

Bruksela, 5 października 2026 r.
(OR. en)

13999/26

RECH 398
ATO 50
COMPET 1162

PISMO PRZEWODNIE

Od:	Sekretarz generalna Komisji Europejskiej (podpisała dyrektor Martine DEPREZ)
Data otrzymania:	1 października 2026 r.
Do:	Thérèse BLANCHET, sekretarz generalna Rady Unii Europejskiej
Nr dok. Kom.:	COM(2026) 528 final
Dotyczy:	SPRAWOZDANIE KOMISJI DLA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO- SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW Ocena śródkresowa z wdrożenia decyzji Rady (Euratom) 2021/281 w sprawie zmiany decyzji 2007/198/Euratom powołującej Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Realizacji Projektu ITER i Rozwoju Energii Termojądrowej oraz przyznającej mu określone korzyści

Delegacje otrzymują w załączeniu dokument COM(2026) 528 final.

Załącznik: COM(2026) 528 final



KOMISJA
EUROPEJSKA

Bruksela, dnia 1.10.2026 r.
COM(2026) 528 final

**SPRAWOZDANIE KOMISJI DLA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY,
EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU
REGIONÓW**

**Ocena śródkresowa z wdrożenia decyzji Rady (Euratom) 2021/281 w sprawie zmiany
decyzji 2007/198/Euratom powołującej Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz
Realizacji Projektu ITER i Rozwoju Energii Termojądrowej oraz przyznającej mu
określone korzyści**

{SWD(2026) 289 final}

I. WPROWADZENIE

ITER to międzynarodowy projekt współpracy naukowej, którego celem jest wykazanie naukowej i technologicznej możliwości wykorzystania energii pochodzącej z fuzji do celów pokojowych. Umową ITER, podpisaną w 2006 r. przez Euratom¹ (reprezentowany przez Komisję Europejską), Stany Zjednoczone, Japonię, Koreę, Chiny, Rosję i Indie, powołano organizację ITER jako organizację międzynarodową, która buduje, obsługuje, eksploatuje i zamyka obiekty ITER² w Cadarache we Francji, a także zapewnia ich likwidację. Umowa ITER zobowiązuje każdą ze stron do wniesienia wkładów rzeczowych (elementów niezbędnych do budowy instalacji ITER) i pieniężnych (środków finansowych na działalność organizacji ITER).

Każda ze stron umowy musi ustanowić agencję wewnętrzną jako podmiot odpowiedzialny za skoordynowaną interakcję z organizacją ITER i przekazywanie wkładów w imieniu strony. Agencją wewnętrzną Euratomu jest Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Realizacji Projektu ITER i Rozwoju Energii Termojądrowej (Fusion for Energy – F4E), ustanowione decyzją Rady 2007/198/Euratom³ w marcu 2007 r. W decyzji określono następujące zadania F4E:

- wnoszenie wkładu Euratomu na rzecz organizacji ITER⁴;
- wnoszenie wkładu Euratomu na rzecz realizowanych wspólnie z Japonią działań w ramach szeroko zakrojonej koncepcji⁵;
- przygotowanie i koordynacja przygotowania do budowy demonstracyjnej elektrowni termojądrowej (DEMO) wraz z instalacjami towarzyszącymi.

Obecnie członkami F4E są Euratom (reprezentowany przez Komisję), państwa członkowskie UE należące do Euratomu⁶ i Szwajcaria. Państwa trzecie mogą zostać członkami F4E na warunkach określonych w decyzji Rady 2007/198/Euratom ustanawiającej F4E. Budżet F4E jest w 80 % finansowany z budżetu UE. Francja jako państwo będące gospodarzem projektu ITER finansuje prawie 20 %. Pozostała część jest pokrywana ze składek członkowskich innych członków F4E.

Decyzja Rady (Euratom) 2021/281⁷ zmieniająca decyzję Rady 2007/198/Euratom zobowiązuje Komisję do przeprowadzenia oceny śródkresowej z wdrożenia tej decyzji. Komisja przygotowała niniejszą ocenę śródkresową przy wsparciu zewnętrznego wykonawcy⁸, aby

¹ Euratom (Europejska Wspólnota Energii Atomowej) to podmiot odrębny od UE pod względem prawnym, ale mający taki sam skład.

² ITER to międzynarodowy projekt współpracy naukowej, którego celem jest wykazanie naukowej i technologicznej możliwości wykorzystania energii pochodzącej z fuzji do celów pokojowych.

³ [2007/198/Euratom: decyzja Rady z dnia 27 marca 2007 r. powołująca Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Realizacji Projektu ITER i Rozwoju Energii Termojądrowej oraz przyznająca mu określone korzyści.](#)

⁴ Na etapie budowy wkład Euratomu stanowi ok. 45 % kosztów ITER. Każdy z pozostałych członków ITER wnosi udział wynoszący ok. 9 %.

⁵ Równoległe z umową ITER Euratom zawarł z Japonią odrębną umowę dwustronną („umowa w sprawie szeroko zakrojonej koncepcji”) w celu dalszego ułatwiania i koordynowania z Japonią działań związanych z fuzją jądrową.

⁶ Do czasu wejścia w życie umowy o wystąpieniu (31 stycznia 2020 r.) było wśród nich Zjednoczone Królestwo.

⁷ [Decyzja Rady \(Euratom\) 2021/281 z dnia 22 lutego 2021 r.](#) w sprawie zmiany decyzji 2007/198/Euratom powołującej Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Realizacji Projektu ITER i Rozwoju Energii Termojądrowej oraz przyznającej mu określone korzyści (zob. w szczególności art. 5c).

⁸ Komisja opublikowała sprawozdanie wykonawcy wybranego w celu zapewnienia zewnętrznego wkładu w ocenę śródkresową: https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/e8d31d19-f590-11ef-b7db-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=153343&WT.ria_f=8810&WT.ria_ev=search&WT.URL=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2F.

ocenić udział Euratomu w projekcie ITER za pośrednictwem F4E zgodnie z zasadami lepszego stanowienia prawa. Ocena ma na celu:

1. dostarczenie informacji o statusie „programu ITER”;
2. zapewnienie elementów służących udoskonaleniu programu ITER Euratomu i funkcjonowania F4E w latach 2025–2027.

W ocenie skoncentrowano się przede wszystkim na europejskim udziale w projekcie ITER za pośrednictwem F4E w pierwszej części obecnych wieloletnich ram finansowych (WRF), a mianowicie w latach 2021–2024.

Analizuje się w niej wyniki projektu ITER i F4E w stosunku do założeń projektowych (określających zakres, harmonogram i budżet) zatwierdzonych dla projektu ITER na ten okres (podstawowe założenia z 2016 r.) oraz dokumentów planistycznych F4E opracowanych na podstawie tych założeń⁹. W czerwcu 2024 r. na wniosek Rady ITER organizacja ITER przedstawiła nowe podstawowe założenia, w związku z czym ich realizacja nie wchodzi w zakres niniejszej oceny.

II. JAKIE BYŁY OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCE Z EUROPEJSKIEGO UDZIAŁU W PROJEKCIE ITER ZA POŚREDNICTWEM F4E W OKRESIE OBJĘTYM OCENĄ?

a) Przegląd wyników F4E w skrócie

Ocena udziału Euratomu w projekcie ITER za pośrednictwem F4E zgodnie z wymogami decyzji Rady 2021/281 dotyczy postępów, jakie F4E zdołało osiągnąć w realizacji trzech celów strategicznych określonych w tej decyzji. W ankiecie przeprowadzonej w 2024 r. członkowie rady zarządzającej F4E ogólnie pozytywnie ocenili wyniki F4E. W odpowiedzi na pytanie „**W jakim stopniu zrealizowano pierwotne cele F4E?**” większość respondentów stwierdziła, że **F4E zrealizowało cele i działania określone w jego statucie (zgodnie z art. 2 i art. 3 załącznika do decyzji Rady 2007/198/Euratom)**¹⁰.

