

„Kłopotliwa” transformacja energetyczna – jak znaleźć pragmatyczną drogę?



DANIEL YERGIN

Wiceprezes, S&P Global



PETER ORSZAG

Prezes i Przewodniczący Rady Dyrektorów, Lazard



ATUL ARYA

Główny Strateg ds. Energii, S&P Global

Globalne systemy energetyczne przechodzą transformację, która jest równie historyczna, co niejednolita. Odnawialne źródła energii biją rekordy rozwoju, ale ropa, węgiel i gaz pozostają głęboko ugruntowanymi elementami systemu. Być może naszą sytuację trafniej opisuje zatem pojęcie „dodawania energii” niż „transformacji energetycznej”? Droga do emisyjnej neutralności okazuje się znacznie bardziej złożona niż przewidywano — kształtowana jest przez rosnące koszty, kruche łańcuchy dostaw, napięcia geopolityczne oraz pogłębiającą się przepaść między Północą a Południem w zakresie dostępu do energii i rozwoju. Sprostanie tym wyzwaniom wymaga pragmatycznego, wielowymiarowego podejścia — takiego, które równoważy ambicje klimatyczne z realiami bezpieczeństwa, dostępności i wzrostu gospodarczego.

Poniższy tekst jest tłumaczeniem artykułu opublikowanego w marcowo–kwietniowym numerze Foreign Affairs¹ uzupełnionym o uaktualnienia i dodatkowe uwagi przesłane Redakcji przez Daniela Yergina 19.09.2025 r. Publikacja za zgodą Foreign Affairs. © Foreign Affairs.

¹ Oryginalny esej jest dostępny pod adresem: <https://www.foreignaffairs.com/guest-pass/redeem/xhwbwnNILjl>.

W 2024 roku globalna produkcja energii z wiatru i słońca osiągnęła rekordowe poziomy — takie, które jeszcze niedawno wydawałyby się niewyobrażalne. W ciągu ostatnich 15 lat, udział tych źródeł w światowej produkcji energii elektrycznej wzrósł z praktycznie zerowego poziomu do 15%, a ceny paneli słonecznych spadły nawet o 90%. To znaczący postęp w tym, co określa się mianem transformacji energetycznej — przejścia z obecnego miksu energetycznego, zdominowanego przez paliwa kopalne, do miksu niskoemisyjnego opartego głównie na źródłach odnawialnych.

Jednak rok 2024 był rekordowy także pod innym względem — również produkcja energii z ropy i węgla osiągnęła historyczne maksima. W dłuższej perspektywie udział paliw kopalnych w globalnym miksie energetycznym praktycznie się nie zmienił — z 85% w 1990 roku do około 80% obecnie. Innymi słowy, mamy do czynienia nie tyle z „transformacją energetyczną”, ile z „dodawaniem energii” — rozwój źródeł odnawialnych nie powoduje zastąpienia tradycyjnych surowców energetycznych, a jedynie do nich dołącza. Wraz z powrotem Donalda Trumpa na urząd prezydenta Stanów Zjednoczonych priorytety ponownie przesunęły się ostro w kierunku produkcji energii konwencjonalnej, co jego administracja nazywa elementem „dominacji energetycznej”.

Nie tak miała przebiegać transformacja energetyczna. Obawy o zmiany klimatyczne wywindowały oczekiwania szybkiego odchodzenia od paliw kopalnych. Realia globalnego systemu energetycznego zadały jednak kłam tym przeświadczeniom. Okazuje

się, że przejście z systemu opartego w dużej mierze na ropy, gazie i węglu na system zdominowany przez energię wiatrową, słoneczną, technologie wodorowe, magazyny energii i biopaliwa będzie znacznie trudniejsze, kosztowniejsze i bardziej złożone, niż początkowo zakładano. Co więcej, historia wcześniejszych transformacji pokazuje, że nie powinno to dziwić: każda z nich była również procesem „dodawania”, a nie eliminowania wcześniejszych źródeł.

Istotą przemian, jakie przechodzimy w energetyce jest raczej złożone „dodawanie” nowych źródeł energii niż „transformacja” ku nowym jej źródłom. Rekordowy wzrost OZE nakłada się na rosnące zużycie ropy, węgla i gazu. Pokazuje to, że przebudowa globalnego systemu energetycznego będzie procesem wolniejszym, droższym i bardziej wielowymiarowym, niż wcześniej sądzono.

Co za tym idzie świat jest daleki od realizacji (często powtarzanego) celu osiągnięcia do 2050 roku „neutralności emisyjnej” — czyli bilansu, w którym resztkowe emisje gazów cieplarnianych równoważone są ich usuwaniem z atmosfery. Co więcej, brakuje spójnego planu umożliwiającego osiągnięcie tego celu i mobilizacji środków inwestycyjnych w wymaganej skali. Międzynarodowa Agencja Energetyczna szacowała w 2021 roku, że do zrealizowania celu do 2050 roku, globalne emisje gazów cieplarnianych musiałyby spaść z 33,9 gigaton w 2020 roku do 21,2 gigaton w 2030 roku. Tymczasem emisje poszły w przeciwnym kierunku — osiągając poziom 37,4 gigaton w 2023 roku — i nic nie wskazuje

na to, by spadek o 40% w zaledwie siedem lat był możliwy.

Inne dane równie wyraźnie pokazują skalę wyzwań. Administracja prezydenta Bidena wyznaczyła cel, by do 2030 roku pojazdy elektryczne stanowiły 50% nowych samochodów sprzedawanych w USA, ale obecnie ich udział wynosi zaledwie 10%, a producenci ograniczają inwestycje w elektromobilność, notując wielomiliardowe straty. Produkcja energii z morskich farm wiatrowych w USA miała osiągnąć do 2030 roku poziom 30 gigawatów, tymczasem z trudem uda się uzyskać do tego czasu 13 gigawatów. Zmiany w polityce administracji prezydenta Trumpa jeszcze bardziej pogłębiają te różnice, zwłaszcza w przypadku morskiej energetyki wiatrowej.

