

Bruksela, 10 marca 2026 r.
(OR. en)

7174/26

ATO 7
ENER 116
SAN 138

PISMO PRZEWODNIE

Od: Sekretarz generalna Komisji Europejskiej (podpisała dyrektor Martine DEPREZ)

Data otrzymania: 10 marca 2026 r.

Do: Thérèse BLANCHET, sekretarz generalna Rady Unii Europejskiej

Nr dok. Kom.: COM(2026) 120 final

Dotyczy: KOMUNIKAT KOMISJI
Przykładowy program energetyki jądrowej przedstawiony na podstawie art. 40 traktatu Euratom – wersja ostateczna (uwzględniająca opinię EKES)

Delegacje otrzymują w załączeniu dokument COM(2026) 120 final.

Załącznik: COM(2026) 120 final



Bruksela, dnia 10.3.2026 r.
COM(2026) 120 final

KOMUNIKAT KOMISJI

Przykładowy program energetyki jądrowej przedstawiony na podstawie art. 40 traktatu Euratom – wersja ostateczna (uwzględniająca opinię EKES)

{SWD(2026) 84 final}

1 Wprowadzenie

Rodzima czysta energia w przystępnej cenie wspiera nasze cele w zakresie dekarbonizacji, konkurencyjności i odporności, jak wskazano w Pakcie dla czystego przemysłu ⁽¹⁾ i Planie działania na rzecz przystępnej cenowo energii ⁽²⁾.

Dla niektórych państw członkowskich UE **energia jądrowa stanowi ważny element strategii w zakresie dekarbonizacji, konkurencyjności przemysłowej oraz bezpieczeństwa dostaw**. W zaktualizowanych krajowych planach w dziedzinie energii i klimatu (KPEiK) wskazano, że przewiduje się zwiększenie zainstalowanych jądrowych zdolności wytwórczych. Elektrownie jądrowe dostarczają czystą energię, odpowiednią do niskoemisyjnej produkcji energii elektrycznej na potrzeby obciążenia podstawowego, a także poprawiają integrację systemu i zapewniają elastyczność ułatwiającą dalsze wdrażanie innych czystych technologii. Przynosi to korzyści całemu systemowi energetycznemu Unii.

Jak wskazano w przeprowadzonej przez Komisję ocenie skutków celu klimatycznego na 2040 r. ⁽³⁾, do dekarbonizacji systemu energetycznego potrzebne są wszystkie bezemisyjne i niskoemisyjne rozwiązania energetyczne. Z prognoz wynika, że w 2040 r. ponad 90 % energii elektrycznej w UE będzie pochodzić z bezemisyjnych i niskoemisyjnych źródeł energii, głównie ze źródeł odnawialnych, uzupełnianych energią jądrową. Realizacja planów państw członkowskich dotyczących energii jądrowej będzie wymagać **znaczących inwestycji do 2050 r.**, zarówno w zakresie wydłużania okresu eksploatacji istniejących reaktorów, jak i budowy nowych wielkoskalowych reaktorów. W dłuższej perspektywie potrzebne są dodatkowe inwestycje w małe reaktory modułowe i zaawansowane reaktory modułowe oraz syntezę jądrową.

Wybór źródeł energii w koszyku energetycznym, w tym decyzja, czy wykorzystywać energię jądrową, pozostaje w gestii każdego państwa członkowskiego zgodnie z Traktatami UE ⁽⁴⁾. Niektóre państwa członkowskie prowadzą programy jądrowe obejmujące wydłużenie okresu eksploatacji istniejących reaktorów i zapowiadają budowę nowych. Inne państwa członkowskie rozważają natomiast po raz pierwszy włączenie energii jądrowej do swojego koszyka energetycznego. **Przewidywany udział energii jądrowej w produkcji energii elektrycznej w UE zależy od długoterminowej eksploatacji istniejących reaktorów.**

Pozycja przemysłu UE jako lidera w dziedzinie energii jądrowej opiera się na podstawowych zobowiązaniach: opanowaniu całości cyklu paliwowego, wspieraniu ekosystemu innowacyjnych start-upów i prowadzeniu badań na najwyższym poziomie, przy jednoczesnym zapewnieniu najwyższych standardów **w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, jądrowego bezpieczeństwa fizycznego i zabezpieczeń materiałów jądrowych, bezpiecznego i odpowiedzialnego gospodarowania odpadami promieniotwórczymi, wysokiej jakości edukacji i szkoleń oraz promowaniu przejrzystości i zaangażowania społecznego.** Dlatego kluczowymi elementami wszystkich programów jądrowych muszą być dalszy rozwój niezbędnej infrastruktury do gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi, w tym budowa obiektów trwałego składowania w głębokich warstwach geologicznych, a także integracja zasad gospodarki o obiegu zamkniętym. Przyszłe planowanie przemysłowe i inwestycje w jądrowe zdolności wytwórcze i infrastrukturę badawczą muszą być ściśle powiązane z postęпами w tych dziedzinach.

⁽¹⁾ COM(2025) 85 final.

⁽²⁾ COM(2025) 79 final.

⁽³⁾ COM(2024) 63 final.

⁽⁴⁾ Art. 194 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE).

Dywersyfikacja ma kluczowe znaczenie na szczeblu UE: scenariusze obejmujące różne poziomy wykorzystania energii jądrowej, oparte na decyzjach państw członkowskich, mogą wspierać transformację naszego systemu energetycznego w celu osiągnięcia zarówno dekarbonizacji naszej gospodarki, jak i strategicznej niezależności energetycznej naszego kontynentu. Aby zwiększyć bezpieczeństwo gospodarcze UE, Komisja przedstawiła plan działania na rzecz zakończenia importu energii z Rosji, w którym określono środki mające na celu dywersyfikację dostaw energii i zmniejszenie zależności od źródeł zewnętrznych ⁽⁵⁾.

Niniejszy przykładowy program energetyki jądrowej Komisji ⁽⁶⁾ zawiera ilościowe i jakościowe informacje na temat zakresu potrzeb inwestycyjnych w całym cyklu życia energii jądrowej, wskazując obszary, w których działania państw członkowskich powinny być traktowane priorytetowo. Jak przedstawiono poniżej, osiągnięcie celów określonych przez niektóre państwa członkowskie będzie wymagało **znaczących inwestycji, łączących finansowanie publiczne i prywatne**. Dla mobilizacji niezbędnych zasobów kluczowe znaczenie będą miały jasne ramy polityki służące zmniejszeniu ryzyka projektów.

4 grudnia 2025 r. **Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny (EKES)** wydał opinię ⁽⁷⁾ w sprawie przykładowego programu energetyki jądrowej ⁽⁸⁾, zgodnie z Traktatem Euratom. W opinii, przyjętej zdecydowaną większością głosów, potwierdzono, że energia jądrowa odgrywa i będzie nadal odgrywać kluczową rolę w dekarbonizacji kontynentu europejskiego, zwłaszcza ze względu na konieczność zwiększenia przez UE strategicznej autonomii w dziedzinie energii i technologii.

W opinii EKES-u wzywa się Komisję do określenia środków regulacyjnych i finansowych w celu wsparcia planowanych inwestycji w państwach członkowskich. Ponadto EKES zalecił podejście neutralne pod względem technologicznym we wszystkich instrumentach wspierających inwestycje w czyste technologie, a także przyspieszenie inwestycji poprzez konkretne środki, takie jak usprawniony proces pomocy państwa, środki fiskalne, procesy wydawania zezwoleń i szybsze decyzje na szczeblu unijnym i krajowym (w tym zobowiązanie do otwarcia dostępu do funduszy spójności UE, jeżeli państwa członkowskie tak postanowią, oraz do finansowania długoterminowego). Ponadto EKES przedstawił zalecenia dotyczące wodoru, roli energii jądrowej w integracji systemów oraz małych reaktorów modułowych.

Komisja z zadowoleniem przyjmuje opinię i zalecenia, które są zgodne z inicjatywami politycznymi Komisji, zarówno tymi przedstawionymi w ostatnim czasie, jak i dopiero przygotowywanymi. W 2025 r. Komisja przyjęła **nowe ramy pomocy państwa towarzyszące Paktowi dla czystego przemysłu (CISAF)**, których część usprawnia pomoc państwa wspierającą zdolności produkcyjne w zakresie czystych technologii, w tym technologii jądrowych. Ponadto Komisja przedstawiła państwom członkowskim **wytyczne dotyczące opracowywania skutecznych kontraktów różnicowych i umów zakupu energii elektrycznej**, zgodnie z podejściem neutralnym pod względem technologicznym. Komisja przyjęła również akt delegowany ustanawiający **metodykę rozliczania emisji gazów cieplarnianych z paliw niskoemisyjnych**, torując tym samym drogę do produkcji wodoru z wykorzystaniem energii jądrowej.

Ponadto Komisja przygotowuje **ocenę potrzeb systemu energetycznego w zakresie czystej transformacji**, w której przedstawi zaktualizowane dane dotyczące potrzeb inwestycyjnych w

⁽⁵⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – PL – EUR-Lex.

⁽⁶⁾ Przykładowy program energetyki jądrowej Komisji, czyli *Programme Illustrative Nucléaire Communautaire* (PINC) wynika z obowiązku nałożonego na Komisję na mocy art. 40 Traktatu Euratom.

⁽⁷⁾ TEN/856-EESC-2025.

⁽⁸⁾ COM(2025) 315 final.

sektorze energetycznym na lata 2031–2040, uwzględniając system energetyczny w sposób całościowy i neutralny pod względem technologicznym. W ramach pakietu energetycznego z marca 2026 r., obejmującego niniejszy przykładowy program energetyki jądrowej i strategię na rzecz małych reaktorów modułowych, Komisja przedstawia również **strategię na rzecz inwestycji w czystą energię**, której celem jest mobilizacja inwestycji prywatnych na dużą skalę na rzecz wszystkich czystych technologii energetycznych, w tym energii jądrowej. Ponadto, w oparciu o prace europejskiego sojuszu przemysłowego na rzecz małych reaktorów modułowych, **strategia Komisji na rzecz małych reaktorów modułowych** wspiera przyspieszenie rozwoju i wdrożenia takich reaktorów w UE na początku lat 30. XXI w. w celu zwiększenia konkurencyjności przemysłowej UE. W przyszłej **strategii UE w zakresie syntezy jądrowej** określony zostanie kompleksowy zestaw działań strategicznych, które ukierunkują działania europejskiego sektora publicznego i prywatnego w nadchodzących latach; strategia potwierdzi także wiodącą rolę ITER w wysiłkach UE na rzecz przyspieszenia komercjalizacji energii termojądrowej.

2 Energia jądrowa w obecnym kontekście

Pod koniec 2024 r. w 12 państwach członkowskich funkcjonowało 101 reaktorów jądrowych⁽⁹⁾. Ich zainstalowana moc netto wynosiła około 98 gigawatów elektrycznych (GWe). W 2023 r. z energii jądrowej pochodziło 23 % energii elektrycznej wyprodukowanej w Unii Europejskiej⁽¹⁰⁾. Flota reaktorów w UE obejmuje trzy nowe bloki niedawno podłączone do sieci oraz trzy kolejne będące w budowie⁽¹¹⁾.

