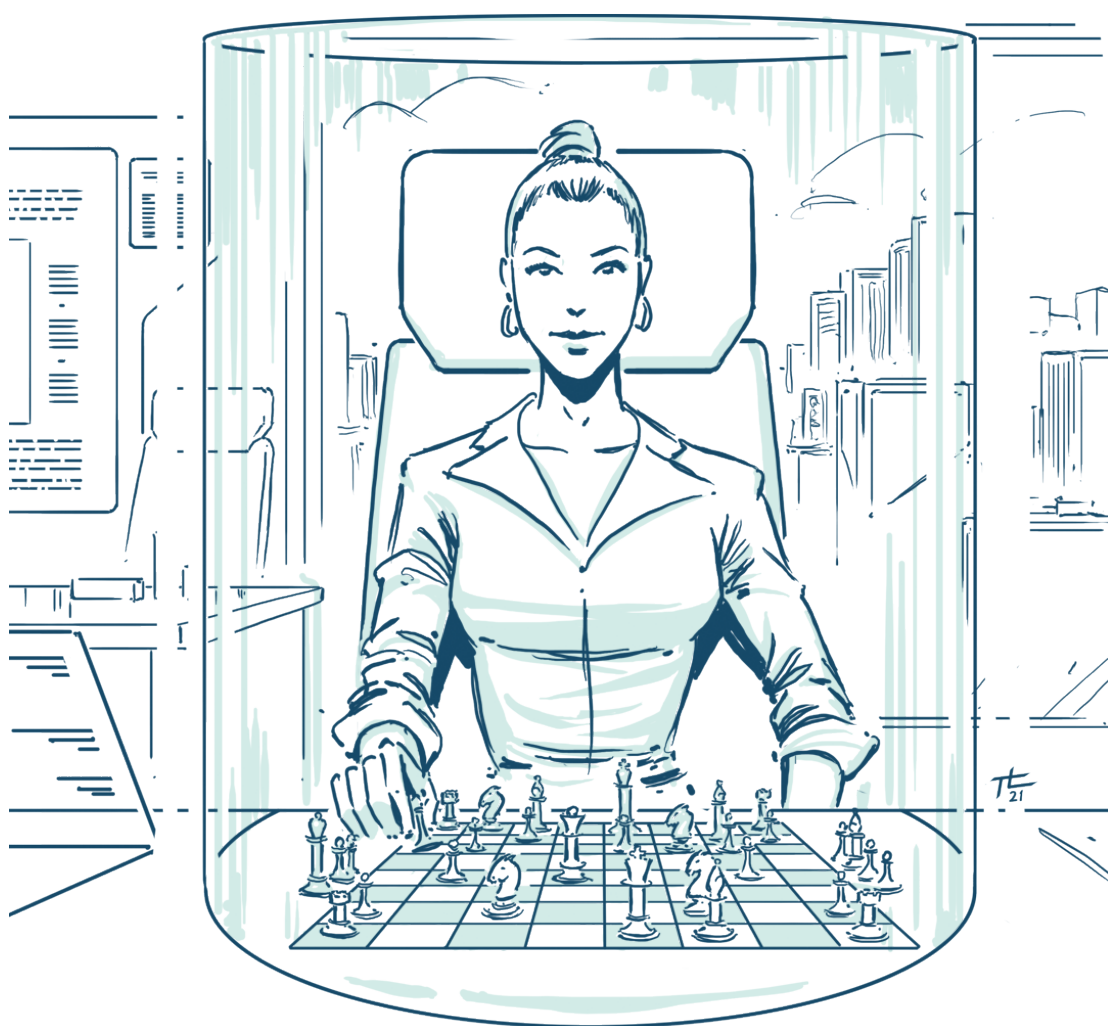


ENERGIA JĄROWA W MIASTACH. WYGRA MAŁY (SMR) CZY MIKRO (MMR)?