W bardziej szczegółowej ocenie wyników F4E należy rozróżnić poszczególne obszary działalności F4E, jak przedstawiono poniżej.

W przypadku ITER: W okresie objętym oceną F4E zrealizowało znaczną część swojego oczekiwanego wkładu w ITER. Podpisało 24 duże umowy inżynierskie i budowlane o łącznej wartości zobowiązań wynoszącej 3 mld EUR¹¹. F4E zapewniło istotną część budynków na terenie obiektu ITER we Francji oraz europejskie części systemu magnetycznego ITER (który jest największym i najbardziej zintegrowanym systemem magnesów nadprzewodzących, jaki kiedykolwiek zbudowano). Te główne osiągnięcia uzupełniono dodatkowo w październiku

⁹ Po zatwierdzeniu podstawowych założeń z 2016 r. w ramach F4E ustalono nowy harmonogram i ponownie obliczono powiązany szacowany koszt zrealizowanego projektu dla wkładu F4E w etap budowy projektu do czasu osiągnięcia celu pośredniego, jakim było uzyskanie pierwszej plazmy w 2025 r. Szacowany koszt zrealizowanego projektu łączy wcześniejsze koszty rzeczywiste i przyszłe koszty szacowane (w tym prawdopodobny wpływ przyszłych zagrożeń) związane z realizacją obowiązków F4E w zakresie projektu ITER do końca 2035 r.

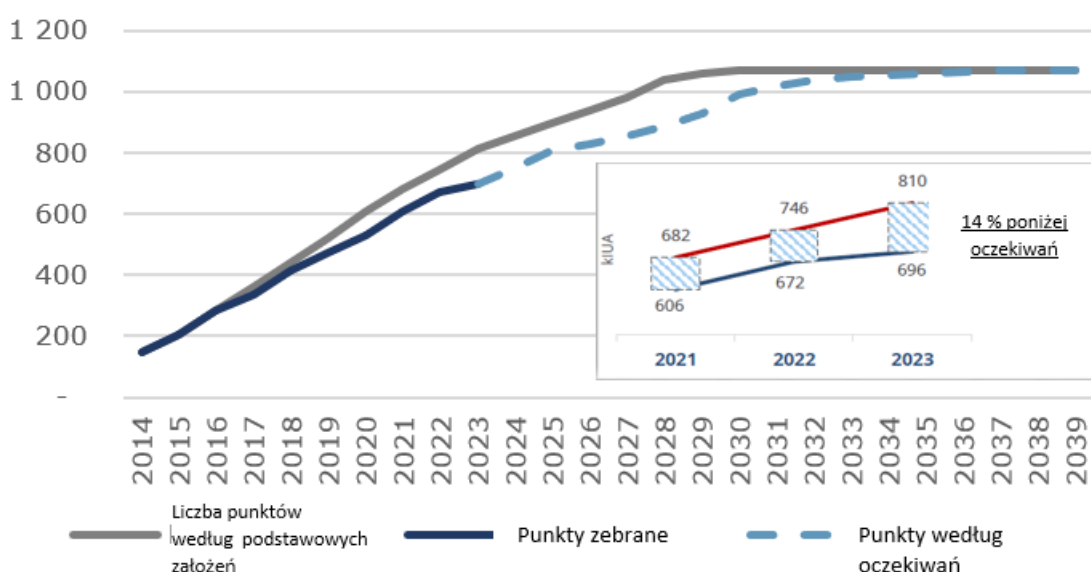
¹⁰ Dane liczbowe przedstawione w badaniu uzupełniającym dostępnym pod adresem: https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/e8d31d19-f590-11ef-b7db-01aa75ed71a1/language-pl?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=153343&WT.ria_f=8810&WT.ria_ev=search&WT.URL=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2F; zob. s. 326 – pytanie 1 – suma odpowiedzi „w dużym stopniu” i „w pewnym stopniu”.

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=gTc83Ql8djA&t=31s> (Budowa ITER, październik 2024 r.).
<https://www.youtube.com/watch?v=NRaFSpd7cwA> (Budowa ITER, październik 2023 r.).

2024 r. o realizację pierwszego europejskiego sektora komory próżniowej¹², a następnie pozostałych sektorów do połowy 2026 r.

Chociaż osiągnięcia te są niezaprzeczalne, postępy nie zawsze były zgodne z podstawowymi założeniami z 2016 r. Do końca 2023 r. wykonanie budżetu i realizacja kluczowych celów pośrednich określonych przez Radę ITER i radę zarządzającą F4E były poniżej oczekiwań: F4E zebrało 65 % swoich punktów ITER¹³, czyli o 14 punktów procentowych mniej niż przewidywały podstawowe założenia z 2016 r. W porównaniu z podstawowymi założeniami z 2016 r. wystąpiło również opóźnienie o średnio 32 miesiące w odniesieniu do celów pośrednich określonych w ramach zarządzania organizacją ITER (cele pośrednie Rady ITER) i zarządzania F4E (cele pośrednie rady zarządzającej) na potrzeby monitorowania postępów w realizacji projektu ITER.

Rys. 1. Punkty ITER w porównaniu z podstawowymi założeniami z 2016 r. w tys. IUA¹⁴



W dokumentach dotyczących WRF władza budżetowa UE przeznaczyła **5,6 mld EUR** na finansowanie F4E w latach 2021–2027. Powolniejsza realizacja projektu sprawiła, że nie wykorzystano znacznej części środków, co doprowadziło do ich akumulacji w F4E w latach 2021–2024. Rada zarządzająca i Komisja podjęły działania w celu dostosowania rocznych budżetów F4E do jego potrzeb. Zgodnie z zasadą należytego zarządzania finansami w

¹² <https://fusionforenergy.europa.eu/news/europes-first-iter-vacuum-vessel-sector-ready/>.

¹³ Punkty ITER to jednostki wykorzystywane w projekcie ITER do określenia wartości komponentów rzeczowych, które agencje wewnętrzne muszą dostarczyć i które zostały uzgodnione w ustaleniach dotyczących zamówień. Każdy z nich dotyczy konkretnych prac, które mają być zrealizowane i przekazane organizacji ITER przez agencję wewnętrzną. Każde ustalenie dotyczące zamówień określa cele pośrednie uzgodnione przez organizację ITER i odnośną agencję wewnętrzną oraz służące do monitorowania postępów w realizacji takiego ustalenia. Osiągnięcie każdego celu pośredniego wiąże się z przyznaniem pewnej liczby punktów denominowanych w jednostkach rozliczeniowych ITER (IUA). Podobny system istnieje w przypadku programu szeroko zakrojonej koncepcji, w którym jednostką rozliczeniową jest BAUA.

¹⁴ Jednostki wykorzystywane w projekcie ITER lub szeroko zakrojonej koncepcji. W przypadku projektu ITER wkłady rzeczowe na rzecz organizacji ITER organizuje się w drodze ustaleń dotyczących zamówień odnoszących się do konkretnych prac, które mają być zrealizowane i przekazane organizacji ITER. W przypadku gdy ustalenie dotyczące zamówień jest opracowywane przez organizację ITER, cele pośrednie uzgodnione z myślą o monitorowaniu realizacji projektu wiążą się z przyznaniem pewnej liczby punktów denominowanych w jednostkach rozliczeniowych ITER (IUA).

odniesieniu do zasobów UE w obecnych WRF kwota **1 mld EUR z 5,6 mld EUR** trafiła z powrotem do budżetu ogólnego UE w celu dostosowania rocznych decyzji budżetowych w sprawie środków na zobowiązania do rzeczywistych potrzeb projektu.