Dla porównania w skali globalnej w 2023 r. w ponad 30 krajach działało 410 reaktorów energetycznych. W budowie było 63 dodatkowych reaktorów, z czego trzy czwarte w gospodarkach wschodzących, a połowa w samych Chinach⁽¹²⁾.

Odporny łańcuch dostaw i konkurencyjny europejski przemysł jądrowy mają zasadnicze znaczenie dla utrzymania pozycji UE jako lidera w tym sektorze. W całym cyklu życia paliwa jądrowego i instalacji jądrowych występują słabe punkty i zależności wymagające skoordynowanej interwencji państw członkowskich i Komisji, a plan działania na rzecz zakończenia importu energii z Rosji⁽¹³⁾ przyczyni się do stopniowego ograniczania zależności od rosyjskiego sektora jądrowego. Ponadto **zaangażowanie nowych talentów i wspieranie przedsiębiorstw typu start-up, przekwalifikowanie istniejącej siły roboczej oraz utrzymanie i wzmocnienie umiejętności w zakresie technologii jądrowych** będą miały kluczowe znaczenie dla wspierania strategicznego przywództwa UE.

Powstają i dojrzewają innowacyjne technologie jądrowe. Dzięki gotowości kilku państw członkowskich oraz przemysłu europejskiego do opracowania **małych reaktorów modułowych i zaawansowanych reaktorów modułowych**, w tym projektów opartych na

⁽⁹⁾ Belgia, Bułgaria, Czechy, Hiszpania, Francja, Węgry, Niderlandy, Rumunia, Słowenia (Chorwacja), Słowacja, Finlandia i Szwecja.

⁽¹⁰⁾ [Niewielki wzrost produkcji energii jądrowej w 2023 r. – Artykuły informacyjne – Eurostat](#).

⁽¹¹⁾ Reaktor Mochovce 3 w Słowacji podłączono do sieci w styczniu 2023 r., eksploatację komercyjną reaktora Olkiluoto 3 w Finlandii rozpoczęto w maju 2023 r., a reaktor Flamanville 3 we Francji podłączono do sieci w grudniu 2024 r. W budowie pozostaje jeden reaktor w Słowacji (Mochovce 4) oraz dwa na Węgrzech (Paks II).

⁽¹²⁾ MAE (2025), „The Path to a New Era for Nuclear Energy” [„Droga do nowej ery energii jądrowej”], MAE, Paryż, <https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy>, licencja: CC BY 4.0.

⁽¹³⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – PL – EUR-Lex.

technologiach IV generacji, utworzono europejski sojusz przemysłowy⁽¹⁴⁾. W przyszłości rozwój i komercjalizacja **technologii syntezy jądrowej będą wymagać strategicznego podejścia UE**, aby znacząco przyczynić się do osiągnięcia i utrzymania ambitnych celów UE w zakresie klimatu, energii i przemysłu w drugiej połowie bieżącego stulecia.

Poza sektorem energetycznym **z łańcuchem wartości sektora jądrowego powiązana jest nowoczesna opieka zdrowotna**, dla której sektor jądrowy dostarcza izotopy promieniotwórcze do diagnostyki medycznej i leczenia. Utrzymanie sektorowej konkurencyjności UE ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia pacjentom dostępu do niezbędnych procedur medycznych i terapii⁽¹⁵⁾.

3 Zaangażowanie UE na rzecz najwyższych standardów bezpieczeństwa

Podstawowe zobowiązania do zapewnienia najwyższych możliwych standardów w zakresie bezpieczeństwa jądrowego w trzech filarach stanowią fundament strategicznego przywództwa UE w tym sektorze.

3.1 Solidne i niezależne ramy regulacyjne

Silne i niezależne krajowe organy regulacyjne mają kluczowe znaczenie dla osiągnięcia wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego. Zapewnienie tym organom wystarczających zasobów – zarówno ludzkich, jak i finansowych – do wykonywania ich zadań związanych z regulowaniem, monitorowaniem i egzekwowaniem przepisów dotyczących bezpieczeństwa jądrowego jest istotnym elementem niezależności regulacyjnej. Prawodawstwo Euratomu, w szczególności dyrektywa w sprawie bezpieczeństwa jądrowego⁽¹⁶⁾ i dyrektywa w sprawie odpadów promieniotwórczych⁽¹⁷⁾, odnosi się do aspektów adekwatności zasobów finansowych i potencjału ludzkiego organów regulacyjnych.

Jednocześnie należy wdrażać dorobek prawny w dziedzinie środowiska – poprzez przeprowadzanie ocen takich jak te wynikające z odpowiednich dyrektyw⁽¹⁸⁾.

Różne uwarunkowania krajowe, takie jak wielkość programu jądrowego, charakterystyka krajowych ram prawnych i regulacyjnych oraz struktura organu ds. bezpieczeństwa, przekładają się na krajowe i systematyczne podejścia do szacowania potrzeb w zakresie zasobów regulacyjnych.

Europejska Grupa Organów Regulacyjnych ds. Bezpieczeństwa Jądrowego (ENSREG) przyczyniła się do wymiany informacji na temat planów zatrudnienia na szczeblu krajowym w celu utrzymania i wzmocnienia zdolności regulacyjnych w świetle planów państw członkowskich. W porównaniu z wartościami bazowymi z 2024 r. planowane zwiększenie zatrudnienia waha się od 10 % do 50 % – aż po podwojenie liczby pracowników – w zależności od uwarunkowań krajowych. Odpowiednie zasoby kadrowe organów regulacyjnych są niezbędne do bezpiecznego i skutecznego wdrażania krajowych planów.

⁽¹⁴⁾ [Europejski sojusz przemysłowy na rzecz małych reaktorów modułowych – Komisja Europejska \(europa.eu\)](https://europea.eu).

⁽¹⁵⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – PL – EUR-Lex – Działanie 7.

⁽¹⁶⁾ Dyrektywa Rady 2009/71/Euratom zmieniona dyrektywą Rady 2014/87/Euratom.

⁽¹⁷⁾ Dyrektywa Rady 2011/70/Euratom.

⁽¹⁸⁾ W szczególności dyrektywy 2011/92/UE w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko, dyrektywy 2001/42/WE w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko, dyrektywy 92/43/EWG w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory oraz dyrektywy 2000/60/WE ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

Współpraca transgraniczna między krajowymi organami regulacyjnymi może ułatwić i przyspieszyć wydawanie zezwoleń na nowe instalacje, potencjalnie zmniejszając obciążenie administracyjne poszczególnych organów regulacyjnych. Komisja zaleca państwom członkowskim, które planują wykorzystanie energii jądrowej, by rozważyły utworzenie „koalicji regulacyjnej chętnych państw”, w ramach której mogłyby one zharmonizować swoje przepisy lub zgodzić się na wzajemne uznawanie swoich decyzji w sprawie wydawania zezwoleń.

3.2 Przejrzysty i otwarty proces zaangażowania społecznego

Zaangażowanie społeczeństwa obywatelskiego i ogółu społeczeństwa poprzez przejrzysty i otwarty dialog na wszystkich etapach opracowywania projektów jądrowych (decyzje strategiczne i polityczne, lokalizacja, budowa, eksploatacja, likwidacja obiektów jądrowych, gospodarowanie wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi) ma kluczowe znaczenie dla powodzenia tych projektów.

Państwa członkowskie powinny wziąć pod uwagę potrzeby inwestycyjne również w tym sektorze, wspierając przedstawicieli społeczeństwa obywatelskiego oraz intensyfikując edukację lub komunikację.

3.3 Skuteczna likwidacja obiektów jądrowych, odpowiedzialne gospodarowanie odpadami i gospodarka o obiegu zamkniętym

Skuteczna likwidacja obiektów jądrowych i odpowiedzialne gospodarowanie odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa i utrzymania poparcia społecznego dla wykorzystywania energii jądrowej.

Równolegle z planami rozbudowy energetyki jądrowej państwa członkowskie zachęca się, by przyjmowały polityki wspierające postęp w zakresie likwidacji obiektów jądrowych oraz przyspieszyły budowę infrastruktury niezbędnej do gospodarowania odpadami promieniotwórczymi, w tym obiektów trwałego składowania w głębokich warstwach geologicznych. Wymaga to zaangażowania ze strony rządu oraz odpowiedniego finansowania ze strony wytwórców odpadów, zgodnie z przepisami prawa wtórnego Euratomu ⁽¹⁴⁾. W rozporządzeniu w sprawie systematyki ustanowiono techniczne kryteria kwalifikacji dotyczące klasyfikowania niektórych rodzajów działalności związanej z energią jądrową jako zrównoważonych ⁽¹⁹⁾.

W UE każdego roku wytwarza się około 40 000 m³ odpadów promieniotwórczych i około 1 000 ton wypalonego paliwa jądrowego w postaci metali ciężkich ⁽²⁰⁾ przy dostawach energii elektrycznej wynoszących 620 TWh, przy czym punktem odniesienia jest 2023 r. ⁽²¹⁾.

Sektor jądrowy UE jest dobrze przygotowany do prowadzenia działań związanych z gospodarowaniem odpadami promieniotwórczymi (zarówno w fazie eksploatacji, jak i likwidacji obiektów jądrowych) oraz prac związanych z likwidacją obiektów jądrowych, przy zastosowaniu zasad gospodarki o obiegu zamkniętym, maksymalizacji recyklingu i

⁽¹⁹⁾ Rozporządzenie (UE) 2020/852 (Dz.U. L 198 z 22.6.2020, s. 13); rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2022/1214 (Dz.U. L 188 z 15.7.2022, s. 1).

⁽²⁰⁾ Tona metalu ciężkiego, w skrócie tHM, jest jednostką masy stosowaną do ilościowego określenia uranu, plutonu, toru i mieszanin tych pierwiastków.

⁽²¹⁾ „Shedding light on energy in Europe” – 2025 edition [„Rzucamy światło na energetykę w Europie – wydanie 2025], ESTAT, ISBN 978-92-68-22424-3.

ponownego wykorzystania materiałów/urządzeń. Na przykład ponad 95 % materiałów pochodzących z demontażu reaktorów Bohunice V1 na Słowacji poddano recyklingowi. Szacunkowy jednostkowy koszt całkowitej likwidacji tego obiektu wynosi 8,33 EUR za dostarczoną MWh⁽²²⁾, z uwzględnieniem wszystkich operacji gospodarowania odpadami z wyjątkiem geologicznego składowania odpadów wysokoaktywnych.