Problemem są nie tylko ogromne koszty — liczone w bilionach dolarów — i niepewność co do źródeł finansowania. Problemem jest także brak zrozumienia, że cele klimatyczne nie istnieją w próżni. Muszą współistnieć z innymi priorytetami — od wzrostu PKB i rozwoju gospodarczego, po bezpieczeństwo energetyczne i redukcję zanieczyszczeń lokalnych. A na to wszystko nakładają się jeszcze narastające napięcia geopolityczne zarówno na linii Wschód–Zachód, jak i Północ–Południe.

Coraz bardziej oczywiste staje się, że zmiana globalnego systemu energetycznego nie przebiegnie liniowo ani w równym tempie. Będzie miała charakter wielowymiarowy — inaczej rozwijając się w różnych częściach świata, w różnym tempie, z różnymi mikсами paliw i technologii, pod

wpływem konkurencyjnych priorytetów i decyzji podejmowanych przez rządy oraz przedsiębiorstwa. To wymaga ponownego przemyślenia polityk i inwestycji w świetle złożonych realiów. Bo transformacja energetyczna to nie tylko kwestia energii — to proces przeprojektowywania i przeprogramowania całej globalnej gospodarki. Pierwszym krokiem jest zrozumienie, dlaczego kluczowe założenia dotychczasowej transformacji okazały się błędne oraz zmierzenie się z geopolitycznymi, ekonomicznymi, politycznymi i materialnymi ograniczeniami — zamiast życzeniowego ich ignorowania.

Transformacja bez precedensu

Sposób w jaki myślimy o transformacji energetycznej w znacznym stopniu ukształtował się w czasie pandemii COVID-19, kiedy zarówno popyt na energię, jak i emisje dwutlenku węgla gwałtownie spadły. Ten gwałtowny spadek wywołał optymizm, że system energetyczny jest elastyczny i może szybko się zmieniać. Takie przekonanie znalazło odzwierciedlenie w opublikowanej przez Międzynarodową Agencję Energetyczną, w maju 2021 roku, Mapie Drogowej „Net Zero”, zakładającej, że dla realizacji celów zakładanych na 2050 rok nie będą potrzebne żadne nowe inwestycje w projekty związane z ropą i gazem. Takie podejście ukształtowało dominującą wizję liniowej transformacji, w której emisje w wielu krajach osiągną poziom zerowy netto do 2050 roku (a w niektórych państwach, takich jak Chiny – do 2060 roku, czy Indie – do 2070 roku).

To ambitne założenie zderzyło się jednak z ogromem wyzwań i praktycznymi

ograniczeniami związanymi z zamiarem całkowitej przebudowy energetycznych fundamentów globalnej gospodarki (o wartości 115 bilionów dolarów) w ciągu zaledwie ćwierćwiecza. Podstawowym celem transformacji jest zastąpienie obecnego systemu energetycznego zupełnie nowym. Tymczasem historia pokazuje, że żadne źródło energii — w tym biomasa taka jak drewno i odpady — nie zanikało globalnie w ujęciu absolutnym przez dłuższy czas.

Przekształcenie energetycznych fundamentów globalnej gospodarki wartej 115 bilionów dolarów w zaledwie kilka dekad nie ma historycznego precedensu. Każda wcześniejsza zmiana energetyczna była procesem dodawania nowych źródeł energii, a nie ich zastępowania — dlaczego tym razem miałyby być inaczej? Globalny popyt na węglowodory wciąż rośnie, napędzany zwłaszcza zwiększającymi się potrzebami krajów rozwijających się.

Pierwsza transformacja energetyczna rozpoczęła się w 1709 roku, gdy hutnik, Abraham Darby, odkrył, że węgiel jest „bardziej efektywnym środkiem do produkcji żelaza” niż drewno. Ta „transformacja” zajęła jednak co najmniej stulecie. Choć XIX wiek określa się mianem „wieku węgla”, badacz energii Vaclav Smil zauważa, że węgiel nie wyprzedził tradycyjnych źródeł biomasy (takich jak drewno czy resztki roślinne) aż do początku XX wieku. Ropa, odkryta w Pensylwanii w 1859 roku, stała się głównym źródłem energii na świecie dopiero w latach 60. XX wieku. Nie oznaczało to jednak spadku globalnego zużycia węgla —

w 2024 roku było ono trzykrotnie większe niż w latach 60 poprzedniego stulecia.

Ten sam wzorzec obserwujemy dziś. Około 30% światowej populacji wciąż korzysta z tradycyjnej biomasy do gotowania, a popyt na węglowodory nie osiągnął jeszcze szczytu, ani nawet *plateau*. Udział paliw kopalnych w globalnym zużyciu energii niemal nie zmienił się od 1990 roku, mimo ogromnego wzrostu udziału źródeł odnawialnych. W tym samym czasie globalne zapotrzebowanie na energię wzrosło o 70%.

Prognozy przewidują wzrost światowej populacji w nadchodzących dekadach o około dwa miliardy ludzi, z czego większość przyrostu przypadnie na globalne Południe. W Afryce — kontynencie młodym demograficznie, którego udział w światowej populacji ma wzrosnąć z 18% obecnie do 25% w 2050 roku — niemal 600 milionów ludzi żyje bez dostępu do elektryczności, a około miliarda nie ma dostępu do czystych paliw do gotowania. Biomasa wciąż stanowi tam prawie połowę zużywanej energii. W miarę wzrostu populacji zapotrzebowanie na żywność, wodę, schronienie, ogrzewanie, oświetlenie, transport i miejsca pracy będzie rosnąć, generując dodatkowe potrzeby zapewnienia bezpiecznych i przystępnych cenowo źródeł energii. Bez takiego rozwoju gospodarczego presja migracyjna będzie tylko narastać.

