reaktory AP1000, a jego realizacja ma być jednym z największych przedsięwzięć infrastrukturalnych w historii polskiej energetyki.

Równolegle widoczny jest już rozwój krajowego łańcucha dostaw. 24 września Bechtel podpisał z Polimex Mostostal umowę dotyczącą dostawy, montażu i uruchomienia dwóch wielkoskalowych hal modułowych przeznaczonych do scalania elementów elektrowni AP1000 na terenie gminy Choczewo. Infrastruktura ma wspierać montaż modułów powstających dla pierwszej polskiej elektrowni i stanowi kolejny przykład włączania krajowych przedsiębiorstw w realizację projektu jeszcze przed podpisaniem finalnego kontraktu EPC. Z perspektywy polskiej polityki przemysłowej istotne jest więc nie tylko samo tempo negocjacji z Westinghouse i Bechtem, lecz również stopniowe tworzenie kompetencji wykonawczych, które mogą być wykorzystywane przy

kolejnych inwestycjach jądrowych. W tym sensie kontrakt z Polimexem ma znaczenie szersze niż pojedyncze zamówienie infrastrukturalne, ponieważ tworzy doświadczenie przedsiębiorstwa w pracy przy projekcie AP1000 i w systemie dostaw dla energetyki jądrowej.

Rozwój atomu po obu stronach Cieśniny Tajwańskiej i zielone światło dla technologii małych reaktorów, które staną w Polsce

Pierwszym wydarzeniem tygodnia był rozpoczęty 27 września kolejny projekt jądrowy w Chinach. W elektrowni Bailong w regionie Guangxi wylano pierwszy beton dla wyspy jądrowej drugiego bloku. Projekt pierwszej fazy zakłada budowę dwóch reaktorów CAP1000 o mocy 1,25 GWe każdy, czyli chińskiej odmiany Westinghouse AP1000. Pierwszy blok rozpoczął budowę pod koniec 2025 r., natomiast drugi wszedł obecnie do tego samego cyklu inwestycyjnego. Łączny koszt pierwszej fazy szacowany jest na około 40 mld juanów (ok. 6 mld dolarów), a planowany czas budowy każdego bloku wynosi około 56 miesięcy. Docelowo Bailong ma zostać rozbudowany do sześciu jednostek o łącznej mocy 8,62 GWe. Projekt jest szczególnie interesujący, ponieważ pokazuje, jak Chiny wykorzystują zagraniczne rozwiązania projektowe jako podstawę własnej, standaryzowanej serii reaktorów.

Dzień później podobny sygnał przyszedł z Tajwanu, choć w zupełnie innym kontekście politycznym. 28 września tamtejszy regulator zakończył ocenę planu ponownego uruchomienia

elektrowni Maanshan, której dwa reaktory zostały wyłączone odpowiednio w 2024 i 2025 r. po wygaśnięciu 40-letnich licencji. Zmiana prawa przyjęta w 2025 r. umożliwiła operatorowi ubieganie się o kolejne 20 lat eksploatacji. Regulator zakończył podstawową analizę dokumentacji, przeprowadził inspekcje oraz konsultacje z władzami lokalnymi i mieszkańcami, ale przed ewentualnym wznowieniem pracy konieczne będą jeszcze kolejne kontrole bezpieczeństwa, oceny starzenia infrastruktury, kwestie radiologiczne i analiza sejsmiczna. Władze gospodarcze Tajwanu wskazują, że jednostki mogłyby wrócić do pracy około 2028 r. Zmiana ta ma szersze znaczenie: nawet państwa, które jeszcze niedawno prowadziły politykę stopniowego wycofywania atomu, zaczynają traktować istniejące reaktory jako aktywa strategiczne w warunkach rosnącego zapotrzebowania na energię.

Najważniejszym wydarzeniem tygodnia z punktu widzenia globalnego rynku SMR było jednak wydanie 30 września pozwolenia na budowę pierwszego amerykańskiego komercyjnego BWRX-300. Decyzja dotyczy projektu Tennessee Valley Authority (TVA) w Clinch River w Tennessee i oznacza formalne przejście technologii GE Vernova Hitachi przez jeden z najważniejszych etapów regulacyjnych. Amerykańskie Nuclear Regulatory Commission (NRC) zakończyło ocenę w ciągu 14 miesięcy, cztery miesiące szybciej niż przewidywał pierwotny