Chociaż szacunki kosztów stają się coraz dokładniejsze dzięki doświadczeniu, należy dążyć do dalszych usprawnień, by zwiększyć przejrzystość i bezpieczeństwo finansowania. Potrzebne są znaczne środki finansowe na ukończenie infrastruktury gospodarowania odpadami promieniotwórczymi, w tym obiektów składowania geologicznego. W najnowszym sprawozdaniu opublikowanym przez Komisję⁽²³⁾ całkowite szacunkowe koszty gospodarowania wszystkimi odpadami promieniotwórczymi – obejmujące odpady powstałe w wyniku wcześniejszej działalności, odpady przewidywane w związku z działalnością bieżącą i planowaną oraz likwidację eksploatowanych instalacji – oszacowano na około **300 mld EUR**⁽²⁴⁾.

Zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym istnieje potrzeba zbadania możliwości dalszego wielokrotnego recyklingu zużytego paliwa poprzez produkcję nowego paliwa (MOX) do reaktorów jądrowych.

4 Perspektywy dla energii jądrowej w systemie elektroenergetycznym UE

W poprzednim opublikowanym przykładowym programie energetyki jądrowej (PINC) z 2017 r.⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾, prognozowany scenariusz dotyczący energii jądrowej w UE-27 ustalono na poziomie około 80 GWe w 2025 r. Obecne moce produkcyjne wynoszą nieco poniżej 100 GWe, głównie ze względu na większą niż przewidywano w momencie publikacji poprzedniego PINC liczbę istniejących instalacji, które kontynuują działalność długoterminową.

Analiza przedstawiona w towarzyszącym dokumencie roboczym służb Komisji zawiera scenariusz wdrażania wielkoskalowych reaktorów jądrowych, w tym analizy wrażliwości, perspektywy wprowadzenia małych reaktorów modułowych wraz z analizami luk obejmującymi rynek i obiekty jądrowego cyklu paliwowego oraz przemysłowy łańcuch dostaw.

4.1 Zdolność wytwarzania energii jądrowej do 2050 r.

Biorąc pod uwagę przede wszystkim zaktualizowane krajowe plany w dziedzinie energii i klimatu (KPEiK)⁽²⁷⁾ i projekty inwestycyjne zgłoszone Komisji na podstawie art. 41 Traktatu Euratom, scenariusz bazowy zakłada, że w 2050 r. zdolność wytwarzania energii

⁽²²⁾ Kwota 8,33 EUR/MWh stanowi iloraz: (i) sumy poniesionych wydatków na likwidację i wszystkie działania związane z gospodarowaniem odpadami z wyjątkiem składowania geologicznego oraz (ii) energii elektrycznej wytworzonej w okresie eksploatacji obiektu.

⁽²³⁾ COM(2024) 197 final, sprawozdanie Komisji dla Rady i Parlamentu Europejskiego w sprawie postępów we wdrażaniu dyrektywy Rady 2011/70/Euratom oraz w sprawie rejestru odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego znajdujących się na terytorium Wspólnoty i prognoz na przyszłość – sprawozdanie trzecie.

⁽²⁴⁾ Kwota ta stanowi sumę krajowych szacunków przedstawionych przez poszczególne państwa członkowskie. Szacunki państw członkowskich różnią się jednak znacznie pod względem metodyki, założeń, kompletności danych, zakresu i ram czasowych. Dane liczbowe dotyczące poszczególnych państw członkowskich mogą, ale nie muszą, odpowiadać wartości bieżącej.

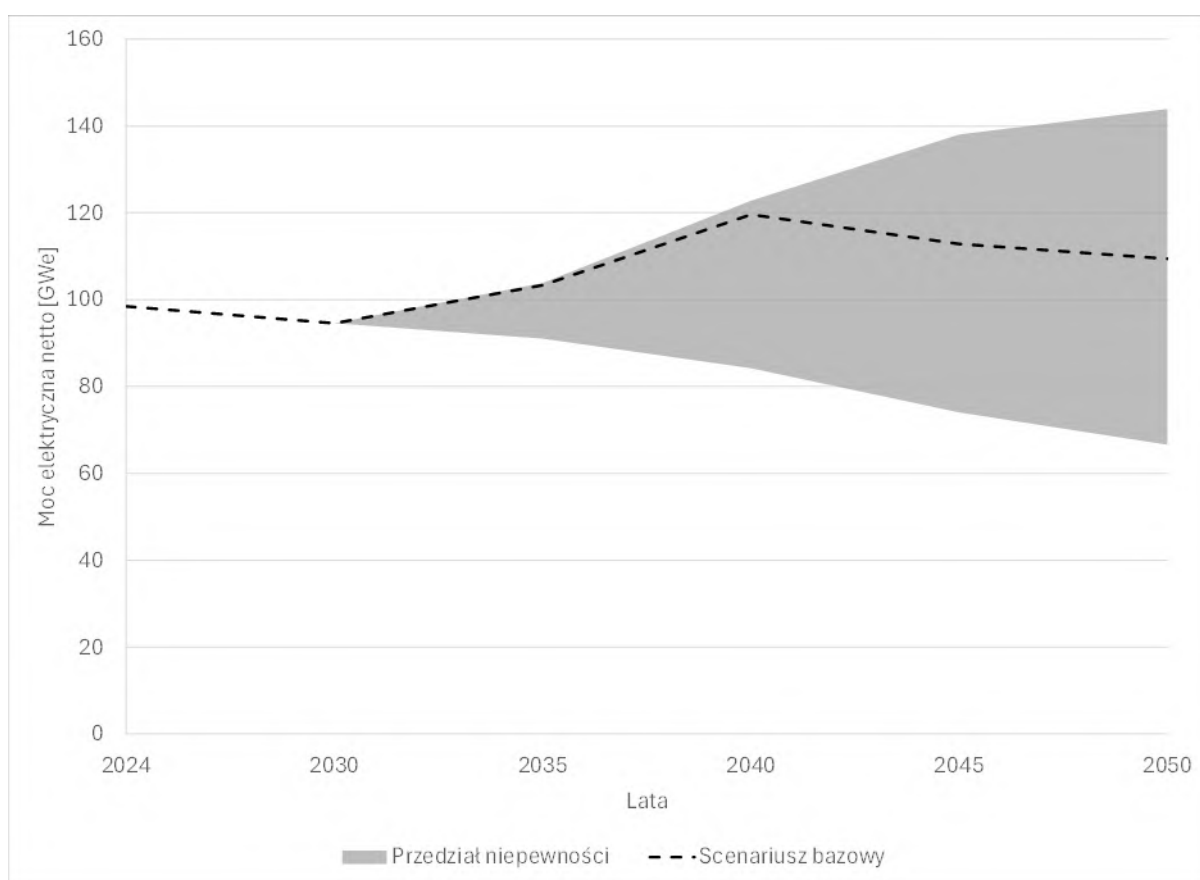
⁽²⁵⁾ COM(2017) 237 final.

⁽²⁶⁾ Z dostosowaniem także do skutków brexitu.

⁽²⁷⁾ COM(2025) 274 final.

elektrycznej netto z wielkoskalowych reaktorów jądrowych wyniesie 109 GWe, opiera się na założeniach, że: (i) okres eksploatacji co najmniej części istniejących reaktorów zostanie wydłużony powyżej 60 lat oraz (ii) planowane projekty budowy nowych reaktorów zostaną zrealizowane terminowo. W związku z tym, że wydłużenie okresu eksploatacji wymaga weryfikacji zgodności ze standardami w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, zabezpieczeń materiałów jądrowych i jądrowego bezpieczeństwa fizycznego, nie jest pewne, czy wszystkie te reaktory będą dostępne w 2050 r. Nie jest również pewne, czy dojdzie do realizacji planowanych inwestycji dotyczących budowy nowych obiektów (zgodnie z harmonogramem i z planowanym budżetem). Ocena tych niepewności doprowadziła do opracowania różnych scenariuszy wokół scenariusza bazowego (wykres 1).

Wykres 1 – Scenariusz bazowy – ewolucja zdolności wytwórczej i zakres niepewności.

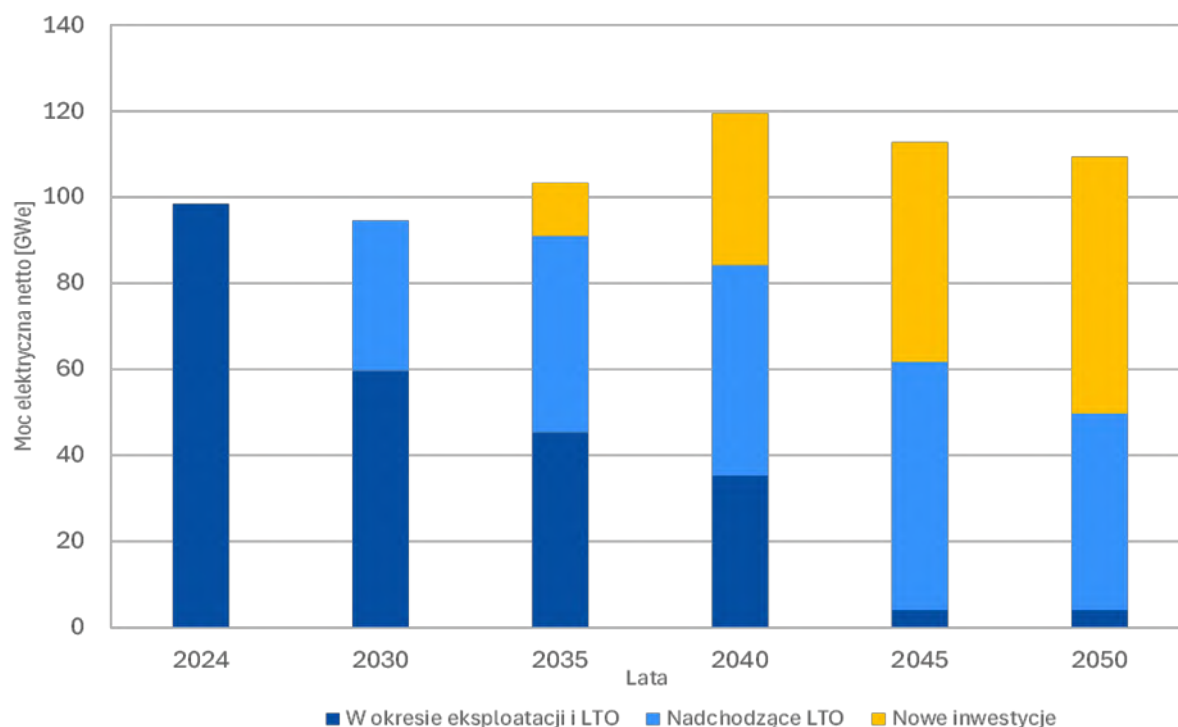


Zakłada się, że reaktory, których okres eksploatacji zostanie wydłużony, będą odpowiadały za istotną część mocy zainstalowanej w 2050 r. (por. jasnoniebieskie słupki na wykresie 2). W jednym ze scenariuszy moc zainstalowana mogłaby spaść do poziomu poniżej 70 GWe do 2050 r. Z drugiej strony, gdyby wydłużono eksploatację wszystkich istniejących reaktorów do 70 lub nawet 80 lat, a wszystkie planowane inwestycje zostałyby zrealizowane terminowo, w 2050 r. całkowita moc zainstalowana mogłaby osiągnąć 144 GWe⁽²⁸⁾. Wskaźnik osiągnięcia

(28) W 2023 r. rząd fiński przyznał elektrowni jądrowej Loviisa nowe zezwolenie na eksploatację do końca 2050 r., co oznaczałoby ponad 70 lat działania. Przedstawione scenariusze uwzględniają jedynie potencjalne wydłużenia eksploatacji (eksploatacja długoterminowa, ang. *long-term operation* – LTO) obecnie funkcjonujących elektrowni jądrowych. Nie uwzględniają natomiast możliwości ponownego uruchomienia zamkniętych elektrowni, które mogłyby zwiększyć łączną moc, gdyby doszło do ponownego uruchomienia.

wydłużenia okresu eksploatacji będzie głównym czynnikiem wpływającym na zróżnicowanie wyników.