Liczy się gospodarka

Przeszłe transformacje, takie jak przejście z drewna na węgiel, napędzane były chęcią poprawienia funkcjonalności i obniżenia kosztów — zachętami, które nie występują w przypadku dużej części dzisiejszego

systemu energetycznego. Skala planowanej transformacji sprawia, że będzie ona niezwykle kosztowna. Niepewność technologiczna, polityczna i geopolityczna to czynniki, które dodatkowo utrudniają oszacowanie nakładów potrzebnych do osiągnięcia do 2050 roku celu „net zero”. Jedno jest jednak pewne — koszty będą ogromne.

Najnowsze szacunki Niezależnej Grupy Ekspertów Wysokiego Szczebla ds. Finansowania Działań na rzecz Klimatu², które posłużyły za punkt odniesienia podczas szczytu klimatycznego COP29 w Azerbejdżanie, wskazują, że globalne nakłady na działania klimatyczne powinny wynosić 6,3–6,7 biliona dolarów rocznie do 2030 roku, a do 2035 roku mogą wzrosnąć nawet do 8 bilionów. Oceniono również, że kraje globalnego Południa będą odpowiadały za prawie 45% dodatkowych potrzeb inwestycyjnych do 2030 roku, a już teraz nie nadążają z ich finansowaniem, szczególnie w regionie Afryki Subsaharyjskiej.

Na tej podstawie można oszacować, że koszty transformacji energetycznej będą stanowiły do 2050 roku średnio około 5% globalnego PKB rocznie. Jeśli kraje globalnego Południa zostaną w dużej mierze zwolnione z tych obciążeń, państwa globalnej Północy będą musiały wydawać na ten cel około 10% swojego rocznego PKB — w przypadku Stanów Zjednoczonych to ponad trzykrotność wydatków na obronność i kwota porównywalna z łącznymi kosztami Medicare, Medicaid i Social Security.

Te wyzwania finansowe odzwierciedlają wszechobecność paliw kopalnych w nowoczesnej gospodarce — nie tylko w postaci ropy i gazu, ale również w produkcji cementu, plastiku czy stali — oraz to, co Bill Gates określa mianem „zielonej premii”, czyli wyższych kosztów technologii niskoemisyjnych w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami. Osiągnięcie neutralności emisyjnej będzie więc wymagało bezprecedensowej reorganizacji globalnych przepływów kapitału z Północy na Południe, w tym ogromnych inwestycji w infrastrukturę odnawialną, i to w momencie, gdy — jak podaje Międzynarodowy Fundusz Walutowy — 56% krajów o niskich dochodach jest „na wysokim poziomie ryzyka zadłużenia”.

Choć w pewnym zakresie mogą tu pomóc innowacyjne mechanizmy finansowe, takie jak wymiana długu na inwestycje w klimat czy ochronę przyrody, to niskie ratingi kredytowe wielu państw rozwijających się zniechęcają inwestorów zewnętrznych i podnoszą koszty kapitału. W rezultacie to gospodarki rozwinięte poniosą główny ciężar finansowy transformacji. Tymczasem również tam zadłużenie publiczne znacznie wzrosło — średnio przekracza dziś 100% PKB, co jest poziomem nienotowanym od czasów II wojny światowej i poważnie ogranicza możliwości finansowania transformacji z wydatków publicznych.

Finansowanie z sektora prywatnego także napotyka bariery i niewiele wskazuje na to, by dobrowolne decyzje inwestycyjne wystarczyły. Bez odpowiednich zachęt rynkowych, takich jak bezpośrednia lub pośrednia wycena emisji CO₂, lub bez wymogów regulacyjnych, oczekiwanie, że zarządzający aktywami będą samodzielnie kierować środki na inwestycje

2 Ang. *The Independent High-Level Expert Group on Climate Finance*.

sprzyjające transformacji sprawdzi się tylko w ograniczonym zakresie. Zarządzający mają bowiem obowiązek realizować cele właścicieli kapitału, takich jak fundusze emerytalne czy towarzystwa ubezpieczeniowe, a fundusze ESG (inwestujące w przedsiębiorstwa, które uwzględniają kwestie środowiskowe, społeczne i związane z ładem korporacyjnym) odnotowały w ostatnich latach w Stanach Zjednoczonych odpływ kapitału (w związku z niezadowolającymi wynikami).

Osiągnięcie neutralności emisyjnej będzie wymagało bilionów dolarów inwestycji rocznie, ogromnej redystrybucji kapitału z globalnej Północy na globalne Południe oraz trudnych decyzji politycznych. Wysokie koszty, rosnące zadłużenie i słabe bodźce rynkowe czynią tę finansową transformację jednym z największych wyzwań dla procesu transformacji energetycznej.

Energetyczna niepewność

Kolejnym wyzwaniem jest bezpieczeństwo energetyczne, które do niedawna było niedoceniane. Choć pandemia COVID-19 przesłoniła wiele innych problemów, inwazja Rosji na Ukrainę i wynikające z niej zakłócenia na globalnych rynkach energii ponownie uwypukliły znaczenie tego zagadnienia. Jeszcze przed wojną, w listopadzie 2021 roku, rząd USA sięgnął do Strategicznej Rezerwy Ropy Naftowej, by złagodzić to, co prezydent Joe Biden nazwał „problemem wysokich cen paliw”. Od tego czasu Stany Zjednoczone zużyły niemal połowę zasobów rezerwy, aby przeciwdziałać szokom cenowym (choć proces uzupełniania zapasów został już częściowo rozpoczęty).

Europejskie rządy, zaskoczone skalą kryzysu, podjęły własne działania. Gdy Rosja wstrzymała eksport gazu ziemnego do Europy, kanclerz Niemiec Olaf Scholz udał się do Kanady, by zabiegać o zwiększenie dostaw surowca. Berlin proponuje dziś miliardowe subsydia na budowę nowych elektrowni gazowych, które mają równoważyć zmienną produkcję energii z wiatru i słońca oraz zapewnić stabilne dostawy prądu.