Tabela 1. Zobowiązania Euratomu na rzecz ITER w wieloletnich ramach finansowych

	2007–2013	2014–2020	2021–2027
Wkłady europejskie w postaci środków na zobowiązania (w mln EUR)	3 273	2 915	4 562

W przypadku szeroko zakrojonej koncepcji: Program szeroko zakrojonej koncepcji obejmuje trzy duże projekty: (i) Satellite Tokamak Programme (JT-60SA, satelicki program dotyczący tokamaka)¹⁵, (ii) International Fusion Materials Irradiation Facility – Engineering Validation and Engineering Design Activities (IFMIF/EVEDA) (działania w zakresie zatwierdzenia technicznego oraz fazy projektowania technicznego dla międzynarodowej instalacji napromieniowywania materiałów przeznaczonych do syntezy jądrowej) oraz (iii) International Fusion Energy Research Centre (IFERC) (międzynarodowy ośrodek badań nad energią fuzji jądrowej)¹⁶. Wkłady Euratomu na rzecz działań w ramach szeroko zakrojonej koncepcji zostały wniesione przez F4E globalnie zgodnie z uzgodnionym harmonogramem. W latach 2021–2023 na działania w ramach szeroko zakrojonej koncepcji Euratom przeznaczył za pośrednictwem F4E 72 mln EUR. Do ważnych osiągnięć w okresie objętym oceną należy inauguracja JT-60 SA pod koniec 2023 r. Po inauguracji nastąpił okres konserwacji i napraw, po którym rozpoczną się pierwsze kampanie doświadczalne. JT-60SA jest obecnie największym i najbardziej zaawansowanym działającym urządzeniem badawczym w dziedzinie fuzji jądrowej na całym świecie, a jego funkcjonowanie dostarczy kluczowych informacji na potrzeby budowy i eksploatacji ITER.

W celu maksymalizacji zwrotu z inwestycji UE oraz zapewnienia, aby Europa pozostała w czołówce globalnego wyścigu do wykorzystania fuzji jądrowej jako opłacalnego źródła energii, europejscy naukowcy powinni korzystać z wyjątkowej okazji, jaką jest dostęp do JT-60SA, przez uczestnictwo w działaniach operacyjnych i eksploatacyjnych oraz wyciąganie z nich wniosków.

W przypadku DEMO: F4E zainwestowało w przygotowanie do budowy reaktora DEMO ograniczone zasoby, głównie dlatego, że uporanie się z opóźnieniami i wyzwaniem napotkanymi podczas wdrażania projektu ITER wymagało zaangażowania większych zasobów F4E. Zgodnie z decyzją Rady 2007/198/Euratom do zadań F4E należy „przygotowanie i koordynacja programu działań mających na celu przygotowanie do budowy demonstracyjnych reaktorów syntezy jądrowej” (DEMO). Ogólne opóźnienia w realizacji projektu ITER oznaczały również, że kluczowe technologie syntezy jądrowej osiągnęły poziom zaawansowania niższy niż potrzebny do działalności przemysłowej związanej z przygotowaniem DEMO. Zaangażowanie F4E w działania na rzecz DEMO było realizowane przede wszystkim za pośrednictwem konkretnych projektów w ramach umowy w sprawie szeroko zakrojonej koncepcji i współpracy z EUROfusion, które to konsorcjum zarządza europejskimi działaniami w dziedzinie badań nad fuzją jądrową, finansowanymi w ramach programu badawczo-szkoleniowego Euratomu.

¹⁵ Budowa i eksploatacja JT-60SA, najpotężniejszej na świecie instalacji do przeprowadzania fuzji jądrowej, do czasu zakończenia budowy ITER.

¹⁶ Projekt, w ramach którego realizowane są różne podprojekty w dziedzinie badań nad fuzją jądrową z wykorzystaniem superkomputerów.

b) Analiza przekroczeń kosztów i opóźnień w budowie ITER

W okresie objętym oceną w projekcie ITER wystąpiły znaczne opóźnienia i przekroczenia kosztów, głównie ze względu na:

- i) **Zbyt ambitne podstawowe założenia z 2016 r. przyjęte przez Radę ITER.** Podstawowe założenia z 2016 r. opierały się na najlepszym technicznie osiągalnym harmonogramie i nie uwzględniały żadnego typu nieprzewidzianych okoliczności (pod względem harmonogramu i kosztów), co pozbawiło projekt elastyczności niezbędnej do radzenia sobie z problemami pierwszymi w swoim rodzaju i zwiększyło stopień trudności w ogólnym zarządzaniu.
- ii) **Gotowość projektowa i program pierwszy w swoim rodzaju.** W programie znacznie przekroczono koszty ze względu na liczne zmiany projektowe i niekiedy niepotrzebnie skomplikowane wymogi techniczne. Te powtarzające się zmiany (w szczególności w odniesieniu do budynków) skutkowały roszczeniami ze strony wykonawców F4E i przyczyniły się do wzrostu kosztów. Kilka komponentów, które F4E miało dostarczyć, również wiązało się z wyzwaniami technicznymi, których organizacja ITER i F4E często nie doceniały, zaś produkcja tych komponentów trwała dłużej niż uzgodniono lub oczekiwano. W okresie od września 2020 r. do grudnia 2024 r. szacowany koszt zrealizowanego projektu¹⁷ dla F4E wzrósł o 1 205 mln EUR.
- iii) **Problemy z jakością.** W 2022 r. organizacja ITER wykryła problemy z jakością kluczowych komponentów (sektorów komory próżniowej i osłon termicznych kriostatu) dostarczonych na miejsce budowy¹⁸. Konieczna była naprawa tych komponentów. Przeprowadzenie napraw zajęło dwa lata. Organizacja ITER zoptymalizowała prace nad montażem maszyny w celu ograniczenia wpływu napraw na ogólny harmonogram projektu.
- iv) **Pandemia COVID-19 i konsekwencje wojny w Ukrainie.** Dodatkowe opóźnienia spowodował kryzys związany z COVID-19. Pandemia COVID-19 wyjaśnia większość opóźnień w latach 2020 i 2021. Ograniczenia w przemieszczaniu się, podróżowaniu i obecności w pracy nałożone podczas pandemii spowolniły produkcję, wysyłkę i instalację krytycznych komponentów. Koszty produkcji wszystkich komponentów UE znacznie wzrosły ze względu na presję inflacyjną wywołaną przez pandemię COVID-19 i późniejsze wydarzenia geopolityczne, w szczególności inwazję Rosji na Ukrainę. Wydarzenia te spowodowały wzrost cen surowców, takich jak stal, które są niezbędne do produkcji komponentów ITER.
- v) **Wyzwania regulacyjne.** Dokumentacja techniczna i odpowiedzi udzielone przez organizację ITER w odniesieniu do kilku kwestii związanych z zezwoleniami (takich jak fluencja neutronów, mapy promieniowania, obliczenia sejsmiczne i spawanie komory próżniowej) nie były wystarczająco pełne w momencie ich pierwotnego przedłożenia francuskiemu Urzędowi ds. Bezpieczeństwa Jądrowego – obecnie zwanemu Urzędem ds. Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony

¹⁷ Szacowany koszt zrealizowanego projektu łączy wcześniejsze koszty rzeczywiste i przyszłe koszty szacowane (w tym prawdopodobny wpływ przyszłych zagrożeń) związane z realizacją obowiązków F4E w zakresie projektu ITER do końca 2035 r.

¹⁸ Po pierwsze, kilka osłon termicznych, zaprojektowanych w celu utrzymania niskiej temperatury czynnika chłodniczego ITER w postaci ciekłego helu i ochrony ścian maszyny, uległo korozji i pęknięciom ze względu na sposób interakcji spawów z kwasem używanym do mycia metalu. Po drugie, stwierdzono, że niektórych komponentów komory próżniowej, które miały być połączone ze szczególną precyzją, nie wykonano z wymaganą dokładnością. (Źródło: F4E (2023). Skonsolidowane roczne sprawozdanie z działalności za 2022 r.).

Radiologicznej (ASNR). W związku z tym w styczniu 2022 r. ASNR poinformował organizację ITER, że punkt kontrolny związany z montażem tokamaka – kluczowy regulacyjny cel pośredni – nie zostanie zatwierdzony w zakładanym przez nią terminie. Doprowadziło to do zawieszenia wszelkich „nieodwracalnych” prac montażowych¹⁹ do czasu przekazania przez organizację ITER informacji umożliwiających ASNR przystąpienie do ponownej analizy tej dokumentacji związanej z zezwoleniami.