harmonogram. Samo pozwolenie nie oznacza jeszcze rozpoczęcia budowy – TVA nadal negocjuje model podziału kosztów z partnerami przemysłowymi i nie podała terminu rozpoczęcia prac. Znaczenie decyzji jest jednak znacznie większe. BWRX-300 jest projektowany jako jednostka o mocy 300 MWe wykorzystująca naturalną cyrkulację oraz pasywne systemy bezpieczeństwa, a jego podstawą licencyjną jest wcześniejszy projekt ESBWR. NRC i TVA podkreślają, że doświadczenia z Clinch River mogą stworzyć powtarzalną ścieżkę licencjonowania kolejnych jednostek. W praktyce właśnie seryjność – a nie pojedynczy demonstrator – jest warunkiem, od którego zależy ekonomiczny sukces SMR. Wydarzenie to ma także bezpośrednie znaczenie dla Polski, ponieważ BWRX-300 jest technologią rozwijaną przez Orlen Synthos Green Energy. Polska nie jest oczywiście automatycznie objęta amerykańskim pozwoleniem, ale doświadczenia z Clinch River mogą w przyszłości ograniczyć część ryzyka regulacyjnego związanej z seryjnym wdrażaniem tej technologii.

W Polsce w tym samym tygodniu pojawił się dodatkowo sygnał dotyczący prywatnego finansowania projektu SGE. 30 września grupa polskich inwestorów, w tym Rafał Brzóska, Mateusz Staniszewski, Dariusz Gałęzewski, Krzysztof Pawiński, Michał Brański i Michał Wypychewicz, zadeklarowała inwestycję 500 mln zł w Synthos Green Energy. Wraz z 1,35 mld zł pozyskanymi od inwestorów zagranicznych ma to zapewnić spółce finansowanie działalności na kolejne

dwa lata. Środki mają wspierać rozwój projektów BWRX-300 w Polsce, Europie Środkowo-Wschodniej i Wielkiej Brytanii. Jest to istotne również dlatego, że projekt SMR w Polsce próbuje obecnie budować własną bazę kapitałową poza bezpośrednim finansowaniem publicznym.

Jeszcze większą skalę ma natomiast zapowiedziana 1 października współpraca amerykańsko-południowokoreańska. Departament Handlu USA przedstawił ramy porozumienia zakładającego potencjalną budowę sześciu reaktorów Westinghouse AP1000 oraz dwóch południowokoreańskich APR1400 w Stanach Zjednoczonych. Wartość całego programu określono na około 120 mld dolarów, z czego 100 mld ma odpowiadać kosztom budowy, a 20 mld stanowić rezerwę. Lokalizacje nie zostały jeszcze wybrane, a poszczególne projekty mają być ogłaszane dopiero po uzgodnieniu lokalizacji, harmonogramów i warunków komercyjnych. Oba państwa zamierzają jednak do końca roku przeprowadzić transfer około 10 mld dolarów zaliczki, która ma umożliwić zakup komponentów o długim czasie dostawy. Porozumienie jest szczególnie interesujące, ponieważ łączy amerykańską technologię AP1000 z południowokoreańskim przemysłem wykonawczym i łańcuchem dostaw. Jednocześnie przewidziano możliwość budowy do dwóch APR1400, co oznaczałoby wejście koreańskiej technologii do amerykańskiego rynku.

W Wielkiej Brytanii postępował natomiast proces realizacji Hinkley Point C. 1 października EDF poinformował o ukończeniu drążenia kolejnego, 620-metrowego tunelu pod dnem kanału Bristolskiego. Obiekt jest elementem systemu ochrony ryb związanego z poborem i odprowadzaniem wody chłodzącej dla dwóch reaktorów EPR. Łączna długość morskich tuneli wykonanych na potrzeby elektrowni przekroczyła już 8 km. Sama inwestycja pozostaje jednak przykładem wyzwań związanych z dużymi projektami jądrowymi: rozpoczęta w 2018 r. budowa dwóch reaktorów po 1,63 GWe ma obecnie zakładać uruchomienie pierwszej jednostki około 2030 r., podczas gdy wcześniejsze harmonogramy przewidywały wcześniejszy termin. Koszt projektu również wzrósł względem pierwotnych założeń.