Rządy nie mogą pozwolić sobie na przerwy w dostawach, niedobory czy gwałtowne wzrosty cen energii. Dlatego bezpieczeństwo i przystępność energetyczna stają się warunkiem społecznej akceptacji dla transformacji. W przeciwnym razie grozi nam polityczny sprzeciw wobec polityk energetycznych i klimatycznych — zjawisko w Europie określane mianem *greenlash* — którego wpływ wyraźnie widać w wyborach.

Te wyzwania stają się dla Europy coraz poważniejsze z trzech powodów. Pierwszym z nich są trudności budżetowe, z jakimi boryka się wiele krajów europejskich. Drugim jest problem konkurencyjności i deindustrializacji, na który zwrócono uwagę w raporcie Mario Draghiego i który doprowadził do ożywionej dyskusji na temat wpływu gospodarczego polityki klimatycznej (jej kosztów). Trzecim powodem jest znaczny wzrost wydatków na obronność, który został już uzgodniony i który będzie również wymagał ponownego ustalenia przez rządy priorytetów w zakresie wydatkowania środków, włączając w to dyskusję o zasadach przyznawania dotacji i zachęt wspierających czystą energię.

Ogólnie rzecz biorąc, zapewnienie obywatelom stałego dostępu do energii i prądu jest kluczowe

Bezpieczeństwo i dostępność energii to kwestie nienegocjowalne — bez niezawodnych i przystępnych cenowo dostaw transformacja energetyczna naraża się na sprzeciw społeczny, co czyni dalsze inwestycje w ropę i gaz nieuniknionym elementem dalszej drogi.

dla ich dobrobytu. Oznacza to jednak konieczność uznania, że ropa i gaz będą jeszcze przez dłuższy czas odgrywały w miksie energetycznym większą rolę, niż przewidywano jeszcze kilka lat temu. Będzie to wymagało dalszych inwestycji zarówno w wydobywanie, jak i w infrastrukturę paliw kopalnych.

Nowy podział

Największy nacisk na niezawodne i przystępne cenowo źródła energii kładzie dziś świat rozwijający się, w którym żyje 80% globalnej populacji. To właśnie tam wyłania się nowa oś podziału Północ–Południe – w podejściu do równoważenia priorytetów klimatycznych z potrzebami rozwojowymi. Ten rozdźwięk staje się kluczowym czynnikiem skłaniającym do ponownego przemyślenia tempa i kształtu transformacji energetycznej.

Na globalnym Południu proces przechodzenia na czystą energię konkuruje z pilnymi potrzebami wzrostu gospodarczego, redukcji ubóstwa i poprawy zdrowia publicznego. Tzw. trylemat bezpieczeństwa, dostępności i zrównoważenia energetycznego wygląda tam zupełnie inaczej niż w Stanach Zjednoczonych czy Europie. Jak ujął to premier Malezji Anwar Ibrahim, „potrzebę transformacji” trzeba równoważyć z „potrzebą przetrwania, bo musimy zapewnić, że nasze obecne polityki

będą sprzyjały eliminowaniu ubóstwa poprzez zapewnienie edukacji, opieki zdrowotnej i podstawowej infrastruktury” i nie zostaną „zniweczone przez dyktat innych, którzy nie rozumieją naszej sytuacji”.

Obecnie niemal połowa mieszkańców krajów rozwijających się — trzy miliardy ludzi — zużywa rocznie mniej energii elektrycznej na osobę niż przeciętna amerykańska lodówka. W miarę wzrostu zapotrzebowania na energię etap „karbonizacji” poprzedzi „dekarbonizację”. Gaz ziemny jest rozwiązaniem łatwo dostępnym, a przy tym lepszym od węgla i tradycyjnej biomasy, której spalanie powoduje szkodliwe zanieczyszczenia powietrza w domach.

Choć globalny popyt na ropę ma ustabilizować się dopiero w latach 30. XXI wieku, zużycie gazu ziemnego będzie rosło co najmniej do lat 40. Produkcja skroplonego gazu ziemnego (LNG) ma wzrosnąć do 2040 roku o 65%, co pozwoli zaspokoić potrzeby energetyczne Europy, zastąpić węgiel w Azji i wesprzeć wzrost gospodarczy na globalnym Południu.

Preferencja dla wzrostu gospodarczego jest wyraźnie widoczna, na przykład w najnowszym budżecie Indii, gdzie około 75% energii elektrycznej wciąż pochodzi z węgla. Minister finansów Nirmala Sitharaman zapowiedziała, że „metody transformacji energetycznej”, będą kładły nacisk na kwestie zatrudnienia i rozwoju gospodarczego w połączeniu z „celami środowiskowymi”. Podobne podejście widać w Ugandzie, gdzie dochód na osobę wynosi 1300 dolarów i planowana jest wielomiliardowa inwestycja w rurociąg z pól naftowych nad Jeziorem Alberta do portu

w Tanzanii, która umożliwi sprzedaż ropy na rynkach światowych. Projekt postrzegany jest jako motor rozwoju gospodarczego, jednak spotkał się z silną krytyką ze strony krajów rozwiniętych, w tym Parlamentu Europejskiego.

Transformacja energetyczna oznacza przeprojektowanie całej światowej gospodarki. Szczególnie widoczne są napięcia między Północą a Południem w kontekście cel węglowych. Wiele państw globalnej Północy, dążąc do redukcji emisji, wprowadza bariery utrudniające krajom rozwijającym się korzystanie z tej samej ścieżki rozwoju opartej na węglowodorach, którą same przeszły w drodze do dobrobytu. Unia Europejska uruchomiła pierwszy etap Mechanizmu dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO₂ tzw. CBAM (ang. *Carbon Border Adjustment Mechanism*), który początkowo obejmuje stal, cement, aluminium i nawozy, a z czasem rozszerzy się na kolejne towary.

Krytycy z globalnej Północy wskazują, że mechanizm może być nieskuteczny ze względu na ogromną złożoność łańcuchów dostaw i trudności w dokładnym śledzeniu emisji w produktach importowanych. Z kolei przez globalne Południe CBAM postrzegany jest jako bariera rozwoju gospodarczego. Jak zauważył Ajay Seth, sekretarz ds. gospodarki w Indiach: „Czy możemy sobie pozwolić na wyższe ceny przy poziomie dochodów stanowiącym jedną dwudziestą dochodów w Europie? Nie, nie możemy”.