Wykres 2 – Scenariusz bazowy dotyczący zdolności wytwórczych energii elektrycznej na dużą skalę w UE, 2024–2050. LTO oznacza eksploatację długoterminową (wydłużenie okresu eksploatacji).



Oprócz tradycyjnych reaktorów wielkoskalowych scenariusz ten może zostać uzupełniony o małe reaktory modułowe. Europejski sojusz przemysłowy na rzecz małych reaktorów modułowych opracowuje plan strategiczny mający na celu uruchomienie pierwszych małych reaktorów modułowych w eksploatacji komercyjnej w pierwszych latach następnej dekady. W 2023 r., na etapie przygotowawczym europejskiego sojuszu przemysłowego na rzecz małych reaktorów modułowych, wstępna ocena przeprowadzona przez organizacje sektorowe zaowocowała prognozami zdolności wytwórczych małych reaktorów modułowych na poziomie od 17 GWe do 53 GWe do 2050 r. ⁽²⁹⁾. Takie prognozy są spójne z innymi bardziej aktualnymi sprawozdaniami ⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾.

⁽²⁹⁾ [Wstępne partnerstwo na rzecz małych reaktorów modułowych – nucleareurope](#); należy zauważyć, że scenariusz ten obejmuje zarówno wytwarzanie energii elektrycznej, jak i dostarczanie energii ciepłej.

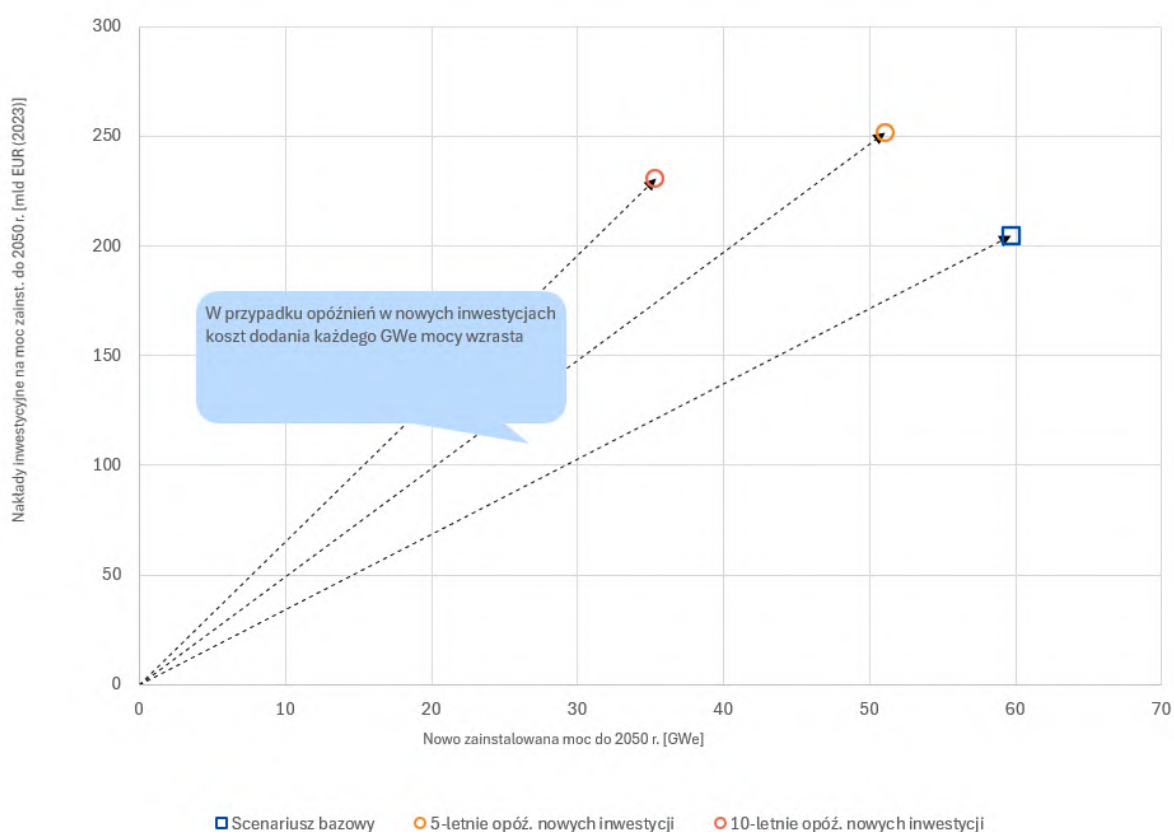
⁽³⁰⁾ „The Path to a New Era for Nuclear Energy”, MAE, 2025, [Droga do nowej ery energii jądrowej](#). Biorąc pod uwagę zarówno reaktory wielkoskalowe, jak i małe reaktory modułowe, MAE prognozuje w trzech scenariuszach, że zainstalowana moc jądrowa na świecie wzrośnie z 416 GWe w 2023 r. do 650 GWe, 870 GWe lub nawet ponad 1 000 GWe do 2050 r.

⁽³¹⁾ „Pathways to 2050: the role of nuclear in a low-carbon Europe”, Compass Lexecon, 2024, [Ścieżka do 2050 r.: rola energii jądrowej w niskoemisyjnej Europie – nucleareurope](#).

W oparciu o prace europejskiego sojuszu przemysłowego na rzecz małych reaktorów modułowych Komisja – poprzez strategię na rzecz małych reaktorów modułowych ⁽³²⁾ – dąży do przyspieszenia rozwoju i wdrożenia takich reaktorów w UE na początku lat 30. XXI wieku.

Scenariusz bazowy wymaga inwestycji w wysokości około **241 mld EUR według wartości bieżącej** ⁽³³⁾: 205 mld EUR na budowę nowych reaktorów wielkoskalowych i 36 mld EUR na wydłużenie okresu eksploatacji. W związku z tym, chociaż faktyczne wydłużenia okresu eksploatacji będą miały wpływ na moc zainstalowaną do 2050 r., ich udział w ogólnych potrzebach inwestycyjnych pozostaje niewielki. Z kolei budowa nowych reaktorów wielkoskalowych zgodnie z harmonogramem i planowanym budżetem stanowi kluczowy element całkowitych potrzeb inwestycyjnych. Poniższy przykład ilościowy pokazuje, że w przypadku opóźnienia projektów nowych inwestycji o pięć lat moc zainstalowana w 2050 r. zmniejszy się o prawie 9 GWe, natomiast wymagane inwestycje wzrosną o ponad 45 mld EUR ⁽³⁴⁾, co oznacza większe wydatki przy niższej mocy wytwórczej (wykres 3). W związku z tym, że opóźnienia generują dodatkowe koszty, potrzeby inwestycyjne do 2050 r. pozostają znacznie powyżej 200 mld EUR, mimo że dostępna moc wytwórcza ulega zmniejszeniu.

Wykres 3 – Potrzeby inwestycyjne w zakresie nowych zdolności wytwórczych do 2050 r. w przypadku scenariuszy z opóźnionym uruchomieniem nowych inwestycji.



⁽³²⁾ COM(2026) 117.

⁽³³⁾ Komisja obliczyła wartość bieżącą, stosując stopę dyskontową wynoszącą 7,5 %. Wskazane potrzeby inwestycyjne obejmują zarówno budowę nowych instalacji, jak i wydłużenie okresu eksploatacji istniejących. Sekcja 3.3 zawiera oddzielne omówienie potrzeb inwestycyjnych związanych z likwidacją instalacji oraz gospodarowaniem odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.

⁽³⁴⁾ W przykładzie ilościowym przyjęto założenie, że koszty budowy rosną proporcjonalnie do czasu trwania budowy.

4.2 Skutki dla systemu energetycznego

Dzięki dostarczaniu czystej, niezawodnej energii podstawowej oraz elastycznej energii elektrycznej energia jądrowa może przyczynić się do wsparcia integracji systemu, zapewniając elastyczność i bezwładność niezbędną dla stabilności sieci. Wysokie nakłady inwestycyjne na początku cyklu życia elektrowni jądrowych mogą zostać zrównoważone oszczędnościami systemowymi, które ograniczają potrzeby inwestycyjne w zakresie infrastruktury przesyłowej, dystrybucyjnej i magazynowej.

Oczekuje się, że wymogi dotyczące elastyczności będą rosły we wszystkich skalach czasowych (dziennie, tygodniowo i rocznie). Tam, gdzie wykorzystywana będzie energia jądrowa, może ona przede wszystkim wspierać zaspokajanie potrzeb w zakresie elastyczności tygodniowej i miesięcznej (wykres 4).