SMR I MIKROREAKTORY W WOJSKU. MAŁY ATOM JAKO ZAPLECZE PAŃSTWA NA CZAS WOJNY

Autor: Dr Aleksander Olech

Małe reaktory modułowe nie są technologią, która rozwiąże wszystkie problemy armii na czas wojny. Nie zastąpią paliwa, przerzutu wojsk ani dotychczasowych źródeł energii. Z drugiej strony, mogą stać się jednym z ważnych elementów przygotowania państwa do kryzysu i wojny. Nowoczesne siły zbrojne potrzebują dziś nie tylko żołnierzy, czołgów i sztucznej inteligencji, ale także stabilnego zasilania dla systemów, od których zależy prowadzenie operacji. W takim ujęciu należy rozwijać wojskowe znaczenie SMR-ów i mikroreaktorów.

Współczesna wojna nie ogranicza się do uderzenia w wybrane oddziały. Coraz częściej zaczyna się od próby sparaliżowania państwa, które ma zostać pozbawione energii, możliwości transportu, łączności i szybkiego dowodzenia. Rosja pokazała to w działaniach przeciwko Ukrainie. Ataki na infrastrukturę energetyczną nie jest dodatkiem do operacji wojskowej, ale częścią sposobu prowadzenia wojny. Działania hybrydowe mogą być przy tym wstępem do otwartego konfliktu, a uderzenie w zaplecze państwa może poprzedzać działania bezpośrednie na polu walki.

W związku z powyższym problematyka wykorzystania małych reaktorów modułowych w wojsku nie powinna zaczynać się od dywagacji nad samą technologią, ale od pytania o potrzeby odporności państwa. SMR-y, oraz mikroreaktory, mogą dać wojsku źródło energii, które nie zależy wyłącznie od cywilnej sieci. Nie oznacza to, że mały reaktor zastąpi elektrownie, generatory, magazyny energii czy duże dostawy paliwa. Jednakże rozproszone i odpowiednio chronione źródło energii może być mniej podatne na skutki pierwszego uderzenia wymierzonego w krajową sieć energetyczną.

Trzeba jednak rozróżnić klasyczne SMR-y od jeszcze mniejszych mikroreaktorów. W zastosowaniach wojskowych największe zainteresowanie budzą konstrukcje o mocy kilku lub kilkunastu megawatów, które mogą być montowane fabrycznie, transportowane w modułach i uruchamiane w miejscu docelowym. Ich zaletą ma być nie tylko niewielki rozmiar, ale przede wszystkim możliwość działania poza krajową siecią energetyczną.

Ma to znaczenie przede wszystkim dla obiektów, które muszą działać bez przerwy. Dotyczy to stanowisk dowodzenia, radarów, systemów obrony powietrznej i

przeciwrakietowej, a także lotnisk, portów wojennych oraz instalacji znajdujących się na oddalonych kierunkach. Im bardziej armia korzysta z danych, sztucznej inteligencji, systemów bezzałogowych i walki radioelektronicznej, tym bardziej potrzebuje stałego dostępu do energii. Dlatego obecnie mały atom przestaje być tematem wyłącznie energetycznym, a staje się także kwestią bezpieczeństwa i przygotowania wojskowego. Cywilne SMR-y są projektowane przede wszystkim dla energetyki, przemysłu i dużych odbiorców, natomiast mikroreaktory mają być znacznie mniejsze, mogą pracować przez kilka lat bez wymiany paliwa i w części projektów mają być transportowane do miejsca instalacji. Osobną kategorią pozostają reaktory napędu morskiego wykorzystywane w atomowych okrętach podwodnych i lotniskowcach. Posiadanie takich jednostek nie oznacza automatycznie, że dane państwo prowadzi również program lądowych mikroreaktorów dla baz wojskowych.

Należy też dość szeroko postrzegać pojęcie mobilności. Reaktor mieszczący się w modułach lub kontenerach nie jest zwykłym generatorem, który można swobodnie przemieszczać między jednostkami. Możliwość przewiezienia systemu przed uruchomieniem to jedno, natomiast jego późniejsza eksploatacja, ochrona, chłodzenie oraz transport po napromieniowaniu paliwa to zupełnie inna kwestia. Dlatego najbardziej realne zastosowania wojskowe dotyczą baz stałych i

półstałych, oddalonych placówek oraz instalacji arktycznych, a nie jednostek rozmieszczonych bezpośrednio za linią frontu.