Chociaż w okresie objętym oceną śródkresową F4E nie było w stanie wywiązać się z zobowiązań z roku na rok, ostatnio poprawiło ono przygotowanie i realizację swoich planów prac. Przed 2023 r. wskaźnik realizacji celów pośrednich przez F4E mieścił się w przedziale 50–60 %, co odzwierciedlało brak wiarygodności jego własnych prognoz, i skutkowało kumulującymi się z roku na rok opóźnieniami. W 2024 r. F4E poinformowało o znacznej poprawie – osiągnięto 84 % celów pośrednich.

III. ŚRODKI SŁUŻĄCE POPRAWIE REALIZACJI CELÓW PROJEKTU ITER

Na poziomie organizacji ITER: Od czasu objęcia stanowiska we wrześniu 2022 r. nowy dyrektor generalny organizacji ITER pracuje nad ponownym określeniem założeń podstawowych projektu oraz nad wdrożeniem szeregu reform zarządzania w celu przywrócenia projektu na właściwy tor. W szczególności dyrektor generalny organizacji ITER gruntownie zmienił organizację, wprowadził matrycową strukturę projektów i usprawnił proces decyzyjny. Ponadto wyeliminował jeden poziom zarządzania i całkowicie zreorganizował zespół zarządzający, w którym stopniowo wprowadził system delegowania²⁰. Organizacja ITER określiła też sposoby naprawy kluczowych komponentów dostarczonych przez niektórych członków (sektorów zbiornika próżniowego i osłon termicznych) oraz poprawiła interakcję z francuskim Urzędem ds. Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej (ASNR). Chociaż pozostało wiele wyzwań, w 2024 r. Rada ITER dostrzegła zauważalną poprawę.²¹

Na poziomie F4E: F4E przeszło gruntowną reorganizację w celu wdrożenia reform uznanych za niezbędne przez radę zarządzającą F4E po samobójstwie, do którego doszło w maju 2021 r. i które doprowadziło do strajku pracowników F4E. Wydarzenia te ujawniły kulturę nadmiernego obciążania pracą, stresu i niedopuszczalnych praktyk zarządczych. Doprowadziło to do odwołania dyrektora F4E w czerwcu 2022 r. Podjęto niezbędne środki w celu ochrony dobrostanu psychicznego wszystkich pracowników i poprawy rozkładu obciążenia pracą w ramach organizacji.

W maju 2023 r. zatrudniono nowego dyrektora, który otrzymał mandat do (i) zapewnienia ściślejszej integracji między F4E a organizacją ITER; (ii) stworzenia nowoczesnej, zróżnicowanej i elastycznej organizacji; (iii) przyspieszenia realizacji europejskiego wkładu w ITER zgodnie z ustalonym harmonogramem, budżetem i jakością; (iv) przejrzystej współpracy z radą zarządzającą; (v) wdrożenia należytego zarządzania finansami oraz poprawy planowania i sprawozdawczości budżetowej oraz (vi) odnowienia współpracy z zainteresowanymi stronami z sektora nauki i przemysłu, a także zaangażowania na rzecz długoterminowej perspektywy F4E. 1 lipca 2024 r. w F4E wszedł w życie nowy, matrycowy schemat

¹⁹ Nieodwracalne prace obejmują na przykład zespawanie sektorów komory próżniowej.

²⁰ Źródło: IC-32/10 Pismo dyrektora generalnego (DG/2023/OUT/0114 (94EGSL) – akapit „reorganizacja”.

²¹ Protokół trzydziestego piątego posiedzenia Rady ITER (IC-35), listopad 2024 r.

organizacyjny, mający na celu usprawnienie zarządzania i poprawę interakcji z organizacją ITER.

Komisja objęła wiodącą rolę w zarządzaniu F4E w celu zapewnienia, aby kierownictwo F4E wprowadziło pilne środki wymagane przez radę zarządzającą z myślą o ochronie dobrostanu pracowników, na potrzeby wyboru nowego dyrektora oraz zagwarantowania, że F4E skupi się na podstawowej misji i dostarczy kluczowe komponenty ITER, np. sektory komory próżniowej. Służby Komisji reprezentujące Euratom w zarządzaniu F4E dokonały przeglądu swojej strategii nadzoru, aby w szczególności wzmocnić (i) monitorowanie postępów w realizacji kluczowych projektów i celów dotyczących wyników, (ii) identyfikację ryzyka i środków ograniczających ryzyko oraz (iii) ochronę interesów UE pod względem sposobu, w jaki F4E realizuje swoją misję.

Integracja organizacji ITER i F4E: Jako obszar, w którym efektywność projektu wymaga poprawy, organizacja ITER wskazała integrację swoich działań z działaniami agencji wewnętrznych. W rezultacie organizacja ITER i F4E analizowały sposoby lepszej integracji swoich działań i wykorzystania potencjalnych synergii i komplementarności między obiema organizacjami. Od września 2023 r. F4E i organizacja ITER podejmują znaczne wysiłki w celu określenia najistotniejszych działań i funkcji, które należy zintegrować, a także w celu utworzenia zintegrowanych zespołów, które w perspektywie średnioterminowej będą mieć wspólne harmonogramy oraz będą korzystać ze wspólnych narzędzi (IT, baz danych, wskaźników) i informacji, a także działać skuteczniej na rzecz osiągnięcia wspólnych celów.

Oczekiwanymi wynikami integracji są wzrost efektywności i potencjalne oszczędności, ponieważ organizacja ITER i F4E mogłyby wspólnie określać sposoby optymalizacji projektowania, zamawiania i dostarczania komponentów. Będzie to szczególnie istotne w przypadku wczesnego projektowania komponentów i układów (obiektu komór gorących, diagnostyki, ogrzewania, wnętrza komory), które mają być jeszcze dostarczone przez F4E. Ponadto integracja oferuje pracownikom F4E nowe perspektywy rozwoju kariery oraz umożliwi zatrzymanie wykwalifikowanego personelu, nawet po dostarczeniu komponentów. Warunki oddelegowania pracowników F4E do organizacji ITER (regulaminy pracownicze organizacji ITER i F4E są różne) sprecyzowano w porozumieniu administracyjnym podpisanym w 2024 r.

Rewizja podstawowych założeń: W czerwcu 2024 r. organizacja ITER przedstawiła rewizję podstawowych założeń projektu (zakresu, harmonogramu i kosztu) w celu ograniczenia kluczowych czynników ryzyka związanych z montażem i oddaniem do eksploatacji oraz określenia nieprzewidzianych zdarzeń w odniesieniu do harmonogramu i kosztów, z uwzględnieniem wniosków wyciągniętych z poprzednich pierwszych w swoim rodzaju działań. Nowy harmonogram wprowadził istotne zmiany w kolejności montażu instalacji ITER. W rezultacie zmieniony harmonogram przewiduje obecnie „rozpoczęcie działalności badawczej” wraz z pierwszym wzbudzeniem reakcji jądrowej deuteru z deuterem w 2035 r., bez opóźnienia w stosunku do poprzedniego harmonogramu. Obecnie oczekuje się, że wytwarzanie energii z fuzji w fazie deuterowo-trytowej rozpocznie się w 2039 r. Te nowe podstawowe założenia opierają się na etapowym podejściu do wydawania zezwoleń, zgodnie z którym organizacja ITER będzie etapowo zarządzać wymaganymi przez francuski organ regulacyjny ds. bezpieczeństwa jądrowego (ASNR) pokazami dotyczącymi bezpieczeństwa, z wykorzystaniem poprzednich etapów w celu zmniejszenia ryzyka w kolejnych.