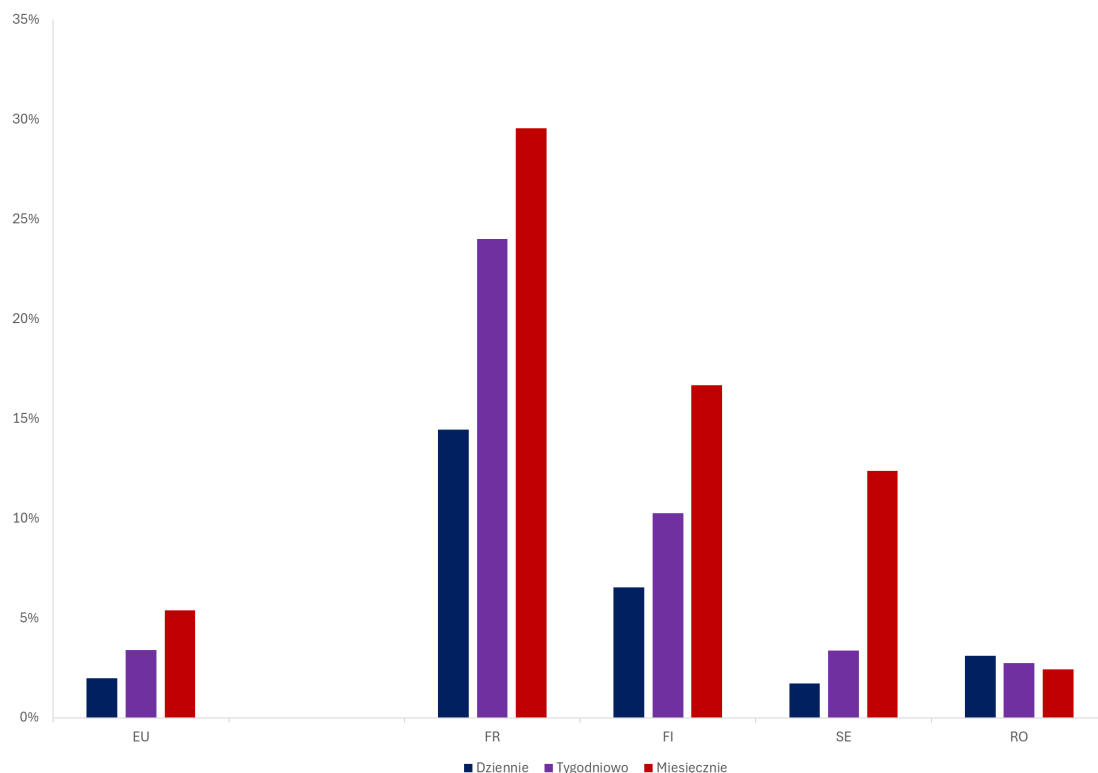
Energia jądrowa może przyczynić się do wspierania całkowitej integracji systemu na szczeblu krajowym, jak i transgranicznym. Dane dotyczące handlu energią elektryczną pokazują, że państwa członkowskie wytwarzające energię jądrową są eksporterami netto (9 z 10 eksporterów netto w 2023 r. posiadało zdolności jądrowe) ⁽³⁵⁾.

Z uwzględnieniem jej kosztów, energia jądrowa – obok innych opłacalnych rozwiązań (w tym elastyczności, magazynowania, sieci i połączeń międzysystemowych) – może również przyczynić się do obniżenia całkowitych kosztów systemu poprzez uzupełnienie odnawialnych źródeł energii (takich jak energia wiatrowa i słoneczna) o stałe, niskoemisyjne moce wytwórcze wspierające stabilność sieci, integrację i potrzeby w zakresie magazynowania⁽³⁶⁾. Działania te należy skoordynować, tak by zminimalizować koszty dekarbonizacji, zgodnie z celami klimatycznymi UE.

⁽³⁵⁾ Towarzyszący dokument roboczy służb Komisji, sekcja 2.2.2 i 2.2.3.

⁽³⁶⁾ MAE (2025), „The Path to a New Era for Nuclear Energy” [„Droga do nowej ery energii jądrowej”], MAE, Paryż, <https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy>, licencja: CC BY 4.0

Wykres 4 – Wkład energii jądrowej w zaspokajanie codziennych, tygodniowych i miesięcznych potrzeb w zakresie elastyczności pod względem ilości energii w UE i wybranych państwach członkowskich w 2030 r.



4.3 Powstające innowacyjne technologie

Na całym świecie rośnie zainteresowanie rozwojem sektora małych i zaawansowanych reaktorów modułowych, a także mikroreaktorów. Chociaż nie konkurują one z reaktorami wielkoskalowymi na rynku energii, ich konstrukcja została opracowana z myślą o szybszym i bardziej efektywnym wdrażaniu, ponieważ moduły wytwarzane fabrycznie korzystają z efektów skali wynikających z seryjnej produkcji. Małe i zaawansowane reaktory modułowe nie konkurują z reaktorami wielkoskalowymi, ponieważ mogą odpowiadać na inne potrzeby energetyczne.

Chociaż w UE istnieje wiele projektów typu start-up, konieczne jest uruchomienie instalacji demonstracyjnych jako obiektów pierwszych tego rodzaju. W UE wielkość rynku w poszczególnych państwach nie odpowiada skali produkcji potrzebnej do osiągnięcia efektu skali. W związku z tym potrzebne jest skoordynowane podejście we wszystkich państwach członkowskich, na przykład poprzez zacieśnienie współpracy właściwych organów krajowych w zakresie wymogów regulacyjnych. W związku z tym Komisja ogłosiła rozpoczęcie fazy projektowej nowego potencjalnego ważnego projektu stanowiącego przedmiot wspólnego europejskiego zainteresowania (projekt IPCEI) dotyczącego innowacyjnych technologii jądrowych. Zainteresowane państwa członkowskie UE opracują jego zakres i strukturę z pomocą nowego centrum wsparcia projektów IPCEI.

Stosunkowo niewielki ślad gruntowy, ograniczone zużycie wody chłodzącej, kogeneracja oraz, co najważniejsze, oczekiwane niższe koszty budowy sprawiają, że reaktory te mogą być atrakcyjniejszym rozwiązaniem dla inwestorów prywatnych. Doskonałym przykładem jest

znaczący kapitał inwestowany przez przedsiębiorstwa sektora zaawansowanych technologii w celu zapewnienia niskoemisyjnej i niezawodnej energii dla centrów przetwarzania danych oraz w odpowiedzi na rosnące wykorzystanie sztucznej inteligencji (w 2020 r. zużycie energii przez centra danych na całym świecie przekraczało 10 % zużycia energii elektrycznej w UE).

Ponadto małe reaktory modułowe i zaawansowane reaktory modułowe mogą stanowić element przyszłych hybrydowych systemów energetycznych, zapewniając niezawodne źródło ciepła dla dzielnic w miastach oraz określonych sektorów trudnych do dekarbonizacji, w tym do produkcji wodoru niskoemisyjnego. Małe reaktory modułowe mogą skutecznie wspierać bilansowanie obciążenia sieci dzięki zazwyczaj większej elastyczności operacyjnej w porównaniu z reaktorami wielkoskalowymi. Ze względu na swoje niewielkie rozmiary reaktory te mogą być instalowane w różnych lokalizacjach; z jednej strony cecha ta może sprzyjać optymalnemu wykorzystaniu istniejącej infrastruktury i ułatwiać integrację różnych i wzajemnie uzupełniających się źródeł energii w danym regionie; z drugiej strony stwarza to jednak szczególne wyzwania w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, jądrowego bezpieczeństwa fizycznego i zabezpieczeń materiałów jądrowych, którym to wyzwaniom należy odpowiednio zaradzić. Na poziomie ogólnym państwa członkowskie powinny, dokonując wyboru lokalizacji, przeprowadzić ocenę ryzyka klimatycznego równoległe z ogólną oceną ryzyka dotyczącą planowanej infrastruktury oraz uwzględnić, które obszary sprzyjają ograniczeniu zidentyfikowanego ryzyka do dopuszczalnego poziomu.

Mikroreaktory projektuje się jako jednostki przenośne, które można transportować również drogą powietrzną. W związku z tym, pomimo wysokich uśrednionych kosztów energii elektrycznej (szacowanych na ok. 140 USD/MWh), cieszą się one zainteresowaniem w zastosowaniach obronnych, na trudno dostępnych rynkach – takich jak odległe kopalnie, w których koszty energii są wysokie – w przemyśle naftowym i gazowym (zarówno na lądzie, jak i na morzu) oraz w transporcie morskim.

4.4 Modele finansowania

Aby można było zrealizować plany krajowe, państwa członkowskie, które postanowiły wdrożyć energię jądrową, powinny rozważyć wczesne inwestowanie i opracowanie polityk w celu utrzymania zrównoważonego ekosystemu przemysłowego energii jądrowej.

Komisja zidentyfikowała przypadki braku instrumentów rynkowych umożliwiających podmiotom prywatnym wdrażanie pożądaných mechanizmów podziału ryzyka, a także istnienie wyzwań związanych z ryzykiem „opóźnienia uzyskania zwrotu”⁽³⁷⁾, tj. postrzeganym ryzykiem zmiany obowiązujących przepisów prawa po tym, jak podmioty prywatne zaangażowały w dany projekt swój kapitał.

Odpowiedzią może być połączenie różnych źródeł finansowania uzupełnionych instrumentami ograniczania ryzyka: powyższe wyzwania można rozwiązać w ramach interwencji publicznej, z uwzględnieniem również korzyści, np. potencjału zwiększenia integracji systemu oraz dostępności elastyczności.

Instrumenty określone w zmienionej strukturze rynku energii elektrycznej umożliwiają państwom członkowskim wspieranie podmiotów realizujących projekty poprzez redystrybucję ryzyk związanych z rynkiem energii elektrycznej i budową. Finansowanie projektów może również opierać się na umowach zakupu energii elektrycznej (PPA); w takich przypadkach

⁽³⁷⁾ Decyzja Komisji (UE) 2015/658 z dnia 8 października 2014 r. w sprawie środka pomocy SA.34947 (2013/C) (ex 2013/N), który Zjednoczone Królestwo planuje wdrożyć w celu wsparcia elektrowni jądrowej Hinkley Point C.

państwa członkowskie mogą opracować instrumenty wsparcia skierowane do producenta w ramach danej PPA. Inne jurysdykcje, np. USA i Zjednoczone Królestwo, testują inne innowacyjne instrumenty służące dalszemu zarządzaniu ryzykiem związanym z budową, np. poprzez dostosowanie modelu regulowanej bazy aktywów – rozważanie to rozważały ostatnio również niektóre państwa członkowskie.

Komisja przekazała państwom członkowskim wytyczne dotyczące sposobu opracowywania kontraktów różnicowych na potrzeby projektów związanych z energią ⁽³⁸⁾, w tym ich potencjalnego połączenia z PPA, zgodnie z zasadami pomocy państwa, jak wskazano w raporcie Draghiego i zapowiedziano w Pakcie na rzecz czystego przemysłu. Zgodnie z podejściem, na którym opiera się struktura rynku energii elektrycznej, Komisja współpracuje z EBI w celu propagowania PPA, w tym transgranicznych PPA, w sposób neutralny pod względem technologicznym.

Opracowując mechanizmy wsparcia publicznego, państwa członkowskie powinny utrzymać odpowiednie bodźce sprzyjające efektywnemu zachowaniu beneficjentów, np. terminowej realizacji budowy zgodnie z budżetem oraz dysponowaniu mocą zgodnie z sygnałami rynkowymi.

5 Nie tylko wytwarzanie energii elektrycznej

Zarówno istniejąca flota reaktorów jądrowych, jak i nowe planowane inwestycje na szczeblu unijnym i światowym koncentrują się w dużej mierze na dostawach energii elektrycznej. Technologie jądrowe mogą jednak również stanowić źródło niskoemisyjnego ciepła dla gospodarstw domowych i do różnych zastosowań przemysłowych, a także odgrywają zasadniczą rolę w produkcji medycznych izotopów promieniotwórczych.