Stany Zjednoczone, Rosja, Chiny i Europa

Najbardziej zaawansowane w rozwijaniu opisanych programów wojskowych są Stany Zjednoczone. Project Pele ma pokazać, czy transportowalny reaktor generacji IV może zasilać instalacje wojskowe w miejscach, gdzie energia jest droga, trudna do dostarczenia albo narażona na przerwanie. Nie jest to już wyłącznie koncepcja. Do Idaho National Laboratory dostarczono paliwo przeznaczone dla prototypu, który ma zostać zmontowany i poddany testom. Co jednak ważne, nawet Stany Zjednoczone, mające ogromne możliwości technologiczne i finansowe, nadal mówią przede wszystkim o demonstracji oraz stopniowym sprawdzaniu tego rozwiązania.

Kolejnym amerykańskim przedsięwzięciem jest Janus Program, czyli rozwój mikroreaktorów przeznaczonych dla stałych instalacji wojskowych na terytorium Stanów Zjednoczonych. Amerykańska armia wskazała dziewięć potencjalnych lokalizacji, w tym Fort Bragg, Fort Campbell, Fort Drum, Fort Wainwright, Joint Base Lewis-McChord i Redstone Arsenal. Ostateczna liczba reaktorów nie została jeszcze ustalona, natomiast celem pozostaje rozmieszczenie demonstracyjnej instalacji do 2030

roku. Zanim mikroreaktor zostanie wykorzystany za granicą, technologia będzie zatem sprawdzana w kraju.

To pokazuje, że nawet USA nie traktują małego atomu jako rozwiązania gotowego do natychmiastowego wykorzystania. Najpierw trzeba sprawdzić bezpieczeństwo systemu, sposób jego ochrony i realne koszty eksploatacji. Dopiero potem możliwe będzie podejmowanie decyzji o szerszym wdrażaniu technologii w siłach zbrojnych.

Rosja ma inne doświadczenia, ponieważ od lat rozwija reaktory dla okrętów podwodnych, lodołamaczy jądrowych i infrastruktury arktycznej. „Akademik Łomonosow”, czyli pływająca elektrownia jądrowa działająca na Czukotce od 2020 roku, formalnie służy celom cywilnym, ale jej znaczenie dla obecności państwa rosyjskiego na północy jest znaczące. Energia w Arktyce oznacza możliwość utrzymywania infrastruktury oraz zaplecza państwa w miejscach, w których zwykła logistyka pozostaje kosztowna i trudna.

W rosyjskim przypadku nie trzeba udowadniać, że każdy projekt małego reaktora jest instalacją Ministerstwa Obrony. Trzeba natomiast podkreślić, że rozwój małego atomu na północy ma charakter podwójnego zastosowania. Reaktor może zasiląć miejscowość, kopalnię albo port, a jednocześnie wzmacniać obecność Rosji w regionie ważnym dla marynarki wojennej, lodołamaczy, systemów obserwacji oraz kontroli szlaków arktycznych. Nie jest to zatem wyłącznie projekt energetyczny.

Chiny rozwijają SMR-y w logice

samowystarczalności technologicznej i zwiększania zdolności do utrzymywania obecności w oddalonych regionach. Na ten moment rozwijane są przede wszystkim projekty cywilne, które w przyszłości mogą mieć również zastosowanie wojskowe. HTR-PM w Shidao Bay rozpoczął eksploatację komercyjną w grudniu 2023 roku, natomiast ACP100, znany jako Linglong One, według najnowszych dostępnych danych pozostawał projektem w budowie, z planowanym uruchomieniem w tym roku. Chińskie podmioty od lat rozwijają również koncepcje pływających elektrowni jądrowych, w tym ACP100S.

Nie należy przy tym przedstawiać HTR-PM czy ACP100 jako istniejących chińskich reaktorów wojskowych. Są to projekty cywilne. Trzeba jednak podkreślić, że rozwijanie technologii małych reaktorów daje Pekinowi zdolności, które mogą zostać wykorzystane do zasilania infrastruktury znajdującej się daleko od głównej sieci energetycznej. Ma to znaczenie przede wszystkim na morzu i w regionach, w których Chiny chcą utrzymywać stałą obecność państwową oraz wojskową.

Kanada rozwija małe reaktory przede wszystkim z myślą o północy kraju i wzmacnianiu odporności infrastruktury. W kwietniu 2026 roku rząd kanadyjski zapowiedział przeznaczenie 40 mln dolarów kanadyjskich na ocenę możliwości wykorzystania kontrolowanego przez Kanadę mikroreaktora do dostarczania energii i ciepła odległym instalacjom resortu obrony oraz sił

zbrojnych. Jest to nadal program badawczy, ale pokazuje, że Ottawa zaczyna bezpośrednio łączyć technologię mikroreaktorów z potrzebami obronnymi i utrzymaniem obecności w Arktyce.