The Futures Literacy Company



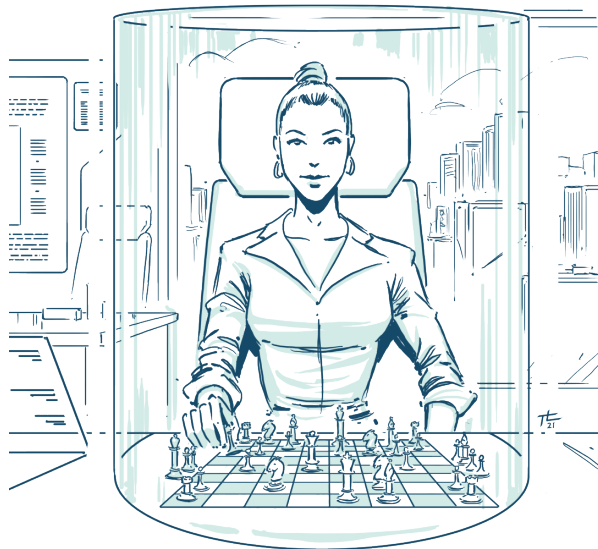
Problemy tradycyjnej energetyki jądrowej.

Do 2030 r. wiele istniejących elektrowni osiągnie 40-letni okres eksploatacji i będzie musiało zostać wycofanych z eksploatacji. Budowa nowych obiektów ma poważne opóźnienia i wiąże się z ogromnymi przekroczeniami budżetów, poza tym zastąpią one tylko niewielką część wyłączanych reaktorów. Energii jądrowej trudno jest konkurować z energią odnawialną, gdy ceny energii odnawialnej gwałtownie spadają.

Świat będzie potrzebował znacznie większych dostaw energii, zwłaszcza energii elektrycznej wytwarzanej w sposób ekologiczny. Zapotrzebowanie na energię elektryczną rośnie około dwukrotnie szybciej niż całkowite zużycie energii i prawdopodobnie wzrośnie o ponad połowę do 2040 roku.

Pewien impuls do rozwoju branży może stanowić decyzja Komisji Europejskiej o zaliczeniu niektórych działań związanych z energią jądrową do tzw. działań przejściowych — czyli takich, których nie można jeszcze zastąpić alternatywami niskoemisyjnymi, ale które przyczyniają się do łagodzenia zmiany klimatu.

10 proc. energii elektrycznej na świecie i 18 proc. energii elektrycznej w krajach OECD dostarcza obecnie ok. 440 reaktorów nuklearnych. Według Międzynarodowej Agencji Energetycznej (MAE) globalna produkcja energii z elektrowni jądrowych wzrosła w 2021 r. o 3,5 proc. w porównaniu z poziomem z 2020 r., wychodząc z prawie czteroprocentowego spadku spowodowanego pandemią. Energia jądrowa jest podzielona równomiernie między Europę, Amerykę Północną i Azję. Obecnie na świecie działa ok. 440 reaktorów jądrowych wytwarzających 367 gigawatów (GW) mocy.



Reaktory wodne ciśnieniowe (PWR) i reaktory wodne wrzące (BWR), zwane wspólnie reaktorami lekkowodnymi (LWR), dostarczają 88 proc. dzisiejszej energii jądrowej. Obejmują one reaktory komercyjne II generacji, budowane w latach 1970–1990, oraz reaktory III generacji, będące ewolucyjnym ulepszeniem reaktorów II generacji. Zaawansowane konstrukcje reaktorów obejmują chłodzone lekką wodą małe reaktory modułowe (SMR) oraz reaktory niechłodzone wodą — systemy IV generacji.

Europa stara się przyspieszyć wysiłki zmierzające do uniezależnienia się od rosyjskich paliw kopalnych w związku z inwazją Rosji na Ukrainę i globalnymi sankcjami wobec Rosji. Faktem jest, że znaczącym dostawcą wzbogaconego uranu jest właśnie Rosja.

Energia atomowa budzi dyskusję i jest przedmiotem kontrowersji. W społeczeństwie odżywiają też wszelkie kontrowersje związane z ochroną środowiska.

KLUCZOWE PYTANIA



CZY W ŚWIELE EUROPEJSKICH CELÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU (SDG) ORAZ OBECNEJ SYTUACJI GEOPOLITYCZNEJ POWINNIŚMY NADAŁ WYKORZYSTYWAĆ I ROZWIJAĆ ENERGIĘ JĄDROWĄ, KTÓRA JEST NISKOEMISYJNA, ABY UMOŻLIWIĆ PRZEJŚCIE NA BARDZIEJ „ZIELONY” SYSTEM ENERGETYCZNY?