5.1 Dostawy energii cieplnej

Wiele procesów przemysłowych wymaga ciepła wysokotemperaturowego, które tradycyjnie wytwarza się z wykorzystaniem paliw kopalnych. Obecnie zapotrzebowanie na ciepło przemysłowe w UE wynosi około 1 900 TWh, z czego około 960 TWh jest potrzebne w temperaturach od 500 °C do 1 000 °C. W związku z prognozowaną elektryfikacją sektorów zapotrzebowania, badania⁽³⁹⁾ przewidują spadek zapotrzebowania na ciepło wysokotemperaturowe o 40 % do około 620 TWh w 2050 r.

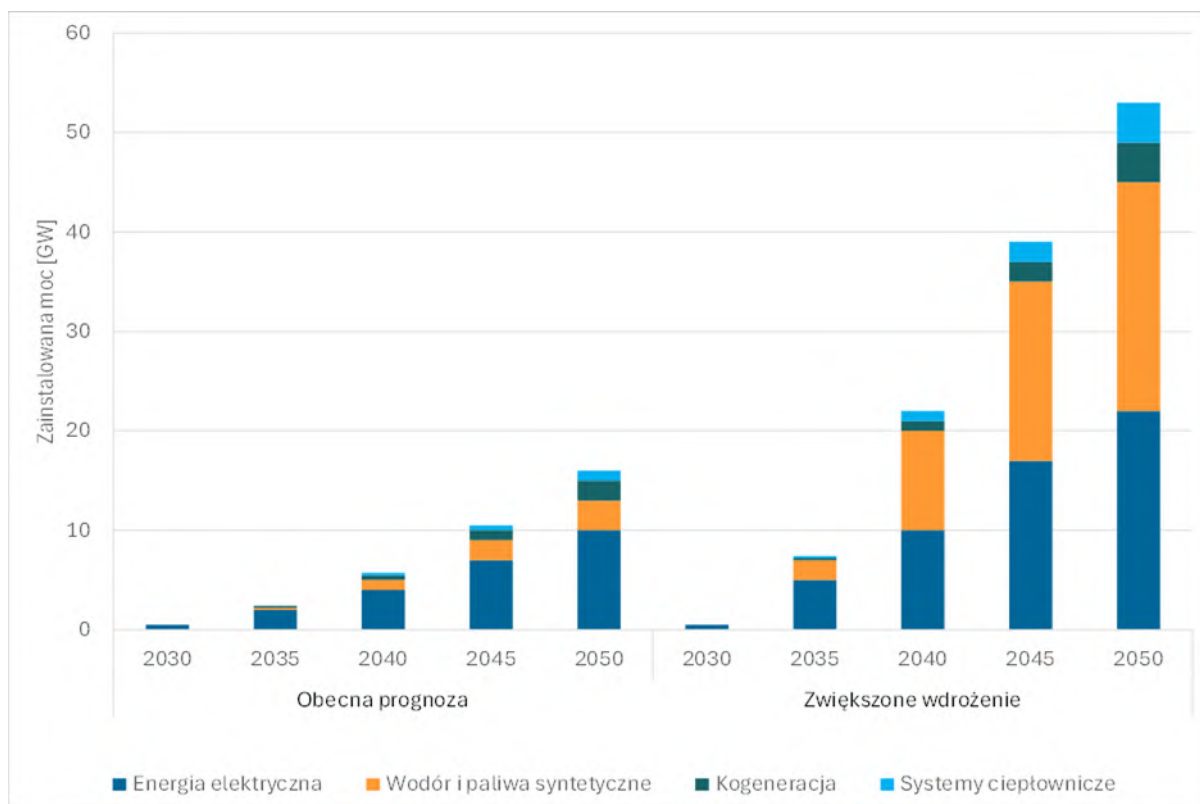
Ciepło z elektrowni jądrowych wykorzystywano już (lub rozważano jego wykorzystanie) w systemach ciepłowniczych, w przemyśle chemicznym oraz przy odsalaniu wody. Ponadto podmioty opracowujące małe reaktory modułowe dostrzegają potencjał wykorzystania tych technologii na rynku ciepła wysokotemperaturowego, ponieważ mogą one dostarczać ciepło bezpośrednio do procesów, w których redukcja emisji jest problematyczna, albo pośrednio – poprzez produkcję wodoru (wykres 5).

Jednym z potencjalnych obszarów zastosowania małych reaktorów modułowych jest zaopatrzenie systemów ciepłowniczych. Przykładem jest wybrany przez europejski sojusz przemysłowy na rzecz małych reaktorów modułowych projekt CityHeat, w ramach którego bada się możliwość zastosowania tych reaktorów w systemach ciepłowniczych.

⁽³⁸⁾ C(2025) 8479 final.

⁽³⁹⁾ Towarzyszący dokument roboczy służb Komisji, sekcja 3.1.2.

Wykres 5 – Scenariusze wdrażania małych reaktorów modułowych: udział dostaw ciepła i wodoru.



5.2 Medyczne izotopy promieniotwórcze

Reaktory badawcze w dziedzinie technologii jądrowych odgrywają kluczową rolę w produkcji radioizotopów, które mają zasadnicze znaczenie zarówno dla opieki zdrowotnej, jak i dla różnych zastosowań przemysłowych.

W sektorze medycznym izotopy promieniotwórcze są niezbędne do diagnostyki chorób, takich jak nowotwory, schorzenia układu krążenia, układu oddechowego i ośrodkowego układu nerwowego, a ich znaczenie w leczeniu nowotworów systematycznie rośnie. Z prognoz wynika, że do 2035 r. liczba pacjentów kwalifikujących się do terapii radiofarmaceutycznych/radioligandowych w UE wzrośnie trzykrotnie⁽⁴⁰⁾. Dlatego zapewnienie bezpiecznych i długoterminowych dostaw medycznych izotopów promieniotwórczych w UE ma kluczowe znaczenie dla wszystkich obywateli.

Unia Europejska jest światowym liderem w tym sektorze, konsekwentnie świadcząc ponad 65 % światowych usług w zakresie napromieniania i utrzymując silną pozycję eksportową. Istnieją jednak słabe punkty, które wymagają sprawnej reakcji – w szczególności zależności od dostaw z państw trzecich (np. niskowzobogaconego uranu o podwyższonym stopniu wzbogacenia – HALEU) oraz postępujące starzenie się unijnych reaktorów badawczych. Chociaż trwają prace nad budową dwóch reaktorów badawczych przeznaczonych do produkcji izotopów promieniotwórczych do zastosowań medycznych, a uruchomienie tych reaktorów planowane jest na początek lat 30. XXI wieku, należy jednocześnie dążyć do innowacji w celu dywersyfikacji metod produkcji i zwiększenia odporności systemu.

⁽⁴⁰⁾ Towarzyszący dokument roboczy służb Komisji, sekcja 3.2.1.

Do tej pory inne państwa zachodnie, mianowicie Stany Zjednoczone i Zjednoczone Królestwo, przeznaczyły znaczne środki na rozwój krajowych źródeł HALEU, odpowiednio około 1,2 mld USD i 300 mln GBP⁽⁴¹⁾. Państwa członkowskie powinny podjąć podobne działania inwestycyjne, by zabezpieczyć dostawy materiałów źródłowych oraz rozwijać nowe zdolności przemysłowe.

W ramach planu działania „Strategiczny program dotyczący medycznych, przemysłowych i badawczych zastosowań technologii jądrowych i radiologicznych” (SAMIRA)⁽⁴²⁾ Komisja rozpoczęła proces mający na celu ustanowienie inicjatywy dotyczącej europejskiej doliny izotopów promieniotwórczych (ERVI) w celu zabezpieczenia dostaw medycznych izotopów promieniotwórczych w UE⁽⁴³⁾.

6 Strategiczna niezależność i dywersyfikacja

Strategiczna niezależność UE jest powiązana z mocnymi i słabymi stronami łańcucha dostaw. W kontekście krajowych planów obejmujących energię jądrową mających na celu dekarbonizację systemu energetycznego i utrzymanie bezpieczeństwa energetycznego **konieczne jest wspieranie konkurencyjnego ekosystemu przemysłu jądrowego UE.**

6.1 Kontrola łańcucha dostaw cyklu paliwowego

Zapewnienie bezpieczeństwa dostaw – od rudy do paliwa jądrowego – powinno pozostać celem strategicznym państw członkowskich prowadzących programy energetyki jądrowej, obejmującym eliminację obecnych zależności oraz zapobieganie nowym zależnościom w przyszłości. Wszystkie państwa członkowskie powinny również wziąć pod uwagę strategiczne znaczenie bezpieczeństwa dostaw izotopów promieniotwórczych.

Nieuzasadniona agresja wojskowa Rosji wobec Ukrainy zakłóciła globalny system dostaw wszystkich źródeł energii. Wpłynęła ona również na cały łańcuch dostaw paliwa jądrowego na rynku UE: w szczególności usługi konwersji, wzbogacania i wytwarzania paliwa powinny być traktowane strategicznie; w mniejszym stopniu należy również uwzględnić kwestię wydobycia uranu.

Strategiczna niezależność UE jest podatna na zagrożenia, ponieważ usługi konwersji i wzbogacania (zarówno w państwach członkowskich, jak i u partnerów o podobnych poglądach) nie są wystarczające do zapewnienia odpowiednich dostaw w świetle prognozowanych scenariuszy rozwoju energetyki jądrowej. W „scenariuszu bazowym” zdolności dostaw w UE w zakresie konwersji ledwo odpowiadają przewidywanemu zapotrzebowaniu do 2050 r., natomiast prognozuje się, że zdolności UE w zakresie zapewniania wzbogacania będą wystarczające, ale z minimalnym marginesem, przy wyraźnym niedoborze w odniesieniu do HALEU, który jest szczególnie potrzebny do niektórych małych reaktorów modułowych.

Ceny usług konwersji i wzbogacania uranu niemal się potroiły między lutym 2022 r. a grudniem 2023 r. Aby zaspokoić popyt i uniknąć uzależnienia od pojedynczego lub niewiarygodnego dostawcy, należy zwiększyć zdolności w zakresie konwersji i wzbogacania w UE. Chociaż zapowiedziano inwestycje w nowe zdolności wzbogacania⁽⁴⁴⁾, inwestycje w zdolności konwersji są opóźnione, zob. wykres 6. Zarówno dostawcy usług konwersji, jak i

⁽⁴¹⁾ Towarzyszący dokument roboczy służb Komisji, ramka „Supply of High-assay low-enriched uranium (HALEU)” (Dostawa niskowzbogaconego uranu o podwyższonym stopniu wzbogacania (HALEU)).