IV. JAKI BYŁ WPŁYW EUROPEJSKIEGO UDZIAŁU W PROJEKCIE ITER ZA POŚREDNICTWEM F4E?

Udział UE w projekcie ITER za pośrednictwem F4E miał istotny wpływ gospodarczy, społeczny i technologiczny. Od czasu jego utworzenia F4E przyznało łącznie 7,6 mld EUR w ramach zamówień publicznych i 114 mln EUR w formie dotacji. Wydatki te przyniosły korzyści szerokiemu gronu europejskich przedsiębiorstw, które zyskały możliwość wykazania się doskonałością, rozwijania nowych umiejętności i technologii, a niekiedy eksportowania swojej wiedzy fachowej²².

Zgodnie z analizą skutków makroekonomicznych przeprowadzoną w ramach oceny obejmującej lata 2018–2024²³ szacuje się, że w porównaniu z sytuacją, w której nie doszłoby do wydatków związanych z F4E i zamiast tego zaoszczędzono by środki, wydana przez F4E kwota ok. 5,62 mld EUR (w cenach z 2024 r.) wygenerowała ok. 5,95 mld EUR dodatkowej wartości dodanej brutto i ok. 39 tys. roboczolat.

Jeżeli chodzi o skutki na poziomie przedsiębiorstw, firmy, które dostarczały towary lub świadczyły usługi na rzecz F4E w latach 2018–2024, zgłosiły istotne efekty uczenia się, wzmacniające zarówno zdolności techniczne, jak i organizacyjne. Współpraca prowadzona przez F4E przyniosła znaczące skutki w zakresie wiedzy i innowacji. Około połowa badanych przedsiębiorstw zgłosiła ulepszenia produktów lub procesów, które często odbywały się przez dostosowanie technologiczne, natomiast bardziej zaawansowane wyniki, takie jak patenty, firmy typu spin-off lub zaawansowane technologie, koncentrowały się w mniejszej grupie dostawców.

W kontekście niniejszej oceny śródkresowej ankieta przeprowadzona wśród wykonawców F4E w 2024 r. potwierdziła, że **umowy z F4E znacznie poprawiły ich wiedzę techniczną i organizacyjną**. Prace nad budową ITER przyczyniły się też do innowacji naukowych i rozwoju nowych technologii, o czym świadczy 39 konkretnych zastosowań²⁴. Zastosowania te to realne przykłady udanego transferu wiedzy fachowej zdobytej dzięki umowom z F4E do działalności przemysłowej w sektorze jądrowym lub w innych obszarach (wodór, przemysł oponiarski, maszyny mobilne itp.). Z drugiej strony, wprowadzając podkreślając liczne zalety udziału w procedurach ITER (np. wiedzę, zyskanie wiarygodności, międzynarodowy rozwój współpracy), przedsiębiorstwa wspominały, że ich uczestnictwo nie zawsze jest równoznaczne z rentownością i korzyściami. Co ważne, kilku wykonawców wskazało na potrzebę **wykorzystania zdobytej wiedzy i zapewnienia wdrażania projektów uzupełniających w stosunku do ITER**. W przeciwnym razie przedsiębiorstwa są narażone na ryzyko utraty umiejętności zdobytych dzięki tym umowom.

Inne badania²⁵ uwypuklają efekty mnożnikowe projektu ITER. Np. opracowywanie nadprzewodzących elektromagnesów na potrzeby ITER przez ASG Superconductors zaowocowało zaawansowanymi technologiami mającymi zastosowanie poza obszarem fuzji jądrowej²⁶, w tym w dziedzinach diagnostyki medycznej, półprzewodników, elektroniki i obronności.

²² Z przykładem transferu wiedzy można zapoznać się na stronie <https://www.axios.com/pro/climate-deals/2024/05/01/commonwealth-fusion-progress>.

²³ 13. ROCZNA OCENA F4E, sprawozdanie końcowe z badania, 2025.

²⁴ <https://fusion-technology-transfer.europa.eu/fusion-technology-portfolio/>

²⁵ Takie jak badanie LGI i IHS Markit (2020): „[Follow up study on the economic benefits of ITER and BA projects to EU industry](#)” [Badanie uzupełniające dotyczące korzyści gospodarczych dla przemysłu UE wynikających z projektów ITER i szeroko zakrojonej koncepcji] – Urząd Publikacji UE (europa.eu).

²⁶ „[Follow up study on the economic benefits of ITER and BA projects to EU industry](#)” [Badanie uzupełniające dotyczące korzyści gospodarczych dla przemysłu UE wynikających z projektów ITER i szeroko zakrojonej koncepcji] – Urząd Publikacji UE.

Udział Europy w projekcie ITER umożliwił powstanie wewnętrznego unijnego łańcucha dostaw oferującego europejskim sektorom zaawansowanych technologii i MŚP cenne możliwości wprowadzania innowacji i opracowywania produktów ubocznych, które można wykorzystywać poza obszarem fuzji jądrowej. F4E traktuje rozwój i utworzenie europejskiego łańcucha dostaw na potrzeby fuzji jądrowej jako centralny element swojej polityki przemysłowej. Ostatnie inicjatywy pokazują, że sektor ten zaczyna w Europie nabierać kształtów: utworzono kilka przedsiębiorstw typu start-up, które otrzymały znaczne finansowanie²⁷. Ponadto w 2024 r. w Europie utworzono trzy stowarzyszenia branżowe w obszarze fuzji jądrowej, reprezentujące interesy przedsiębiorstw typu start-up i przemysłu w tym sektorze (Europejskie Stowarzyszenie Fuzji Jądrowej, Fusion Europe i unijny oddział Stowarzyszenia Przemysłu Fuzji Jądrowej). Jest to nowa tendencja: przed 2024 r. w Europie nie było takich stowarzyszeń zajmujących się konkretnie fuzją jądrową do zastosowań przemysłowych i istniało tylko jedno w Stanach Zjednoczonych – Stowarzyszenie Przemysłu Fuzji Jądrowej, które informowało o postępach w tej dziedzinie głównie w Stanach Zjednoczonych i w Europie.

Oczekuje się także, że zaangażowanie Europy w projekt ITER wniesie pozytywny wkład w realizację celów klimatycznych UE w perspektywie długoterminowej. Dlatego też Komisja uważa, że 100 % wydatków związanych z projektem ITER na lata 2021–2027 przyczynia się do działań na rzecz klimatu w ramach budżetu UE. Oczekuje się, że środki finansowe wydane na europejski udział w projekcie ITER przyczynią się do realizacji długoterminowych celów klimatycznych Komisji, w szczególności celu przewidującego, że Europa ma „zostać pierwszym neutralnym dla klimatu kontynentem poprzez wprowadzenie nowoczesnej i zasobooszczędnej gospodarki”. Chociaż nie przewiduje się wytwarzania przez ITER energii elektrycznej, jest to kluczowy projekt dla rozwoju fuzji jądrowej, która może w przyszłości stanowić nowe źródło energii bezemisyjnej. Udział w projekcie ITER przyczynia się zatem do długofalowych wysiłków Unii Europejskiej na rzecz „zapewnienia wszystkim dostępu do źródeł stabilnej, zrównoważonej i nowoczesnej energii po przystępnej cenie”.

Ponadto jako przykład globalnego partnerstwa obejmującego siedmiu partnerów międzynarodowych (Euratom, Stany Zjednoczone, Japonię, Koreę Południową, Chiny, Rosję i Indie) reprezentujących ponad połowę ludności świata **projekt ITER przyczynia się do realizacji celu, jakim jest „wzmocnienie środków wdrażania i ożywienie globalnego partnerstwa na rzecz zrównoważonego rozwoju”**²⁸.

V. CZY UDZIAŁ EUROPY W PROJEKCIE ITER ZA POŚREDNICTWEM F4E JEST NADAL ISTOTNY DLA PRZYSZŁOŚCI?

a) Czy pomimo trudnej sytuacji należy kontynuować zaangażowanie Europy w projekt ITER?

Umowa ITER stanowi, że strona przyjmująca, tj. Euratom, nie może wycofać się z umowy, a tym samym z projektu. Euratom jest zatem stroną najbardziej zainteresowaną sukcesem projektu ITER. Należy również zadbać o to, by ITER pozostał projektem istotnym, co uzasadni potrzebę dalszej interwencji UE.