CZY ENERGIA JĄDROWA JEST POTRZEBNA, ABY UNIKNĄĆ WZROSTU KOSZTÓW REALIZACJI ŚCIEŻKI ZEROWEJ EMISJI NETTO I ZMNIJSZYĆ RYZYKO NIEOSIĄGNIĘCIA CELU?



CZY DO ZAPEWNIENIA STABILNOŚCI SYSTEMU ENERGETYCZNEGO W PRZYSZŁOŚCI KONIECZNA JEST ENERGIA JĄDROWA?

Kilka krajów już uczyniło z energetyki atomowej kluczowy element swojego przyszłego krajobrazu energetycznego. Na całym świecie w budowie jest obecnie 57 elektrowni, które mają zostać oddane do użytku do 2028 roku. W planach jest kolejnych 213 elektrowni. Wiele z przyszłych projektów jądrowych powstaje w Azji, gdzie głównym operatorem są Chiny i Indie. Poza Azją, elektrownie atomowe budowane są ze znacznymi opóźnieniami i przekroczeniem budżetów, m.in. w Finlandii, Wlk. Brytanii, Argentynie, Rosji i USA.



Rosnące zapotrzebowanie na energię w związku ze wzrostem populacji, rozwojem energochłonnych technologii i urzędzeń oraz digitalizacją, w szczególności na „zieloną” energię ze względu na zmiany klimatu, politykę zrównoważonego rozwoju i dekarbonizację.

Trwają też prace nad małymi reaktorami IV generacji. Rządy m.in. Wlk. Brytanii, Chin, Kataru i multimilionerzy, tacy jak Bill Gates czy Warren Buffet, finansują projekty budowy małych reaktorów modułowych, które wymagają mniejszych inwestycji i generują mniejszą ilość odpadów. Wdrożenia małych reaktorów IV generacji to perspektywa 2028.

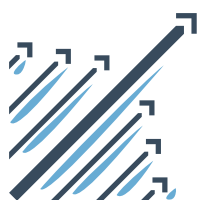


Zabezpieczenie obciążenia podstawowego, które obecnie głównie pochodzi ze źródeł napędzanych paliwami kopalnymi (węgiel, gaz, uran).

Niemcy zamkną całą swoją energetykę jądrową w kwietniu 2023 r. Poza społeczną i ekologiczną fobią nastąpi to również ze względu na niekonkurencyjne koszty oraz czas budowy elektrowni jądrowych, w porównaniu chociażby z budową elektrowni wiatrowych.

Wciąż nierozwiązane problemy związane z odpadami, likwidacją elektrowni i przetwarzaniem substancji radioaktywnych. Odpady te stanowią poważne zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi przez wiele pokoleń.

Utraty wiedzy specjalistycznej potrzebnej do projektowania i budowy nowych obiektów jądrowych, w miarę jak przemysł jądrowy przesuwa się w kierunku Azji oraz w związku z potencjalnymi zmianami geopolitycznymi.



Wysokie koszty i długość procesu inwestycyjnego podaje w wątpliwość, aby energia nuklearna była w stanie pomóc w osiągnięciu celów dekarbonizacji do 2035 r.