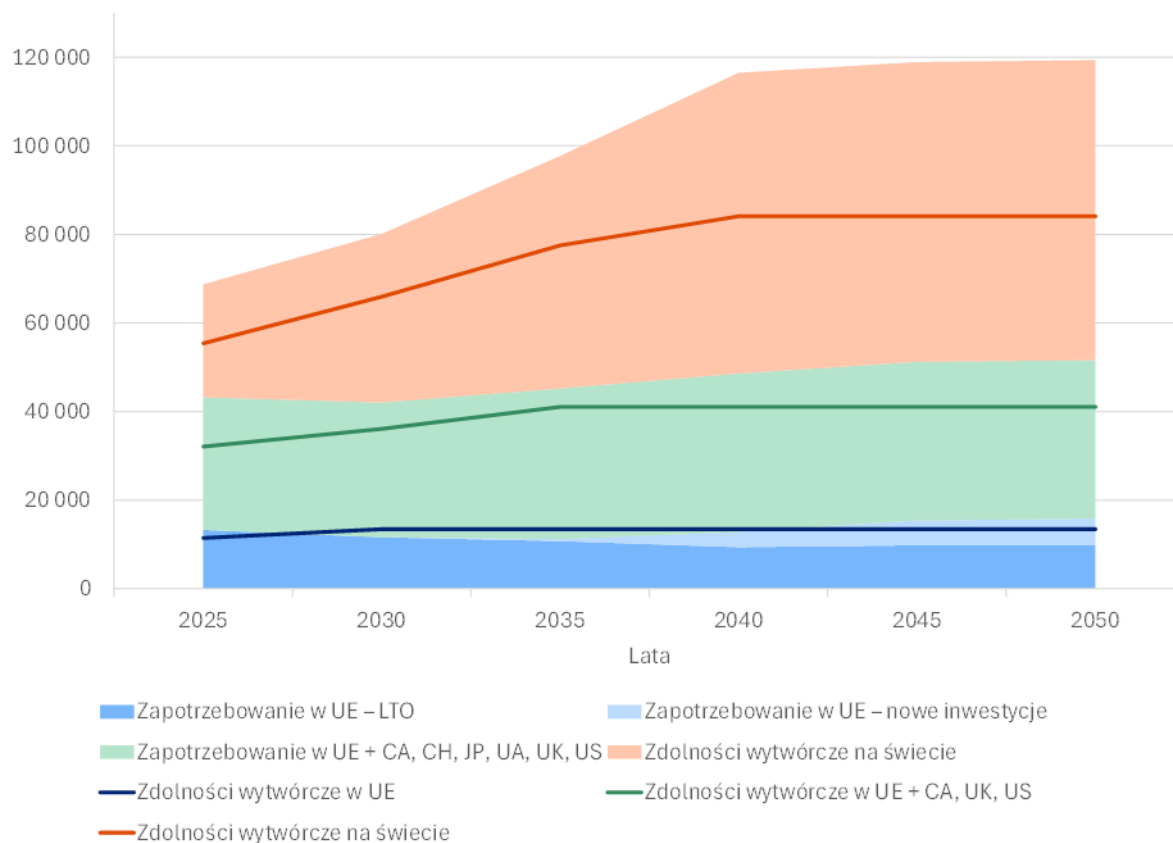
⁽⁴²⁾ [Plan działania SAMIRA \(Komisja Europejska\)](#).

⁽⁴³⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – PL – EUR-Lex – Działanie 7.

⁽⁴⁴⁾ [Francja: EBI i Orano podpisują umowę pożyczki na kwotę 400 mln EUR dotyczącą projektu rozbudowy zakładu wzbogacania uranu Georges Besse 2](#), Europejski Bank Inwestycyjny, 10 marca 2025 r.

wzbogacania potrzebują długoterminowych zobowiązań, aby możliwe było finansowanie tych inwestycji.

Wykres 6 – Globalne zapotrzebowanie na usługi konwersji w zestawieniu z prognozami dotyczącymi zdolności wytwórczych. (tU jako UF₆ rocznie).



Większość przedsiębiorstw energetycznych w UE może pozyskiwać paliwo jądrowe od co najmniej dwóch alternatywnych dostawców. Wyjątek stanowiły reaktory jądrowe rosyjskiej konstrukcji eksploatowane w UE (WWER), w przypadku których uzależnienie od jednego projektu i dostawcy paliwa stało się zagrożeniem dla bezpieczeństwa dostaw⁽⁴⁵⁾. Prawie wszystkie zainteresowane podmioty z UE podjęły działania w celu dywersyfikacji dostaw paliwa jądrowego; oczekuje się, że alternatywne dostawy paliwa do reaktorów WWER będą w pełni dostępne do 2027 r., po uzyskaniu stosownych zezwoleń regulacyjnych.

Wydobycie uranu w UE znacznie spadło w ostatnich dziesięcioleciach, co doprowadziło do dużej zależności od przywozu z pięciu krajów, aby zaspokoić zapotrzebowanie regionu na energię jądrową. Światowy rynek uranu stoi w obliczu wyzwań związanych z nieuzasadnioną agresją wojskową Rosji wobec Ukrainy, zamachem stanu w Nigrze, problemami produkcyjnymi, trudnościami w transporcie i rosnącym popytem, co wpływa na prognozy dotyczące podaży i popytu, wywierając presję na wzrost cen uranu.

Stopniowe wycofywanie się z dostaw pochodzących od niewiarygodnych partnerów stanowi konieczny warunek zapewnienia bezpieczeństwa gospodarczego UE. Warunkiem wstępnym byłoby zapewnienie, aby bezpieczne i otwarte rynki mogły zrekompensować rosyjskie moce

⁽⁴⁵⁾ Paliwo do tych reaktorów było pierwotnie dostarczane przez spółkę TVEL (RU) – spółkę zależną koncernu Rosatom – w ramach pakietowych umów obejmujących dostawy uranu oraz wszelkie powiązane usługi, w tym produkcję kaset paliwowych.

produkcyjne. W tym kontekście kluczowa jest ściślejsza współpraca między UE a wiarygodnymi partnerami międzynarodowymi. UE i szereg państw powinny koordynować swoje działania w celu zapewnienia odpornego łańcucha dostaw energii jądrowej, aby osiągnąć cele przedstawione przez Komisję w planie działania na rzecz zakończenia importu energii z Rosji ⁽⁴⁶⁾.

6.2 Zdolność przemysłowego łańcucha dostaw w całym cyklu życia

Łańcuch dostaw energii jądrowej w UE ma wyraźnie krajowy charakter i powinien być w stanie zaradzić ewentualnym przyszłym zakłóceniom wynikającym z sytuacji geopolitycznej, dostępności surowców lub zmiany klimatu. Utrzymanie solidnego, niezawodnego i wzajemnie powiązanego łańcucha dostaw ma zasadnicze znaczenie dla realizacji prognozowanego zapotrzebowania na zdolności jądrowe w UE. W ostatnich dziesięcioleciach unijny łańcuch dostaw energii jądrowej odznaczał się zarówno tendencją do kurczenia się, jak i do reorientacji – z naciskiem na działania w zakresie utrzymania i modernizacji, a nie na nowe inwestycje budowlane.

Obecne plany dotyczące nowych inwestycji w UE oznaczają konieczność zwiększenia zdolności łańcucha dostaw w celu zapewnienia produkcji wszystkich komponentów niezbędnych do budowy elektrowni jądrowych. Aby do 2050 r. osiągnąć 60 GWe nowych wielkoskalowych zdolności wytwórczych energii jądrowej, państwa członkowskie i przemysł musiałyby zaangażować się w wiele projektów budowlanych w tym samym czasie. Oznacza to, że ze względu na długi okres budowy wielkoskalowych elektrowni jądrowych w ciągu najbliższych 25 lat należałoby jednocześnie zbudować ekwiwalent mocy ok. 20 GWe, czyli około 15 dużych reaktorów jądrowych. Z analizy przeprowadzonej przez Komisję wynika, że niektóre procesy produkcyjne, takie jak ciężkie kucie, wymagają natychmiastowej interwencji ⁽⁴⁷⁾. Zwiększenie odporności łańcucha dostaw energii jądrowej w UE umożliwiłoby również dalszą dywersyfikację technologii jądrowych i związanego z nimi cyklu paliwowego.

Dostępność siły roboczej i umiejętności

Wysokie zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników obejmuje wszystkie aspekty ekosystemu jądrowego, w tym inżynierów i naukowców jądrowych, operatorów elektrowni, techników i pracowników regulacyjnych. Zbliżające się wąskie gardła w zakresie dostępności pracowników, spotęgowane przez starzenie się kadry i niewystarczający napływ młodszych specjalistów – wynikający z niskiej atrakcyjności sektora oraz niedoborów w edukacji w zakresie nauk przyrodniczych, technologii, inżynierii i matematyki – stanowią poważne wyzwanie dla organów bezpieczeństwa jądrowego UE i przemysłu jądrowego.

W badaniu ⁽⁴⁸⁾ przedstawiono szacunki dotyczące zapotrzebowania unijnego sektora jądrowego pod względem zatrudnienia. Do 2050 r., oprócz konieczności zastąpienia pracowników przechodzących na emeryturę, konieczne będzie zatrudnienie dodatkowych 180 000–250 000 nowych specjalistów. Około 100 000–150 000 specjalistów może być potrzebnych na etapie budowy planowanych nowych elektrowni jądrowych. Kolejnych 40 000–65 000 specjalistów będzie niezbędnych do eksploatacji i utrzymania planowanych instalacji. Ponadto sektor likwidacji obiektów jądrowych może potrzebować dodatkowych 40 000 specjalistów. Nawet w scenariuszu zakładającym brak wzrostu (równoważnego ze scenariuszem bazowym) konieczne będzie zatrudnienie ok. 100 000 osób w celu zastąpienia

⁽⁴⁶⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – PL – EUR-Lex.

⁽⁴⁷⁾ Towarzyszący dokument roboczy służb Komisji, sekcja 4.3.2.

⁽⁴⁸⁾ Sprawozdanie dotyczące europejskiego ekosystemu jądrowego, przygotowane przez Deloitte na zlecenie DG ENER, w trakcie przygotowania do publikacji.

pracowników odchodzących na emeryturę. Należy również zwrócić szczególną uwagę na sektor syntezy jądrowej, aby utrzymać czołową pozycję UE.

Temu wyzwaniu można sprostać, prowadząc wielopoziomowe działania, obejmujące identyfikację potrzeb kadrowych, rozwój edukacji i szkoleń, poprawę komunikacji, oferowanie lepszych warunków pracy, wspieranie mobilności pracowników (zarówno z pokrewnych sektorów, jak i z państw trzecich) oraz zapewnienie dostępu do infrastruktury do badań naukowych w dziedzinie energii jądrowej.

W przypadku braku działań Europa stanie w obliczu niedoboru umiejętności i pracowników w sektorze jądrowym, w tym także w niektórych organach regulacyjnych. Luka ta może być szczególnie dotkliwa w sektorze nowoczesnych technologii, takich jak małe reaktory modułowe. Konieczne jest uzupełnienie i odmłodzenie siły roboczej, a także przekazanie wiedzy i umiejętności kolejnemu pokoleniu. Sektor jądrowy musi podjąć inicjatywę w celu przyciągnięcia nowych talentów, a Komisja i państwa członkowskie mogą wspierać ten proces, np. za pośrednictwem akademii przemysłu neutralnego emisyjnie oraz poprzez zintensyfikowanie dalszych działań finansowanych ze środków programu badawczo-szkoleniowego Euratomu w celu wsparcia oceny, utrzymania i rozwoju niezbędnych kompetencji strategicznych na szczeblu UE.