Dla wielu państw rozwijających się CBAM i złożone, obciążające procedury raportowania emisji wyglądają jak próba narzucenia im

wartości i regulacji przez bogatszą część świata, w momencie, gdy te kraje potrzebują dostępu do rynków, aby rozwijać swoje gospodarki.

Transformacja energetyczna przebiega dziś wzdłuż wyraźnej linii podziału Północ–Południe. Pilna potrzeba wzrostu gospodarczego, redukcji ubóstwa i zapewnienia dostępu do energii w krajach rozwijających się często przeważa nad priorytetami klimatycznymi, czyniąc „karbonizację przed dekarbonizacją” nieuniknioną rzeczywistością.

Asymetrie widać również w celach klimatycznych: Chiny, Indie, Arabia Saudyjska i Nigeria odpowiadają za prawie 45% emisji gazów cieplarnianych związanych z energią, a żadne z tych państw nie wyznaczyło celu neutralności emisyjnej na rok 2050 — ich cele przypadają na 2060 lub 2070 rok. Co więcej, choć globalne inwestycje w nowe elektrownie węglowe spadają, niemal całe 75 gigawatów nowej mocy węglowej budowanej w 2023 roku zlokalizowane było w Chinach. Indie mają z kolei ambitny plan rozbudowy mocy odnawialnych do 2030 roku do poziomu 500 gigawatów (z obecnych 190 GW), ale wymagałoby to gwałtownego przyspieszenia inwestycji, przy jednoczesnym przeznaczaniu 67 miliardów dolarów na rozbudowę krajowej sieci gazowej w latach 2024–2030 i zwiększeniu mocy węglowych co najmniej o 54 gigawaty do 2032 roku.

Wielkie łopaty

Globalna gospodarka w trakcie transformacji zależy od innej, równoległej zmiany — przejścia od „wielkiej ropy” do „wielkich łopat”. Oznacza

to znaczący wzrost wydobycia i przetwarzania surowców, napędzany ogromnymi inwestycjami i rozszerzoną skalą działalności przemysłowej. Jednocześnie złożoność związana z wydobyciem i dostępnością kluczowych minerałów staje się jednym z głównych ograniczeń tempa transformacji energetycznej.

Międzynarodowa Agencja Energetyczna prognozuje, że globalny popyt na minerały niezbędne dla „czystych technologii energetycznych” do 2040 roku wzrośnie czterokrotnie. Na czele listy znajdują się takie surowce jak lit, kobalt, nikiel, grafit oraz miedź. Tylko w latach 2017–2023 zapotrzebowanie na lit wzrosło o 266%, na kobalt o 83%, a na nikiel o 46%. Według prognoz S&P, w latach 2023–2035 popyt na lit zwiększy się o kolejne 286%, na kobalt o 96%, a na nikiel o 91%. Pojazdy elektryczne wymagają od dwóch i pół do trzech razy więcej miedzi niż samochody z silnikiem spalinowym, ale również magazyny energii, farmy wiatrowe na lądzie i morzu, panele słoneczne oraz centra danych pochłaniają jej ogromne ilości. Analizy S&P wskazują, że globalna podaż miedzi do połowy lat 30. musiałaby się podwoić, aby sprostać obecnym planom osiągnięcia neutralności emisyjnej do 2050 roku. Scenariusz ten wydaje się jednak mało realny, biorąc pod uwagę, że — według danych S&P, które obejmują 127 kopalń uruchomionych na świecie od 2002 roku — stworzenie dużej kopalni zajmuje średnio ponad 20 lat, a w Stanach Zjednoczonych średnio aż 29 lat.

Kolejną przeszkodą są lokalne kwestie środowiskowe, społeczne i polityczne oraz wynikający z nich sprzeciw społeczny. Przykładowo, Serbia w lipcu 2024 roku

podpisała z Unią Europejską umowę dotyczącą rozwoju projektu Jadar, który miałby zaspokoić 90% zapotrzebowania Europy na lit do produkcji baterii i pojazdów elektrycznych. Jednak już w sierpniu tego samego roku dziesiątki tysięcy protestujących wyszły na ulice Belgradu. Jeden z liderów opozycji nazwał projekt „absolutnym zespolem zielonej transformacji z autorytaryzmem”, ostrzegając, że może to otworzyć „nowe drzwi do neokolonializmu”. Protesty zjednoczyły środowiska ekologiczne i nacjonalistyczne, dodatkowo podsycane dezinformacją podobną do tej, którą Rosja wykorzystuje w kampaniach wpływu w Europie.

Przejście od „wielkiej ropy” do „wielkich łopat” jest nieuniknione, ponieważ technologie czystej energii wymagają bezprecedensowych ilości kluczowych minerałów. Długie cykle realizacji projektów, lokalny sprzeciw i bariery administracyjne grożą jednak poważnym spowolnieniem samej transformacji, którą wydobycie miałoby napędzać.

Podobne napięcia pojawiają się także w innych miejscach. Rok wcześniej w Panamie masowe protesty doprowadziły do zamknięcia działającej kopalni miedzi, odpowiadającej za 5% PKB kraju. Jeden z liderów protestów ogłosił to zwycięstwem nad „gigantyczną bestią kapitału wydobywczego” i wzorem do naśladowania w innych państwach. W USA projekt wydobycia litu Thacker Pass w Nevadzie, który po zatwierdzeniu pożyczki rządowej o wartości 2,26 miliarda dolarów miał rozpocząć produkcję w 2026 roku, spotkał się z silnym sprzeciwem ze względu na obawy

o wpływ na zasoby wodne i grunty rolne. W efekcie osiągnięcie pełnej wydajności przesunięto na 2028 rok.