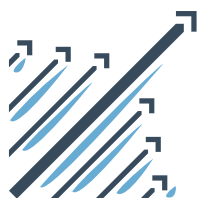
TRENDY

- Rośnie zależność od źródeł nieciągłych (odnawialnych źródeł energii). Rządy szukają rozwiązań na długoterminową niezawodność i bezpieczeństwo dostaw energii i utrzymanie stabilności sieci.
- Chiny wkrótce wyprzedzą USA jako największy na świecie producent energii jądrowej. Większość chińskich reaktorów jest dość nowa — zostały zbudowane po 2010 roku. Energia jądrowa w Niemczech i Hiszpanii zmierza ku schyłkowi, podczas gdy Wielka Brytania i Francja ogłosiły jej reaktywację.
- Globalny wyścig o miliony na badania i rozwój małych, modułowych reaktorów, które miałyby zapewnić taniej i stabilną energię, będącą siłą napędową dekarbonizacji największych gospodarek. Stany Zjednoczone, Rosja, Argentyna, Chiny, Kanada, Korea Południowa, Francja i Wielka Brytania pracują nad własnymi modelami SMR (mini-) i MMR (mikroreaktorów), które miałyby ponownie ożywić energetykę jądrową. Obecnie na różnych etapach rozwoju znajduje się ponad 80 różnych konstrukcji reaktorów SMR.
- Organizacje ekologiczne uważają, że mini-reaktory nadal budzą poważne wątpliwości co do ich konkurencyjności i niebezpieczeństwa i dlatego opowiadają się za procesem dekarbonizacji opartym w całości na energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, wspieranym przez nowe systemy magazynowania, nad którymi również trwają prace.
- Obecnie trwają prace nad wieloma nowymi modelami reaktorów na neutrony prężkie z chłodziwem sodowym, ołowiowym, gazowym lub ze stopionymi solami. Chociaż reaktory prężkie istnieją od lat 50. ubiegłego wieku, obecnie zainteresowanie nimi jest większe ze względu na nagromadzenie odpadów jądrowych oraz zdolność tych reaktorów do niszczenia poprzez rozszczepienie pierwiastków zawartych w wypalonym paliwie — odpady pozostają toksyczne przez sto, a nie dziesiątki tysięcy lat.
- Trwają prace nad rozwojem zimnej fuzji nuklearnej prowadzone m.in. przez ITER czy Southwestern Institute of Physics Chengdu w Chinach, ale nie przewiduje się komercjalizacji tych badań przed 2040 r., pomimo dużego zaangażowania ze strony firm i start-upów, starających się przyspieszyć prace nad zimną fuzją.

ANTY TRENDY

- Konstrukcja dużych magazynów energii. Stale rozwijające się systemy elektroenergetyczne, przede wszystkim generacji rozproszonej i nowe usługi systemowe, będą stymulowały rozwój technologii magazynowania energii.
- Wysoki wyrównany koszt energii elektrycznej (LCOE). Wiele odnawialnych źródeł energii jest bardziej konkurencyjnych cenowo niż energia jądrowa. Jednak LCOE jako miara nie uwzględnia faktu, że energia jądrowa, gaz i węgiel to źródła energii dostępne 24 godziny na dobę, w przeciwieństwie do OZE.
- Zmiany klimatyczne utrudniające dalszy rozwój inwestycji. Wysokie temperatury otoczenia mogą m.in. zmniejszać efektywność elektrowni czy ograniczać dostęp do wody.
- Ograniczony dostęp do paliw kopalnych (ropa naftowa, gaz, węgiel). Przykład Francji czy Niemiec pokazuje, że zawirowania geopolityczne i brak innych surowców może wpływać na politykę rozwoju energetyki atomowej.
- Ograniczony dostęp do wzbogaconego uranu ze względu na sytuację geopolityczną. Rosja jest jednym z największych wydobywców i dominuje w zakresie wzbogacania uranu (43 proc.), co może powodować problemy z łańcuchem dostaw.
- Bez poprawy bezpieczeństwa, zmniejszenia kosztów, a także zwiększenia niezawodności i redukcji odpadów, dalszy rozwój elektrowni atomowych stoi pod znakiem zapytania. Według badania MIT, koszty budowy elektrowni jądrowych z biegiem lat wzrosły w większości krajów, a opóźnienia i przekroczenia kosztów są powszechne. Natomiast w ciągu ostatniej dekady rozwój energetyki odnawialnej odnotował znaczną redukcję kosztów w miarę zwiększania mocy. Ponadto odnawialne źródła energii oferują energię elektryczną po niższych cenach.
- Kolejna awaria w elektrowni atomowej i skażenie, ze względu na wojnę, sabotaż czy cyberatak, może doprowadzić do wzrostu nuklearnej fobii w społeczeństwie i zaktywizować przeciwników energetyki atomowej.
- Postępy w pracach nad zimną fuzją będą miały rewolucyjny wpływ na cały sektor energetyczny.