Wielka Brytania, Francja, Korea Południowa, Japonia, Argentyna czy Australia posiadają technologie, potrzeby lub zaplecze przemysłowe, które w przyszłości mogą prowadzić do rozwoju potencjału małego atomu w dziedzinie wojskowej. Trzeba jednak oddzielić możliwości od istniejących programów. Brytyjski Rolls-Royce SMR pozostaje projektem cywilnym o mocy 470 MWe, a australijski udział w AUKUS dotyczy przede wszystkim okrętów podwodnych o napędzie jądrowym. Doświadczenie w energetyce albo napędzie morskim daje ważne kompetencje, ale nie oznacza automatycznie prowadzenia programu lądowych mikroreaktorów dla baz wojskowych.

Generalnie w Europie dyskusja o SMR-ach jest znacznie bardziej skomplikowana. Z jednej strony Komisja Europejska uznaje, że małe reaktory mogą wzmacniać bezpieczeństwo energetyczne i autonomię strategiczną. Z drugiej strony państwa członkowskie nadal pozostają podzielone w sprawie samej energetyki jądrowej. Francja, Polska i Słowacja popierają jej rozwój, podczas gdy Niemcy i Austria podchodzą do takich projektów zdecydowanie bardziej krytycznie.

Unia Europejska działa jednak na ten moment przede wszystkim w wymiarze cywilnym. Strategia przyjęta przez Komisję Europejską w marcu 2026

roku zakłada przyspieszenie budowy pierwszych europejskich SMR-ów na początku lat trzydziestych. Dokument mówi o energetyce, przemyśle, produkcji ciepła i zasilaniu dużych odbiorców. Nie jest to program rozmieszczania mikroreaktorów przy bazach wojskowych.

Państwa europejskie będą musiały odpowiedzieć na pytanie, czy chcą samodzielnie rozwijać technologie dla wojska, czy też zdecydują się na zakup konstrukcji amerykańskich. Brak krajowych zdolności przemysłowych może prowadzić do sytuacji, w której państwo uzyska bardziej odporne źródło energii, ale jednocześnie uzależni się od zagranicznego dostawcy technologii, paliwa i obsługi technicznej. W takim przypadku wzrost bezpieczeństwa energetycznego nie musi automatycznie oznaczać pełnej autonomii strategicznej.

W przypadku NATO należy oddzielić zainteresowanie technologią od realizowanych projektów. Sojusz coraz częściej zajmuje się odpornością energetyczną, natomiast NATO Energy Security Centre of Excellence współpracuje z podmiotami rozwijającymi nowe rozwiązania, w tym z firmą Last Energy. Nie oznacza to jednak, że NATO prowadzi program budowy mikroreaktorów w swoich bazach. Na ten moment jest to przede wszystkim obszar analiz, wymiany doświadczeń i badania możliwych zastosowań.

Wyzwania

Największą przeszkodą pozostaje fakt,

że większość wojskowych koncepcji mikroreaktorów nadal znajduje się na etapie projektowania albo testów. Istnieją zaawansowane programy w Stanach Zjednoczonych oraz działające cywilne instalacje w Rosji i Chinach, ale nierozwiązane pozostają kwestie kosztów, certyfikacji i skali produkcji. W przypadku najbardziej innowacyjnych konstrukcji procedury zatwierdzania mogą trwać wiele lat.

Do tego dochodzą zagrożenia związane z cyberbezpieczeństwem. Nowoczesne reaktory mają w dużym stopniu opierać się na cyfrowych systemach sterowania i automatyzacji. Zmniejsza to część ryzyka związanego z błędami obsługi, ale jednocześnie tworzy nowe możliwości działania dla przeciwnika. W bazie wojskowej cyberatak na system zarządzania energią mógłby mieć skutki nie tylko dla samego reaktora, ale także dla wszystkich instalacji, które są od niego zależne.

Nie można także pominąć problemu wypalonego paliwa i odpadów promieniotwórczych. Sam fakt, że reaktor jest mniejszy, nie oznacza, że problem znika. Konieczne pozostają ochrona, przechowywanie i transport materiałów promieniotwórczych. W warunkach konfliktu transport paliwa może stać się celem sabotażu albo ataku. Umieszczenie reaktora pod ziemią lub w odpowiednio chronionym obiekcie może utrudnić jego zniszczenie, ale może jednocześnie skomplikować działania ratownicze w przypadku awarii.