W skrócie, rozwój wydobywania minerałów niezbędnych do transformacji energetycznej pozostaje w sprzeczności z lokalnymi uwarunkowaniami środowiskowymi, politycznymi, kulturowymi i związanymi z zagospodarowaniem przestrzennym oraz z barierami administracyjnymi. Transformacja energetyczna będzie musiała znaleźć sposób na zmierzenie się z tym wewnętrznym napięciem.

Zaburzenia konkurencji

Konkurencja geopolityczna stanowi kolejny czynnik komplikujący transformację energetyczną. Proces ten coraz bardziej spleta się z mocarstwową rywalizacją pomiędzy Stanami Zjednoczonymi i Chinami — i to nie tylko w kontekście realizacji celów klimatycznych, lecz przede wszystkim w obszarze „zielonego łańcucha dostaw”.

Chiny posiadają już dominującą pozycję w zakresie wydobywania oraz przetwórstwa surowców niezbędnych do produkcji infrastruktury dla branży energii odnawialnej. Odpowiadają za ponad 60% globalnego wydobywania metali ziem rzadkich (przy zaledwie 9% w USA) oraz ponad 90% ich przetwórstwa i rafinacji. Produkują 77% światowego grafitu, przetwarzają 98% tego surowca, a także ponad 70% litu i kobaltu oraz niemal połowę globalnych zasobów miedzi. Pekin dąży do dalszego umacniania tej dominacji w ramach tzw. „globalnego łańcucha nowej energii”, obejmującego produkcję baterii, paneli słonecznych i pojazdów elektrycznych, a także finansowanie infrastruktury energetycznej

w krajach rozwijających się. Dzięki skali działania i niskim kosztom Chiny postrzegają ten proces jako zintegrowaną i szeroko zakrojoną strategię budowy przewagi w sektorze zielonych technologii.

W latach 2000–2022 Państwo Środka udzieliło 225 mld dolarów pożyczek na projekty energetyczne w 65 strategicznie istotnych państwach, z czego około 75% trafiło na rozwój infrastruktury węglowej, naftowej i gazowej. W latach 2016–2022 Pekin sfinansował globalnie więcej projektów energetycznych niż jakikolwiek inny zachodni bank rozwoju, w tym Bank Światowy.

Stany Zjednoczone, chcąc chronić własne zielone łańcuchy dostaw, odpowiedziały bezprecedensowymi inicjatywami polityki przemysłowej, dużymi inwestycjami oraz cłami na import towarów, w których produkcji Chiny dominują — samochodów elektrycznych, paneli fotowoltaicznych i baterii. W grudniu 2024 roku Pekin zareagował na te ograniczenia i sankcje w sektorze półprzewodników, wprowadzając zakaz eksportu metali ziem rzadkich do USA, uzasadniając go ich „podwójnym zastosowaniem” — w technologiach odnawialnych oraz w przemyśle obronnym.

Narastające napięcia mogą spowolnić wdrażanie technologii czystej energii, zwiększyć ich koszty i ograniczyć tempo transformacji. Rządy próbują teraz „dywersyfikować” i „zmniejszać ryzyko” w łańcuchach dostaw. W praktyce jednak okazuje się to bardzo trudne ze względu na wysokie koszty, ograniczenia infrastrukturalne, długi czas realizacji

projektów oraz istotne bariery związane z procesami uzyskiwania zezwoleń.

Rywalizacja wielkich mocarstw przeobraża transformację energetyczną — dominacja Chin w zakresie kluczowych surowców i technologii zielonej energii zderza się z wysiłkami USA na rzecz zabezpieczenia i dywersyfikacji łańcuchów dostaw, co podnosi koszty, spowalnia wdrażanie rozwiązań i komplikuje drogę do niskoemisyjnej przyszłości.

Administracja Trumpa uczyniła cła centralnym elementem swojej polityki zagranicznej i gospodarczej. Kształt dalszych działań może zależeć od tego jak zostaną rozstrzygnięte kwestie prawne, tj. czy prezydent ma prawo nakładać wzajemne cła bez zgody Kongresu. Jednak ogólnie rzecz biorąc, większość partnerów handlowych zdążyła już zawrzeć ze Stanami Zjednoczonymi przynajmniej wstępne porozumienia regulujące kwestię cel. Najważniejszymi wyjątkami są Chiny i Indie. W negocjacjach ze Stanami Zjednoczonymi swoją dominację w łańcuchach dostaw metali ziem rzadkich wykorzystały na swoją korzyść przede wszystkim Chiny i jak dotąd nie osiągnięto żadnego trwałego, ogólnego porozumienia. I to pomimo tego, że to właśnie zresetowanie stosunków handlowych z Chinami było główną przyczyną skupienia się administracji prezydenta Trumpa na ustanowieniu nowego systemu cel.

Nagły wzrost zapotrzebowania

W ciągu ostatniego roku pojawiło się nowe wyzwanie dla transformacji energetycznej: zapewnienie odpowiednich dostaw energii

elektrycznej w obliczu gwałtownego wzrostu globalnego zapotrzebowania. Jest to efekt nałożenia się czterech czynników: rosnącego popytu związanego z transformacją energetyczną (np. rozwój elektromobilności), powrotu produkcji przemysłowej do krajów macierzystych i rozwoju zaawansowanych technologii (np. półprzewodników), dynamicznego wzrostu energochłonności kryptowalut oraz ogromnego zapotrzebowania na energię w centrach danych napędzających rewolucję sztucznej inteligencji.

Niektóre szacunki wskazują, że same centra danych mogą do 2030 roku zużywać niemal 10% produkcji energii elektrycznej w USA, a jedna z największych firm technologicznych otwiera nowe tego typu centrum co trzy dni. Trendy związane z elektryfikacją każą przypuszczać, że zapotrzebowanie na energię elektryczną w Stanach Zjednoczonych podwoi się do 2050 roku. Już teraz zużycie prądu przewyższa wcześniejsze prognozy. PJM, operator zarządzający przesyłem energii od Illinois po New Jersey, niemal podwoił swoje prognozy wzrostu między 2022 a 2023 rokiem i ostrzega przed ryzykiem niedoborów jeszcze przed końcem tej dekady.