Uruchomiony w 2025 r. projekt SKILLS4NUCLEAR⁽⁴⁹⁾, który otrzymał 1,5 mln EUR ze środków Euratomu, ma na celu usprawnienie budowania zdolności w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, likwidacji obiektów jądrowych, gospodarowania odpadami, ochrony radiologicznej i zastosowań medycznych oraz wspieranie napędzanego przez przemysł rozwoju siły roboczej. W ramach projektu powstanie również europejskie forum ds. siły roboczej i umiejętności w sektorze jądrowym, które będzie aktualizować programy szkoleniowe w odpowiedzi na nowe potrzeby oraz rozwijać inicjatywy w zakresie zmiany i podnoszenia kwalifikacji pracowników.

Zasadnicze znaczenie ma niezbędna solidna europejska infrastruktura do badań naukowych w dziedzinie energii jądrowej, ponieważ wspiera ona najnowocześniejsze badania naukowe, sprzyja innowacjom i zwiększa współpracę między państwami członkowskimi. Infrastruktura ta obejmuje rozwój i utrzymanie obiektów doświadczalnych, platform wymiany danych oraz zintegrowanych sieci badawczych, które umożliwiają naukowcom i inżynierom przeprowadzenie kompleksowych badań dotyczących bezpieczeństwa jądrowego, jądrowego bezpieczeństwa fizycznego, zabezpieczeń materiałów jądrowych, gospodarowania odpadami, energii syntezy jądrowej oraz rozwoju technologii reaktorów nowej generacji. Gwarantuje ona również, że Europa pozostanie liderem w dziedzinie nauki i technologii jądrowej dzięki utrzymaniu przewagi konkurencyjnej Europy w światowym środowisku badawczym oraz zapewnieniu możliwości podejmowania przyszłych wyzwań w dziedzinie energii i środowiska.

6.3 Strategiczna współpraca międzynarodowa

Ramy stosunków zewnętrznych Euratomu mają zasadnicze znaczenie dla promowania najwyższych standardów w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, ułatwiania wymiany wiedzy i technologii, a także wspierania konkurencyjnego łańcucha dostaw energii jądrowej w UE poprzez przyszłościowe partnerstwa oraz współpracę handlową i gospodarczą⁽⁵⁰⁾.

⁽⁴⁹⁾ <https://cordis.europa.eu/project/id/101213280>.

⁽⁵⁰⁾ Ponadto Europejski Instrument Współpracy Międzynarodowej w dziedzinie Bezpieczeństwa Jądrowego (INSC) jest kluczowym narzędziem służącym wzmocnieniu przyjmowania najwyższych międzynarodowych standardów w zakresie bezpieczeństwa jądrowego na całym świecie.

W celu wzmocnienia strategicznej autonomii UE konieczne jest dokonanie przeglądu istniejących umów o współpracy lub zawarcie nowych. Umowy te mogą również pomóc w zwiększeniu zgodności z międzynarodowymi standardami jądrowymi i ułatwić wprowadzanie nowych i innowacyjnych technologii, takich jak małe reaktory modułowe i energia syntezy jądrowej.

Co najważniejsze, zacieśnienie współpracy między UE a wiarygodnymi partnerami przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa dostaw uranu oraz usług związanych z jądrowym cyklem paliwowym oraz ułatwi dostęp do rynków dla unijnego łańcucha dostaw w celu zwiększenia jego zdolności przemysłowych.

Aby zacieśnić współpracę między UE a wiarygodnymi partnerami, Euratom powinien rozpocząć odnawianie umów o współpracy jądrowej i protokołów ustaleń (np. z Kanadą lub Kazachstanem) lub negocjowanie nowych umów i protokołów.

6.4 Wiodąca pozycja w dziedzinie badań naukowych i szkoleń

Badania publiczne i prywatne na szczeblu krajowym w znacznym stopniu przyczyniają się do utrzymania przez UE wiodącej pozycji w dziedzinie technologii jądrowych. Wysiłki badawcze przyczyniają się do zapewnienia najwyższych standardów bezpieczeństwa jądrowego i zabezpieczeń materiałów jądrowych w trakcie budowy nowych elektrowni jądrowych lub przy przedłużaniu okresu eksploatacji istniejących elektrowni. Zadaniem Euratomu jest uzupełnianie wkładu państw członkowskich za pośrednictwem programu badawczo-szkoleniowego Euratomu. Ze środków programu na lata 2021–2025 wspierano rozwój podstawowej wiedzy ⁽⁵¹⁾, aby wesprzeć te państwa członkowskie, które planują korzystać z energii jądrowej, oraz te, które potrzebują gwarancji, że elektrownie jądrowe w państwach sąsiadujących spełniają najwyższe normy bezpieczeństwa. Z finansowanych przez Euratom badań nad innymi zastosowaniami promieniowania jonizującego, w szczególności w medycynie, może również korzystać społeczeństwo. Wniosek Komisji dotyczący programu Euratom na lata 2028–2032 ⁽⁵²⁾ ma na celu zwiększenie finansowania badań nad bezpiecznymi, innowacyjnymi technologiami jądrowymi na rzecz dobrze prosperującej, odpornej i zrównoważonej UE.

7 Przygotowanie się na przyszłość z wykorzystaniem energii syntezy jądrowej

Sztandarowy projekt UE, zlokalizowany we Francji ITER, jest największym na świecie eksperymentem w dziedzinie syntezy jądrowej, którego celem jest wykazanie naukowej i technologicznej wykonalności stosowania syntezy jądrowej. ITER, jako główny motor innowacji, dostarcza wiedzy oraz bazy przemysłowej niezbędnych do opracowania pierwszej demonstracyjnej elektrowni termojądrowej w UE.

Bardzo istotne jest zakotwiczenie dalszych inwestycji w ITER oraz – szerzej – w syntezę jądrową w ramach europejskiego działania, którego celem jest opanowanie syntezy jądrowej nie tylko jako przedmiotu badań, lecz także jako narzędzia długoterminowego uniezależnienia energetycznego, dekarbonizacji oraz zwiększenia konkurencyjności przemysłowej Europy w najbliższej perspektywie. Partnerstwa publiczno-prywatne mogą przyspieszyć komercjalizację energii syntezy jądrowej dzięki wykorzystaniu mocnych stron obu sektorów. Konieczne będą dalsze nakłady na rozwój cyklu paliwowego na potrzeby technologii syntezy jądrowej oraz nakłady na wyeliminowanie luk technologicznych, równoległe z opracowaniem i – w razie

⁽⁵¹⁾ Zob. ocena śródkresowa, COM(2025) 61.

⁽⁵²⁾ COM(2025) 594.

potrzeby – wdrożeniem zróżnicowanych i proporcjonalnych ram regulacyjnych dotyczących instalacji do syntezy jądrowej.

Zgodnie z raportem Draghiego i zapowiedzią zawartą w Planie działania na rzecz przystępnej cenowo energii Komisja przygotowuje kompleksową strategię UE w zakresie syntezy jądrowej w celu przyspieszenia rozwoju tego rodzaju energii w dłuższej perspektywie; w strategii tej potwierdzona zostanie kluczowa rola, jaką w tej dziedzinie pełni ITER.

Działania te są wspierane przez badania i rozwój technologiczny prowadzone w ramach partnerstwa europejskiego EUROfusion⁽⁵³⁾ oraz wspólnego przedsięwzięcia „Fusion for Energy” (F4E), które są współfinansowane przez Euratom. Komercyjne wdrażanie energii syntezy jądrowej należy przyspieszyć poprzez wzmocnienie dużej społeczności zajmującej się syntezą jądrową skupionej wokół grupy ekspertów ds. syntezy jądrowej w ramach europejskiej platformy zainteresowanych stron ds. syntezy jądrowej, poprzez uruchomienie partnerstwa publiczno-prywatnego z przemysłem oraz poprzez wsparcie dla przedsiębiorstw typu start-up w dziedzinie syntezy jądrowej.

8 Wnioski

W związku z tym, że szereg państw członkowskich zdecydowało się polegać na energii jądrowej, będzie ona nadal odgrywać ważną rolę w zdywersyfikowanym systemie energetycznym UE. Zasadnicze znaczenie ma zatem zapewnienie jej bezpiecznej, efektywnej i zrównoważonej integracji oraz pełne wykorzystanie potencjalnych korzyści, jakie może przynieść energia jądrowa, w tym pod względem integracji systemu.

Wszystkie projekty inwestycyjne w przemyśle jądrowym UE muszą być zgodne z najwyższymi standardami w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, ochrony radiologicznej, gospodarowania odpadami promieniotwórczymi i zabezpieczeń materiałów jądrowych, zgodnie z przepisami obowiązującymi w UE. Nowe projekty jądrowe muszą być zgodne z najwyższymi celami w zakresie bezpieczeństwa, gwarantując, że innowacyjne projekty reaktorów spełniają te rygorystyczne wymogi. Państwa członkowskie powinny zintensyfikować wysiłki na rzecz zapewnienia długoterminowych rozwiązań w zakresie gospodarowania wysokoaktywnymi odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.

W 2050 r. przewiduje się szeroki zakres możliwych scenariuszy w odniesieniu do rzeczywistej zainstalowanej mocy. Kluczowe znaczenie będzie miało wydłużanie okresu eksploatacji istniejących instalacji – pod warunkiem zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa – oraz budowa nowych bloków, a także zdolność przemysłu do realizacji projektów terminowo i w ramach budżetu.

Zakłada się znaczne inwestycje w całym cyklu życia energii jądrowej do 2050 r. W porównaniu z wcześniej opublikowanym PINC Komisja nie odnotowała znaczącej zmiany szacowanych kwot inwestycji, jednak przedstawione plany są bardziej szczegółowe i zróżnicowane i uwzględniają nowe technologie oraz pełny ekosystem przemysłowy. Szczególną uwagę należy poświęcić rozwojowi i rzeczywistemu wdrażaniu małych reaktorów modułowych, zwiększaniu odporności łańcucha dostaw, zapewnieniu wystarczających, zróżnicowanych i niezależnych zdolności UE w zakresie konwersji i wzbogacania uranu, rozbudowie zdolności regulacyjnych, prowadzeniu badań naukowych, rozwojowi kadr oraz zapewnieniu bezpiecznych dostaw medycznych izotopów promieniotwórczych.

Aby sektor energii jądrowej w UE mógł się rozwijać, konieczne są stabilne długoterminowe zobowiązania, wyższy poziom standaryzacji oraz pogłębiona współpraca. Kluczowe znaczenie

⁽⁵³⁾ <https://cordis.europa.eu/project/id/101052200>.

ma inwestowanie w konkurencyjność przemysłu jądrowego UE i wzmacnianie jego łańcucha dostaw, przy jednoczesnym dążeniu do obecności na rynkach światowych.