²⁷ „Global Investment in the fusion private sector” [Globalne inwestycje w sektor prywatny fuzji jądrowej], sprawozdanie Obserwatorium F4E ds. Fuzji Jądrowej, wydanie drugie, 2025.

²⁸ Cel zrównoważonego rozwoju nr 17.

W ramach kilku inicjatyw w zakresie fuzji jądrowej na świecie odnotowano ostatnio znaczące przełomy,²⁹ a częstotliwość pojawiania się takich doniesień wzrosła od 2021 r.³⁰ Niektóre kraje – takie jak Stany Zjednoczone, Chiny, Korea, Niemcy i Zjednoczone Królestwo – również opracowały własne programy fuzji jądrowej i zwiększyły wsparcie finansowe dla laboratoriów publicznych lub przedsiębiorstw prywatnych. Na całym świecie nad komercjalizacją energii pochodzącej z fuzji pracuje co najmniej 45 przedsiębiorstw. Niektóre z niedawno utworzonych przedsiębiorstw prywatnych – które są w stanie pozyskiwać coraz większe środki prywatne – wyznaczyły sobie niezwykle ambitne cele zademonstrowania komercyjnej produkcji energii pochodzącej z fuzji (tj. w następnym dziesięcioleciu).

Różne podmioty, w tym członkowie społeczności zajmującej się fuzją jądrową, zaczęły sugerować, że komercjalizacja energii pochodzącej z fuzji może nastąpić wkrótce. Optymizm ten zapewnia wprawdzie motywację i przyciąga inwestycje, ale może również przesłaniać skalę wyzwań technicznych i finansowych, którym należy jeszcze sprostać. Nierealistyczne oczekiwania grożą nie tylko rozczarowaniem, ale także erozją zaufania publicznego i politycznego, co z kolei może prowadzić do spowolnienia w obszarze, w którym projekt ITER ma zapewnić przyspieszenie. Chociaż podjęto nadzwyczajne wysiłki w celu włączenia do projektu ITER jak największej liczby technologii wykorzystywanych w reaktorach – w tym magnesów nadprzewodzących, aktywnie chłodzonych komponentów mających styczność z plazmą, systemów manipulowania trytem i zdalnego utrzymania – jego misja pozostaje zasadniczo eksperymentalna. Celem projektu ITER jest zbadanie i opanowanie fizyki eksploatacji płonącej plazmy w trybie długoimpulsowym, a nie wyeliminowanie wszystkich luk technologicznych niezbędne do powstania komercyjnej elektrowni termojądrowej. Kilka kluczowych luk technologicznych pozostanie poza zakresem projektu ITER i trzeba będzie je wyeliminować w drodze uzupełniających działań badawczo-rozwojowych. Jedną z najpoważniejszych barier dla długoterminowego sukcesu fuzji jądrowej pozostaje koszt. Oczekiwania społeczne i polityczne należy utrzymać na poziomie dostosowanym do realiów technicznych i fizycznych, co pozwoli uniknąć zagrożeń wynikających ze zbyt daleko idących obietnic.

²⁹ Badanie prognostyczne dotyczące sytuacji na świecie w zakresie energii z fuzji, w tym inicjatyw prywatnych na małą skalę: <https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/83bc3ecd-b19c-11ed-8912-01aa75ed71a1/language-pl/format-PDF/source-292762830>.

³⁰ 1) National Ignition Facility (NIF, Narodowa Instalacja Zapłonowa) w Stanach Zjednoczonych to największa na świecie inicjatywa na rzecz fuzji z inercyjnym uwięzieniem plazmy (ICF) – w 2021 r. NIF osiągnęła pierwszy na świecie „zapłon” w stanie płonącej plazmy, w którym plazma w przeważającej mierze nagrzewa się sama w wyniku zachodzących w niej reakcji fuzji. W grudniu 2022 r. w ramach nowego eksperymentu w NIF osiągnięto „uzysk docelowy” przez wytworzenie z fuzji jądrowej ilości energii większej (3,15 MJ) niż ilość energii laserowej, którą dostarczono do celu (2,05 MJ) – jest to miernik świadczący o efektywnym zapłonie plazmy fuzyjnej. Po grudniowym doświadczeniu przeprowadzono cztery kolejne zapłony. W wyniku eksperymentu przeprowadzonego w lutym 2024 r. uzyskano szacunkowo 5,2 MJ – ponad dwukrotność energii wejściowej wynoszącej 2,2 MJ. Rekordy fuzji pod względem temperatur i utrzymania plazmy zostały również osiągnięte przez tokamaki KSTAR (Korea) i EAST (Chiny).

2) Tokamak JT-60SA w Japonii, działający w ramach współpracy między UE a Japonią na podstawie umowy w sprawie szeroko zakrojonej koncepcji, osiągnął pierwszą plazmę pod koniec 2023 r.

3) 20 stycznia 2025 r. chiński tokamak EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak – doświadczalny zaawansowany tokamak nadprzewodzący) znajdujący się w Hefei ustanowił **nowy rekord świata, utrzymując stabilną plazmę o wysokim stopniu uwięzienia przez 1 066 sekund**. Jest to niemal trzykrotność poprzedniego rekordu światowego wynoszącego 403 sekundy, również ustanowionego przez tokamak EAST w 2023 r. [Chinese „Artificial Sun” Achieves New Record in a Significant Milestone Toward Fusion Power Generation](#) [Chińskie „sztuczne słońce” ustanawia nowy rekord – znaczący kamień milowy na drodze do wytwarzania energii z fuzji], Instytuty Nauk Fizycznych w Hefei, Chińska Akademia Nauk.

W raporcie Draghiego podkreślono, że „fuzja jądrowa jest technologią przełomową, która może zrewolucjonizować krajobraz energetyczny w drugiej połowie obecnego stulecia. [...] Mogłaby ona odegrać kluczową rolę jako **niskoemisyjne, przyjazne dla klimatu, przystępne cenowo i bezpieczne rozwiązanie energetyczne** oparte na obfitych i dostępnych dostawach materiału paliwowego. Dzięki projektowi ITER [...] UE stała się liderem globalnych badań nad fuzją jądrową, inwestującym miliardy euro w łańcuch dostaw i badania naukowe w tym sektorze. Pomimo znacznych postępów w globalnych badaniach nad fuzją jądrową jej praktyczne wdrożenie będzie możliwe dopiero za kilkadziesiąt lat, co **wymaga dalszych skoordynowanych wysiłków i inwestycji w celu wprowadzenia tego rewolucyjnego źródła energii na rynek**”. W związku z tym dla UE inwestycje w projekt ITER – i ogólnie w fuzję jądrową – są nadal w pełni zgodne z jej priorytetami³¹, którymi są budowa dobrze prosperującej Europy zdolnej do wzmocnienia swojej konkurencyjności oraz zapewnienie przejścia na gospodarkę zdekarbonizowaną.

Pomimo pojawienia się publicznych i prywatnych inicjatyw na rzecz fuzji jądrowej, które uzupełniają projekt ITER lub podążają alternatywnymi drogami, różne zainteresowane strony (w tym przedsiębiorstwa i laboratoria) uważają, że **ITER jest obecnie wyjątkowym projektem zdolnym do sprostania wszystkim wyzwaniom technologicznym związanym z fuzją jądrową (w tym powielaniem trytu i uwięzieniem plazmy) w sposób zintegrowany**.

ITER pozostaje zatem najważniejszym projektem realizowanym obecnie w celu przyspieszenia rozwoju fuzji jądrowej w UE.

b) Czy europejskie zaangażowanie w projekt ITER powinno być kontynuowane za pośrednictwem F4E?

Opinie członków rady zarządzającej F4E zebrane podczas przygotowywania niniejszego przeglądu dotyczyły również adekwatności F4E jako sposobu zaangażowania Euratomu w projekt ITER. W szczególności ponad 90 % z nich stwierdziło, że F4E zapewniło organizacji ITER dobrej jakości komponenty, sprzęt, materiały i inne zasoby. Członkowie zarządu byli jednak mniej zadowoleni ze zdolności F4E do koordynowania jego działań z organizacją ITER (ok. 55 % zadowolenia).