Oznacza to, że osiągnięcie celu zeroemisyjnej produkcji energii elektrycznej w USA do 2035 roku będzie znacznie trudniejsze, niż wydawało się w okresie spadku zapotrzebowania (podczas pandemii COVID-19). Coraz bardziej oczywiste staje się, że obok magazynów energii również gaz ziemny będzie odgrywał większą rolę w miksie energetycznym niż przewidywano jeszcze dwa-trzy lata temu. Produkcja na dużą skalę energii z gazu emituje około 60% mniej dwutlenku węgla na kilowatogodzinę niż produkcja z węgla.

Znaczenie gazu rośnie bardzo szybko. W 2008 roku węgiel odpowiadał za 49% produkcji energii elektrycznej w USA, a gaz za 21%. Dziś te proporcje się odwróciły — udział węgla spadł do 16%, podczas gdy gaz odpowiada już za prawie 45% produkcji. W Kalifornii, będącej liderem w promowaniu odnawialnych źródeł energii, wiatr i słońce stanowią obecnie 27% lokalnej produkcji prądu, podczas gdy 48% energii wciąż pochodzi z gazu ziemnego. Nawet przy dynamicznym wzroście produkcji energii ze źródeł odnawialnych gaz ziemny będzie jeszcze przez długi czas odgrywał kluczową rolę w zaspokajaniu rosnącego zapotrzebowania na prąd.

Rosnący popyt na energię elektryczną — napędzany elektryfikacją, zaawansowaną produkcją, rozwojem centrów danych i sztuczną inteligencją — wyprzedza prognozy. W związku z tym gaz ziemny pozostanie kluczowym paliwem pomostowym w wytwarzaniu energii znacznie dłużej niż wcześniej przewidywano.

Wraz z rosnącą świadomością, że to dostawa energii elektrycznej będą głównym ograniczeniem w procesie rozwoju sztucznej inteligencji, zdano sobie sprawę, że to łańcuchy dostaw są istotnym ograniczeniem dla produkcji energii elektrycznej. Widać to szczególnie w przypadku miedzi, co wyszło już przy okazji dyskusji wokół artykułu o „wielkich łopatach”³. Jak analizujemy w nowym badaniu

S&P „Miedź w erze sztucznej inteligencji”⁴, dodatkowe zapotrzebowanie na miedź, wynikające z towarzyszącej transformacji energetycznej elektryfikacji, będzie kolejnym czynnikiem ograniczającym ambicje związane z transformacją energetyczną.

Kompromisy transformacji

W ostatnich latach powstało wiele znaczących inicjatyw wspierających transformację energetyczną — od Inflation Reduction Act w Stanach Zjednoczonych, przez Europejski Zielony Ład, po Dubai Consensus przyjęty podczas szczytu COP28, wzywający do „odchodzenia od paliw kopalnych w sposób sprawiedliwy, uporządkowany i zrównoważony”. Coraz wyraźniej jednak widać, że rządy i sektor prywatny muszą prowadzić tę transformację równoważąc potrzeby w zakresie dostępu do energii, jej bezpieczeństwa i przystępności cenowej.

Poza Stanami Zjednoczonymi inwestorzy, decydenci i politycy muszą to robić w środowisku, w którym priorytety Białego Domu uległy wyraźnej zmianie — z nacisku na odnawialne źródła energii na korzyść źródeł konwencjonalnych. Pierwszym krokiem jest zrozumienie charakteru kompromisów i wyzwań, jakie niesie ta transformacja. Jak mawiał ekonomista John Maynard Keynes, nie należy „ganić linii za to, że nie jest prosta”. Transformacja energetyczna to właśnie linia, która nie będzie prosta, lepiej więc to zaakceptować niż negować.

Jednym z takich kompromisów jest globalny handel w czasach rosnącego protekcjonizmu oraz wysiłków rządów, by „minimalizować

3 Zob. Yergin Daniel, *The Age of Big Shovels*, Project Syndicate [dostęp online: <https://www.project-syndicate.org/magazine/critical-minerals-metals-us-europe-china-by-daniel-yergin-2023-09>].

4 W oryginale: *Copper in the Age of AI*.

ryzyko” poprzez przenoszenie łańcuchów dostaw bliżej kraju lub do sojuszników. Restrukturyzacja przepływów energii i popytu wymusi w najbliższych latach trudne wybory między niższymi kosztami z jednej strony a dywersyfikacją i ochroną przemysłu krajowego z drugiej. Budowa łańcuchów dostaw, które zapewnią zarówno postęp transformacji, jak i bezpieczeństwo energetyczne, wymaga współpracy rządów z sektorem prywatnym w zakresie logistyki, infrastruktury, procedur administracyjnych, przepływu technologii, finansowania i szkolenia pracowników.

Ważne jest, aby te łańcuchy dostaw były zróżnicowane, a nie nadmiernie skoncentrowane geograficznie. Oprócz przenoszenia części produkcji do krajów macierzystych, Stany Zjednoczone i Unia Europejska powinny rozwijać współpracę z sojusznikami w Azji. Dywersyfikacja przyniosłaby dodatkową korzyść — umożliwiłaby krajom rozwijającym się włączyć się w nowe łańcuchy dostaw jako kluczowe węzły gospodarcze.

Kolejny kompromis dotyczy wydobycia i przetwarzania surowców kluczowych dla czystych technologii energetycznych. Obecnie długie procedury administracyjne i regulacyjne opóźniają dostęp do niezbędnych minerałów. Inwestycje w nowe kopalnie często nie spełniają wymogów ESG, co ogranicza dostęp do kapitału i prowadzi do powstawania kolejnych wąskich gardeł. Potrzebne są spójne kryteria, które jednocześnie uwzględnią kwestie środowiskowe i przyspieszą inwestycje w nowe złoża.

Droga do redukcji emisji nie ominie krajów globalnego Południa, bo to tam zapotrzebowanie na energię rośnie najszybciej.