PODSUMOWANIE



Wiele wskazuje na to, że w Europie jednak nie wygra ani SMR, ani MMR, tylko duże magazyny energii, pozwalające zapewnić stabilizację sieci przy coraz większym udziale OZE w miksie energetycznym. Źródła odnawialne wydają się wygrywać z energetyką jądrową zarówno czasem ich budowy, jak i kosztami energii z nich pochodzącej.

Mimo to nie należy spodziewać się przerwania prac badawczych nad SMR i MMR w najbliższym czasie, chociażby ze względu na wciąż silną pozycję energetyki jądrowej w Azji czy w wybranych państwach europejskich.

Jeśli jednak badania i rozwój SMR i MMR będą postępować wystarczająco szybko, by znaleźć miejsce na rynku przed umasowieniem dużych magazynów energii, oraz uda się realnie obniżyć ich koszty, wówczas obie opcje mają szansę znaleźć odbiorców, ze względu na ich zastosowanie w zróżnicowanych warunkach: dla przykładu SMR dla małego miasta i MMR dla fabryki. Dlatego tradycyjne elektrownie atomowe, jeśli wciąż będą stanowiły część miksu energetycznego, w przyszłości będą najprawdopodobniej zastępowane nowoczesnymi SMR. W przypadku MMR efektywniejsze i bezpieczniejsze w mikroskali ich zastosowania wydają się jednak rozwiązania OZE.



O NAS

SKONTAKTUJ SIĘ Z NAMI,
JEŚLI INTERESUJE CIĘ
PRZYSZŁOŚĆ ENERGETYKI
JĄDROWEJ!

4CF The Futures Literacy Company

Pl. Trzech Krzyży 10/14
00-535 Warszawa, Polska

Email: info@4cf.pl

Tel.: +48 22 24 72 772

www: 4cf.eu

4CF jest polską firmą doradczą zajmującą się foresightem strategicznym i budową długoterminowych strategii. Od prawie dwóch dekad 4CF pomaga swoim klientom w przygotowaniu się na niepewne jutro. Firma zrealizowała setki projektów dla firm prywatnych, instytucji publicznych i międzynarodowych, w tym UNESCO, UNDP i WHO.

Wykorzystując foresight, 4CF wspiera klientów w odkrywaniu przyszłych możliwości, aby już dziś mogli podejmować ważne strategiczne decyzje i wdrażać rozwiązania zapewniające lepszą przyszłość ich interesariuszy. Dbamy o to, aby nasi klienci byli zawsze o krok przed konkurencją. Firma jest jedynym polskim członkiem Association of Professional Futurists, Foresight Educational and Research Network oraz założycielem polskiego węzła The Millennium Project.

4CF jest w czołówce światowych innowatorów i aktywnie przyczynia się do rozwoju najnowocześniejszych narzędzi foresightowych. Eksperti firmy w dziedzinie foresightu posiadają rozległą interdyscyplinarną wiedzę i doświadczenie. Stale doskonalą metodologię 4CF i aktywnie współpracują z wiodącymi międzynarodowymi ośrodkami foresightowymi.



KONSULTANCI 4CF



NORBERT KOŁOS
Managing Partner
norbert@4cf.eu

ŁUKASZ MACANDER
Partner
lukasz@4cf.eu



KACPER NOSARZEWSKI
Partner
kacper@4cf.eu

ANNA SACIO-SZYMAŃSKA
Principal
anna@4cf.eu



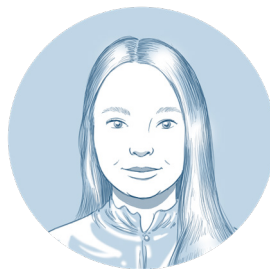
ZOFIA DĘBSKA
Research Manager
zofia@4cf.pl

MACIEJ JAGACIAK
Foresight Engineer
maciej@4cf.pl



DARIUSZ KOZDRA
Communications
darek@4cf.pl

WERONIKA RAFAŁ
Foresight Specialist
weronika@4cf.pl



KAROL WASILEWSKI
Foresight Advisor
karol@4cf.pl