Członkowie rady zarządzającej wskazali pewne czynniki utrudniające zarządzanie projektem³². Są to m.in.: brak dojrzałości projektu opracowanego przez organizację ITER i uzgodnionego z nią, zbyt ambitne podstawowe założenia dotyczące pierwszych w swoim rodzaju komponentów oraz brak elastyczności w reagowaniu na nieprzewidziane okoliczności. Z ich punktu widzenia liczne zmiany w organizacji wewnętrznej F4E, a także niewystarczająca współpraca z organizacją ITER, były szkodliwe dla projektu ITER. **Uważają oni, że rewizja mandatu F4E nie jest konieczna, ale 51 % z nich jest zdania, że zadania F4E i organizacji ITER częściowo się pokrywają.**

Ze swojej strony Euratom uważa, że lepsza integracja między organizacją ITER a F4E jest niezbędnym środkiem usprawniającym, który musi zostać wdrożony, aby F4E nadal

³¹ https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/eu-priorities/european-union-priorities-2024-2029_pl.

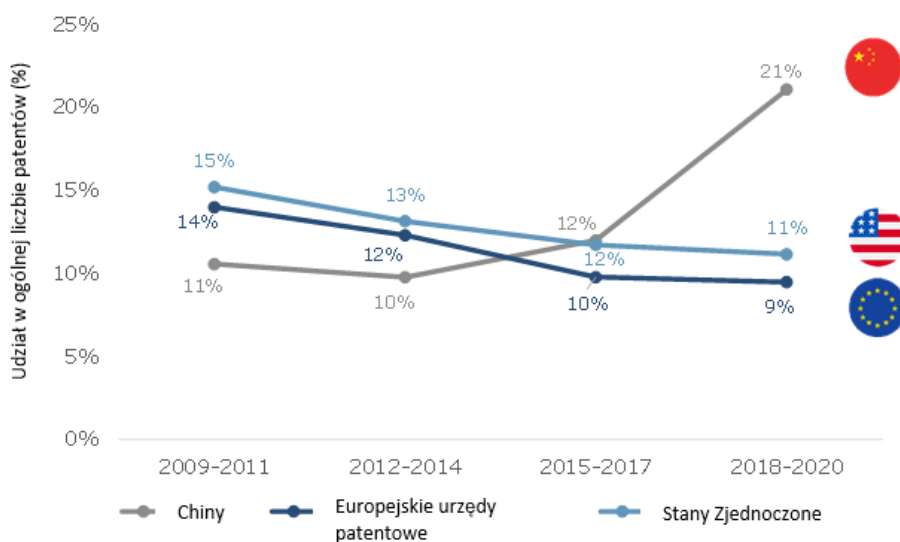
³² Dane liczbowe przedstawione w badaniu uzupełniającym dostępnym pod adresem https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/e8d31d19-f590-11ef-b7db-01aa75ed71a1/language-pl?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=153343&WT.ria_f=8810&WT.ria_ev=search&WT.URL=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2F; zob. s. 326 – pytania 6a i 6b – suma odpowiedzi „neutralny”, „negatywny” i „żaden”.

realizowało stawiany przed nim cel, tj. skuteczne i efektywne przekazywanie wkładów Euratomu na rzecz projektu ITER, a także innych odpowiednich programów (w szczególności szeroko zakrojonej koncepcji i przygotowań do DEMO) zgodnie ze swoim mandatem. Zapewnienie integracji między organizacją ITER a F4E jest niezbędne w szczególności w odniesieniu do kluczowych przyszłych projektów technologicznych (takich jak komory gorące). Prowadzone są działania w tym zakresie, których skuteczność będzie wymagać systematycznego monitorowania.

c) Czy realizowane przez F4E dostawy technologii i innowacyjnych komponentów na rzecz projektu ITER mogą przyczynić się do globalnej konkurencyjności UE w zakresie kluczowych technologii fuzji jądrowej dla przyszłych elektrowni termojądrowych?

Projekt ITER przynosi UE znaczne korzyści technologiczne, jednak Chiny i USA działają dynamicznie, opierając się na postępach poczynionych w ramach projektu ITER i innych inicjatyw, a działania te są stymulowane przez imponujący wzrost finansowania dla przedsiębiorstw typu start-up i ambitnych programów krajowych. W ostatnich dziesięcioleciach udział patentów z UE zmniejszył się, a wiodącą rolę w wyścigu o patenty przejęły – dzięki ogromnym inwestycjom – Chiny. W ostatnim okresie Chiny zintensyfikowały swoje wysiłki i obecnie mogą „wydać rocznie na fuzję jądrową 1,5 mld USD, czyli prawie dwukrotnie więcej niż wynosi kwota, którą na te badania przeznaczył w tym roku rząd USA”³³. W styczniu 2024 r. Chiny uruchomiły również krajowe konsorcjum na rzecz budowy reaktora termojądrowego do 2035 r.³⁴

Rys. 2. Udziały patentów dotyczących fuzji jądrowej³⁵



³³ „Inside China’s race to lead the world in nuclear fusion” [Starania Chin o pozycję światowego lidera fuzji jądrowej widziane od wewnątrz] (nature.com): https://www.nature.com/articles/d41586-024-02759-x?utm_campaign=nature&utm_medium=Social&utm_source=Twitter&mc_cid=fc9d5a2010#Echobox=172485496.

³⁴ <https://www.ans.org/news/article-5668/china-launches-fusion-consortium-to-build-artificial-sun/>.

³⁵ Uwaga: „europejskie urzędy patentowe” obejmują urzędy patentowe poszczególnych państw członkowskich oraz Europejską Organizację Patentową, do której należą wszystkie państwa członkowskie UE i inne kraje europejskie, takie jak Turcja i Zjednoczone Królestwo. Układ o współpracy patentowej obejmował średnio 10 % patentów. Znaczne udziały posiadają również Japonia i Korea (zazwyczaj po §–12 %)

F4E podjęło już pewne wysiłki w celu monitorowania, czy dostarczone komponenty generują patenty i wspierają pozycję UE jako światowego lidera w dziedzinie technologii fuzji jądrowej. Pomaga to ocenić, czy UE czerpie strategiczne korzyści ze swoich inwestycji. W ramach swojej misji³⁶ rada zarządzająca F4E przyjęła przepisy dotyczące polityki przemysłowej zaproponowane przez dyrektora F4E. Polityka ta powinna służyć interesom europejskich przedsiębiorstw. Przez zarządzanie postępowaniami o udzielenie zamówienia publicznego F4E buduje również sieć przedsiębiorstw, które mogą współpracować przy opracowywaniu komercyjnego projektu w zakresie fuzji jądrowej. Potrzeba ustanowienia skutecznej polityki przemysłowej wykracza poza jego podstawową misję, jaką jest dostarczanie komponentów na rzecz projektu ITER.

Istnieje coraz większe ryzyko, że korzyści płynące z projektu ITER ulegną erozji ze względu na stale rosnące koszty i opóźnienia w realizacji. Bieżące wysiłki podejmowane przez organizację ITER i F4E w celu optymalizacji harmonogramu i kosztów poprzez opracowanie nowych podstawowych założeń, reorganizację i integrację wydają się ważniejsze niż kiedykolwiek wcześniej. Jednocześnie należy dłożyć starań, aby europejskim sektorom zaawansowanych technologii oraz małym i średnim przedsiębiorstwom zapewnić możliwości wprowadzania innowacji i rozwijania komponentów wartościowych i dobrze dostosowanych do przyszłych komercyjnych reaktorów termojądrowych.