Państwa te stoją jednak przed ogromnymi wyzwaniami w przyciąganiu kapitału, który umożliwiłby odejście od tanich, emisyjnych źródeł energii, takich jak węgiel czy biomasa. Projekty odnawialne wymagają bowiem dużych nakładów początkowych, długoterminowego planowania i stabilności regulacyjnej, podczas gdy inwestycje w gaz ziemny są coraz częściej odrzucane z powodów ESG. Dlatego do zwiększenia przepływu środków do krajów Południa konieczne jest połączenie wielostronnego finansowania grantowego z większym zaangażowaniem sektora prywatnego.

Transformacja energetyczna nie będzie prostą linią; wymaga trudnych kompromisów między kosztami, bezpieczeństwem a zrównoważonym rozwojem, co oznacza potrzebę podejścia pragmatycznego, dostosowanego do specyfiki regionów, łączącego innowacje z dalszymi inwestycjami w energetykę konwencjonalną.

Od czasu, gdy Abraham Darby, ponad trzy wieki temu, zastąpił drewno węglem, innowacje technologiczne były siłą napędową każdej ewolucji w sektorze energetycznym. Inwestycje w badania, rozwój i wdrożenia technologii czystej energii obniżyły koszty energii słonecznej i wiatrowej. Dziś jednak potrzebne są nowe technologie nisko- i zeroemisyjne, które wykraczają poza sektor elektroenergetyczny. W USA przyjęte podczas prezydentury Joe Bidena ustawy takie jak Bipartisan Infrastructure Law, CHIPS and Science Act czy Inflation Reduction Act miały na celu przyspieszenie rozwoju OZE, elektromobilności oraz technologii

innowacyjnych, w tym komercjalizacji wychwytywania i składowania dwutlenku węgla, wodoru czy magazynowania energii na dużą skalę. Zostały one jednak ograniczone, przekształcone lub wyeliminowane przez „Big Beautiful Bill” administracji D. Trumpa oraz szereg działań regulacyjnych i politycznych.

Warte odnotowania jest ponownie wysokie poparcie dla roli energii jądrowej, zarówno w odniesieniu do istniejących, jak i zaawansowanych technologii, jako niezbędnego elementu strategii transformacji i niezawodności. Widać to w rosnących inwestycjach publicznych i prywatnych w rozwój technologii rozszczepienia i syntezy jądrowej. Równolegle potrzebne są inwestycje w technologie, które dziś istnieją jedynie w fazie koncepcji.

W teorii, obecna transformacja ma mieć zupełnie inny charakter od wcześniejszych —

ma być nie dodatkiem, ale pełną przemianą. W praktyce na razie jest to jednak bardziej dodawanie nowych źródeł energii niż zastępowanie dotychczasowych. Skala i złożoność wyzwań oznaczają, że proces nie będzie przebiegał liniowo: w różnych regionach świata tempo zmian i miks technologii będą się różnić. To odzwierciedla złożoność systemu energetycznego, stanowiącego fundament współczesnej gospodarki globalnej. Wskazuje też, że proces transformacji rozciągnie się na długie dekady, a dalsze inwestycje w energetykę konwencjonalną pozostaną jej niezbędnym elementem.

Transformacja nie będzie prostą linią — będzie wymagała trudnych kompromisów. Konieczność równoczesnego uwzględnienia potrzeb wzrostu gospodarczego, bezpieczeństwa energetycznego i powszechnego dostępu do energii pokazuje, że nieodzowna jest bardziej pragmatyczna, elastyczna ścieżka zmian. ■

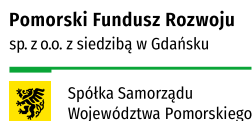
O AUTORACH

Daniel Yergin – Wiceprezes S&P Global. Jeden z najbardziej uznanych na świecie ekspertów w dziedzinie energii, geopolityki i gospodarki. Autor książek *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money, and Power* (za którą otrzymał Nagrodę Pulitzera), *The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World* oraz najnowszej: *The New Map: Energy, Climate, and the Clash of Nations*. Doradca rządów i instytucji międzynarodowych, wielokrotnie wyróżniany za wkład w analizę globalnych trendów energetycznych i bezpieczeństwa.

Peter Orszag – Prezes i Przewodniczący Rady Dyrektorów w Lazard. W latach 2009–2010 Dyrektor Biura Zarządzania i Budżetu (*Office of Management and Budget*) w administracji prezydenta Baracka Obamy. Wcześniej pełnił funkcję Dyrektora Biura Budżetowego Kongresu (*Congressional Budget Office*). Ekonomista i doradca polityczny, autor licznych publikacji dotyczących polityki fiskalnej, systemu ochrony zdrowia oraz długoterminowych wyzwań gospodarczych.

Atul Arya – Główny Strateg ds. Energii, S&P Global. Ekspert w zakresie globalnych trendów energetycznych, transformacji energetycznej i strategii korporacyjnych. Doradza rządowi, instytucjom międzynarodowym oraz firmom w kluczowych kwestiach związanych z energią i zmianami klimatu.

Partnerzy



Pomorski Thinkletter

2025 nr 3 (22)

WIELKA TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA - JAK JĄ WYGRAĆ DLA BEZPIECZEŃSTWA I ROZWOJU POLSKI?

O JAKĄ STAWKĘ GRAMY

- DRUGA FALA MODERNIZACJI CZY STAGNACJA?

WIELKI ENERGETYCZNY TRYLEMAT

- BEZPIECZEŃSTWO - DEKARBONIZACJA - KOSZTY

JAKI MODEL TRANSFORMACJI

- KONCENTRACJA CZY ROZPROSZENIE?

ILE INTEGRACJI - ILE AUTONOMII?

- MIĘDZY NIŻSZYMI KOSZTAMI A SUWERENNOŚCIĄ

NOWE ZACHOWANIA SPOŁECZNE

- OD BEZREFLEKSYJNEJ DO ŚWIADOMEJ KONSUMPCJI



POBIERZ CAŁĄ PUBLIKACJĘ

www.kongresobywatelski.pl