Sam reaktor również nie staje się automatycznie odporny na uderzenie tylko dlatego, że ma niewielkie

rozmiary. Nadal będzie wymagał systemu ochrony, kontroli i procedur awaryjnych. Mały atom może ograniczyć podatność wojska na zniszczenie cywilnej sieci energetycznej, ale jednocześnie tworzy nowy obiekt, który przeciwnik będzie próbował rozpoznać i zaatakować.

Pozostaje również kwestia akceptacji społecznej. W państwach demokratycznych rozmieszczenie reaktora w pobliżu bazy wojskowej będzie wymagało przejrzystych procedur, konsultacji oraz odpowiedzi na obawy mieszkańców. Rosja i Chiny mogą podejmować takie decyzje w znacznie węższym gronie. Stany Zjednoczone, Kanada i państwa europejskie będą musiały przekonać opinię publiczną, że ryzyko zostało ograniczone, a instalacje pozostaną w pełni zabezpieczone.

Małe reaktory mogą w przyszłości zmienić sposób, w jaki wojska planują zabezpieczenie dostaw energii. Pozwolą zmniejszyć zależność od cywilnych sieci oraz ograniczyć część transportów paliwa, które podczas wojny stają się łatwym celem. Będą szczególnie użyteczne w Arktyce, na odległych wyspach Indo-Pacyfiku oraz w bazach pozbawionych stałej i stabilnej infrastruktury. Brzmi to jak rozwiązanie dostosowane przede wszystkim do prowadzenia działań wojskowych daleko od własnego państwa, gdzie utrzymanie zaplecza jest jednym z najważniejszych wyzwań.

Nie oznacza to jednak końca tradycyjnej logistyki ani szybkiego przejścia sił zbrojnych na energię

jądrową. Mały atom nie zastąpi wszystkich pozostałych źródeł energii i nie sprawi, że armia przestanie potrzebować paliwa. Może jednak zabezpieczyć część najważniejszej infrastruktury i pozwolić na prowadzenie działań nawet wtedy, gdy cywilna sieć zostanie uszkodzona lub całkowicie odcięta.

Finalnie musi wybrzmieć, że SMR-y i mikroreaktory pozostają technologią, której wojskowy potencjał jest znaczący, ale jej rzeczywista przydatność zostanie dopiero potwierdzona i sprawdzona. Jednocześnie państwa, które jako pierwsze połączą rozwój reaktorów z potrzebami sił zbrojnych, z pewnością uzyskają znaczną przewagę, także na polu bitwy. Te kraje, niestety prawdopodobnie część państw Unii Europejskiej, które ograniczą się tylko do obserwowania projektów zagranicznych, będą później kupować nie tylko energię, ale również zależność technologiczną, aby zwiększać własne zdolności militarne. I z taką rzeczywistością Europa musi zmierzyć się już teraz.

Sprawdź nasze publikacje

Atomowa Dyplomacja - Raport

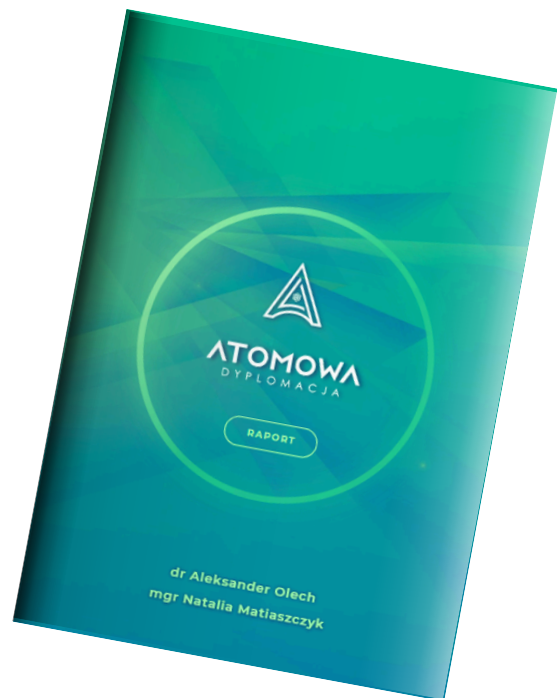
Wykorzystanie energii jądrowej jako jednego z surowców w polityce energetycznej państwa nie jest niczym nadzwyczajnym. Często jest ona największym składnikiem w procesie wytwarzania energii. Postęp technologiczny umożliwia odejście od paliw kopalnych i przejście na bardziej wydajne źródła. To z kolei prowadzi do rosnącej niezależności i samowystarczalności państwa, które nie będzie zobowiązane do importu energii z kilkunastu źródeł lub poszukiwania zastępczego dostawcy, zwłaszcza w trakcie kryzysów międzynarodowych.