UE powinna też wspierać europejskie przedsiębiorstwa w rozwijaniu know-how i eliminowaniu stwierdzonych luk technologicznych na drodze do osiągnięcia komercyjnej fuzji jądrowej. W związku z tym Komisja będzie konsolidować silny unijny łańcuch dostaw i wspierać dynamiczny sektor przedsiębiorstw typu start-up zajmujących się fuzją jądrową. Zachęci to środowiska przemysłowe i badawcze do współpracy w celu przezwyciężenia wąskich gardeł technologicznych oraz umożliwi budowę kluczowych obiektów wspomagających dla pierwszej w swoim rodzaju elektrowni termojądrowej.

Komisja przygotowuje partnerstwo publiczno-prywatne w dziedzinie fuzji jądrowej w formie współprogramowanego partnerstwa z myślą o zaangażowaniu sektora prywatnego już nie jako dostawcy, lecz jako partnera. Komisja zwiększy również oddolne wsparcie na rzecz powstawania i rozwoju przedsiębiorstw typu start-up zajmujących się fuzją jądrową przez zwiększenie współfinansowania Euratomu w ramach wyzwania EIC dotyczącego fuzji jądrowej.

d) Czy udział UE w projekcie ITER za pośrednictwem F4E można w większym stopniu włączyć w szerszy rozwój fuzji jądrowej?

Ostra globalna konkurencja i stale zmieniające się środowisko technologii energetycznych wymagają korygowania polityk i praktyk w celu ukierunkowania wysiłków zarówno instytucji UE, jak i państw członkowskich. W badaniu uzupełniającym przeprowadzonym przez wykonawcę wskazano na występujący wśród zainteresowanych stron szeroki konsensus co do tego, że w interwencjach podejmowanych w ramach europejskiej polityki publicznej należy odejść od sekwencyjnego podejścia do projektu ITER i innych inicjatyw (polegającego na rozwijaniu najpierw ITER, a następnie innych projektów, takich jak DEMO) oraz że UE powinna zaproponować ogólną strategię dla sektora fuzji jądrowej.

Pogląd ten znalazł odbicie w raporcie Draghiego (2024 r.), w którym apeluje się o „**nadrzędną strategię UE na rzecz innowacji w obszarze energii pochodzącej z fuzji i wsparcie dla utworzenia partnerstwa publiczno-prywatnego na rzecz propagowania szybkiej i**

³⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:02007D0198-20210101> – załącznik – art. 6 i 9.

opłacalnej ekonomicznie komercjalizacji takiej energii. Celem partnerstwa powinno być stworzenie stabilnego i przewidywalnego ekosystemu innowacji przemysłowych, czerpiącego z projektu ITER, przy jednoczesnym zapewnieniu jasnego planu działania w zakresie rozwoju technologii. Wykorzystanie energii pochodzącej z fuzji będzie wymagać inwestycji publicznych i prywatnych umożliwiających działanie w synergii”.

Pod koniec 2023 r. Komisja powołała grupę ekspertów mającą pomóc w zapewnieniu spójności działań Euratomu w zakresie projektu ITER i badań nad fuzją jądrową. Ta Grupa Ekspertów ds. Syntezy Jądrowej (FEG), składająca się z 25 członków wyznaczonych przez państwa członkowskie UE (Cypr i Luksemburg zdecydowały, że nie będą reprezentowane) oraz obserwatorów z F4E i EUROfusion, opracowała dokument przedstawiający jej stanowisko.

Komisja opracowuje obecnie kompleksową strategię dalszego rozwoju fuzji jądrowej w Europie, biorąc pod uwagę szeroki zakres uwag, w tym opinie Grupy Ekspertów ds. Syntezy Jądrowej, a także wyniki dalszych konsultacji z ekspertami i społeczeństwem.

Oczywiste jest, że poza uczestnictwem w projekcie ITER konieczna będzie interwencja w ramach polityki publicznej na szczeblu UE, aby pomóc w rozwoju fuzji jądrowej w Europie. Ta interwencja publiczna będzie miała kluczowe znaczenie dla budowy nowych infrastruktur badawczych i technologicznych, które wyeliminują utrzymujące się luki technologiczne, aby wspierać fuzję jądrową. Takie projekty mogą stwarzać możliwości dalszego zaangażowania F4E w szerszy rozwój fuzji jądrowej.

Przykładem może być trwająca już budowa europejskiego obiektu do testowania i kwalifikowania materiałów dobrze nadających się do wykorzystania w fuzji jądrowej. W następstwie projektów badawczych przeprowadzonych we współpracy z EUROfusion, które wykazały znaczenie projektu, Hiszpania i Chorwacja zainwestowały w IFMIF-DONES³⁷. Swoje wkłady ogłosiły niedawno inne kraje, takie jak Włochy i Japonia. W lipcu 2025 r. rada zarządzająca F4E podjęła decyzję w sprawie wkładu Europy wnoszonego za pośrednictwem F4E.

Doświadczenia zdobyte w ramach F4E są również bardzo istotne dla dalszej analizy sposobów wzmocnienia i dywersyfikacji źródeł finansowania fuzji jądrowej w Europie. Amerykańskie przedsiębiorstwa pozyskały już ogromne inwestycje, a inne kraje (zwłaszcza Chiny i Zjednoczone Królestwo) zainwestowały już w programy fuzji jądrowej znaczne środki, dlatego również Europa musi opracować instrumenty umożliwiające finansowanie innowacyjnych projektów w tym sektorze i dążyć do zmniejszenia związanego z nimi ryzyka przez łączenie finansowania ze źródeł europejskich i krajowych.

VI. WNIOSKI

W ocenie skoncentrowano się na europejskim udziale w projekcie ITER za pośrednictwem F4E w obecnych wieloletnich ramach finansowych (WRF) w latach 2021–2024. Ogólnie rzecz biorąc, interwencja europejska osiągnęła wyznaczone cele.

Chociaż na projekt w okresie objętym oceną poważny wpływ miały czynniki zewnętrzne, takie jak pandemia COVID-19 i sytuacja inflacyjna, główne źródło trudności miało charakter strukturalny: zbyt ambitne podstawowe założenia z 2016 r., bez scenariusza awaryjnego, z częstymi zmianami projektu oraz niedoszacowaniem ryzyka związanego z projektem i jego złożoności.

³⁷ <https://ifmif-dones.es>.

W okresie objętym oceną śródkresową F4E i organizacja ITER nie zrealizowały wszystkich celów. Ostatnio jednak obie organizacje poprawiły wskaźnik realizacji projektu.

Pomimo opóźnień projekt ITER nadal ma kluczowe znaczenie dla wykazania możliwości wykorzystania energii syntezy jądrowej i sprostania wyzwaniom związanym z kluczowymi technologiami prorozwojowymi. Projekt przyniósł pozytywne skutki gospodarcze, przemysłowe i społeczne.

Zgodnie z analizą skutków makroekonomicznych przeprowadzoną w ramach oceny obejmującej lata 2018–2024 szacuje się, że w porównaniu z sytuacją, w której nie doszłoby do wydatków związanych z F4E i zamiast tego zaoszczędzono by środki, wydana przez F4E kwota ok. 5,62 mld EUR (w cenach z 2024 r.) wygenerowała ok. 5,95 mld EUR dodatkowej wartości dodanej brutto i ok. 39 tys. roboczolat.

F4E wypracowało wyjątkową w Europie wiedzę fachową w zakresie opracowywania komponentów niezbędnych do produkcji urządzenia do przeprowadzania fuzji jądrowej. Przyczyniło się do powstania i rozwoju silnego europejskiego łańcucha dostaw na potrzeby fuzji.

Celem projektu ITER jest zbadanie i opanowanie fizyki eksploatacji płonącej plazmy w trybie długoimpulsowym, a nie wyeliminowanie wszystkich luk technologicznych niezbędne do powstania komercyjnej elektrowni termojądrowej. Kilka kluczowych luk technologicznych pozostanie poza zakresem projektu ITER i trzeba będzie je wyeliminować w drodze uzupełniających działań badawczo-rozwojowych. Trwają prace nad kompleksową strategią na rzecz rozwoju fuzji jądrowej w UE. Będzie ona opierać się na projekcie ITER i zawierać propozycje środków mających na celu eliminację pozostałych luk.