[Pobierz](#)

Podręcznik "Atomowa Dyplomacja. Jak rozmawiać o atomie?"

Na stronach niniejszego podręcznika eksperci w swych dziedzinach zmierzili się z szeregiem popularnych mitów, bazujących na niewiedzy lub niepewności. Dzięki przystępnej formie przekazują oni najważniejsze fakty oraz dane potrzebne w Waszych debatach i dyskusjach, natomiast dzięki załączonej bibliografii będziecie mogli dalej zgłębić nurtujące Was zagadnienia.

[Pobierz](#)



ATOMOWY ALMANACH 2025

Oddawany w ręce Czytelnika niniejszy zbiór “Atomowych Przeglądów Tygodnia” (APT) z 2025 roku, stanowi swoistą kronikę (choć ze względu na okres pół roku, który objęła, co weseli powiedzieliby “semikronikę”) jednego z najbardziej dynamicznych i jednocześnie strategicznych sektorów współczesnej polityki energetycznej jakim jawi się energetyka jądrowa. Zebrane teksty dokumentują tydzień po (zazwyczaj) tygodniu proces, który coraz wyraźniej rysuje się jako globalny “atomowy renesans”: powrót energii jądrowej do centrum debat o bezpieczeństwie energetycznym, transformacji klimatycznej, suwerenności technologicznej i geopolitycznej stabilności.



POBIERZ ALMANACH

Atomowe Przeglądy Tygodnia adresowane są zarówno do analityków, studentów i badaczy zajmujących się energetyką oraz stosunkami międzynarodowymi, jak i do decydentów oraz świadomych odbiorców zainteresowanych przyszłością polskiej i globalnej transformacji energetycznej. Nieśmiało dodam, że każde “laickie” oko, które w tych tekstach znajdzie w miarę jasną “latarnię” rozświetlającą temat energetyki jądrowej, spotka się z moją wielką satysfakcją!

Niniejszy zbiór nie daje prostych odpowiedzi ani jednoznacznych prognoz. Pokazuje natomiast, że energetyka jądrowa wróciła do wielkiej gry oraz że jej dalsze losy będą kształtowane nie tylko w reaktorach i laboratoriach, lecz także w gabinetach politycznych, na giełdach, w instytucjach finansowych i w debacie publicznej.

Instytut Dyplomacji Gospodarczej jest prywatnym ośrodkiem analitycznym typu think-tank, działającym w obszarze dyplomacji gospodarczej i kulturalnej. Misją Instytutu jest budowa nowej jakości w polskiej dyplomacji gospodarczej. W tym celu inicjujemy działania mające na celu zbliżenie różnych kultur oraz gospodarek. Tworzona przez nas fundacja od kilku lat z sukcesem realizuje projekty międzynarodowe, dostarcza niezależne opinie, a także rzeczowe i pisane przystępnym językiem teksty dotyczące dyplomacji gospodarczej. Są one źródłem wiedzy zarówno dla osób zainteresowanych, jak i na co dzień zajmujących się biznesem oraz stosunkami międzynarodowymi.



REDAKCJA

Maksymilian Semeniuk

Jakub Drożdż

Łukasz Kopański

Michał Loranc

Aleksandra Oczkowicz

Mateusz Zych

KONTAKT

✉ biuro@idegroup.pl

f [@GospoDyplomacja](https://www.facebook.com/GospoDyplomacja)

globe idegroup.pl

X [@GospoDyplomacja](https://twitter.com/GospoDyplomacja)

in [@gospodyplomacja](https://www.instagram.com/gospodyplomacja)



SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO INSTYTUTU WOLNOŚCI – CENTRUM
ROZWOJU SPOŁECZEŃSTWA OBYWATELSKIEGO W RAMACH RZĄDOWEGO PROGRAMU
ROZWOJU ORGANIZACJI OBYWATELSKICH NA LATA 2018–2030 PROO