

Transformacja energetyczna jako determinanta zrównoważonego rozwoju – ujęcie środowiskowe, ekonomiczne i społeczne

Energy transition as a determinant of sustainable development – environmental, economic and social perspectives



mgr inż. Łukasz Kozak

Uniwersytet Gdański, Szkoła Doktorska przy Wydziale Zarządzania
lukasz.kozak@phdstud.ug.edu.pl
ORCID: 0009-0008-0466-1654

Streszczenie

Transformacja energetyczna jest kluczowym elementem zrównoważonego rozwoju. Obejmuje zmiany technologiczne, gospodarcze i społeczne prowadzące do stworzenia niskoemisyjnego oraz bezpiecznego systemu energetycznego. Celem artykułu jest analiza jej środowiskowego, ekonomicznego i społecznego wymiaru oraz związanych z nią synergii i kompromisów. W aspekcie środowiskowym wskazano znaczenie odnawialnych źródeł energii, efektywności energetycznej i modernizacji infrastruktury, a także problem

rosnącego zapotrzebowania na surowce krytyczne. W części ekonomicznej omówiono rolę inwestycji, innowacji, finansowania i stabilnych regulacji. Analiza społeczna dotyczy sprawiedliwej transformacji, ubóstwa i bezpieczeństwa energetycznego oraz akceptacji zmian. Skuteczność procesu wymaga spójnej polityki publicznej, rozwoju technologii niskoemisyjnych i udziału społeczeństwa. Transformacja wspiera cele klimatyczne, konkurencyjność gospodarki, bezpieczeństwo energetyczne i jakość życia.

Słowa kluczowe transformacja energetyczna, zrównoważony rozwój, OZE, efektywność energetyczna, sprawiedliwa transformacja, bezpieczeństwo energetyczne

Abstract

The energy transition is a key element of sustainable development. It involves technological, economic, and social changes aimed at creating a low-carbon and secure energy system. This article analyses its environmental, economic, and social dimensions, including the main synergies and trade-offs. The environmental dimension highlights renewable energy, energy efficiency, infrastructure modernisation, and the growing demand for critical raw materials.

The economic dimension addresses the role of investment, innovation, financing, and stable regulations. The social analysis covers a just transition, energy poverty, energy security, and public acceptance. An effective transition requires coherent public policies, low-carbon technologies, investment, and public participation. It supports not only climate goals but also economic competitiveness, energy security, and quality of life.

Keywords energy transition, sustainable development, renewable energy, energy efficiency, just transition, energy security

WPROWADZENIE

Transformacja energetyczna należy do najważniejszych procesów kształtujących współczesny rozwój gospodarczy

i społeczny. Jej znaczenie wykracza poza zmianę sposobu wytwarzania energii – obejmuje również zagadnienia związane z ochroną środowiska, bezpieczeństwem

energetycznym, innowacyjnością gospodarki oraz jakością życia społeczeństwa. Rosnąca presja na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, zmiany klimatyczne



oraz konieczność zapewnienia stabilnych dostaw energii sprawiają, że transformacja energetyczna staje się jednym z kluczowych narzędzi realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Celem artykułu jest przedstawienie transformacji energetycznej jako determinanty zrównoważonego rozwoju poprzez analizę jej środowiskowego, ekonomicznego i społecznego wymiaru. Omówiono najważniejsze korzyści i wyzwania związane z procesem transformacji, a także wskazano wzajemne zależności, synergie oraz kompromisy występujące pomiędzy poszczególnymi obszarami tego procesu.

ŚRODOWISKOWY WYMIAR TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ – KORZYŚCI, WYZWANIA I UWARUNKOWANIA

W wymiarze środowiskowym transformacja energetyczna służy przede wszystkim redukcji emisji gazów cieplarnianych, ograniczeniu zanieczyszczeń oraz poprawie efektywności wykorzystania energii. Rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE), poprawa efektywności budynków i systemów ciepłowniczych oraz modernizacja infrastruktury energetycznej to podstawowe narzędzia poprawy jakości środowiska i realizacji celów neutral-

ności klimatycznej. Szczególne znaczenie ma transformacja sektora ciepłowniczego. Wdrażanie wysokosprawnej kogeneracji, sieci niskotemperaturowych oraz wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych ograniczają emisję gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza w obszarach zurbanizowanych. Modernizacja systemów ciepłowniczych zwiększa efektywność energetyczną, ogranicza zużycie paliw kopalnych, poprawia jakość powietrza oraz wzmacnia bezpieczeństwo energetyczne dzięki dywersyfikacji źródeł ciepła [1].

Rozwój OZE oraz zwiększanie ich udziału w budownictwie, przemyśle i transporcie prowadzi do redukcji emisji CO₂ i realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Proces ten obejmuje stopniowe zastępowanie paliw kopalnych niskoemisyjnymi źródłami energii oraz wdrażanie nowoczesnych technologii sprzyjających racjonalnemu wykorzystaniu zasobów. Jego przyspieszenie może poprawić efektywność energetyczną gospodarek oraz ograniczyć negatywny wpływ urbanizacji i działalności przemysłowej na środowisko naturalne. Jednocześnie zwiększa odporność systemów energetycznych na zmiany cen surowców oraz wzmacnia bezpieczeństwo energetyczne państw poprzez dywersyfikację źró-

deł energii. W konsekwencji rozwój OZE stanowi jeden z filarów współczesnej polityki klimatyczno-energetycznej oraz długofalowej transformacji w kierunku gospodarki niskoemisyjnej na świecie [2, 3].

Środowiskowe korzyści tej transformacji nie zwalniają jednak z refleksji nad jej śladem materiałowym. Rozwój OZE oraz technologii magazynowania energii wymaga dostępu do surowców krytycznych, co rodzi pytania o trwałość łańcuchów dostaw oraz środowiskowe konsekwencje ich wydobywania i przetwarzania. Rosnące zapotrzebowanie na lit, kobalt, nikiel, ind, tellur lub metale ziem rzadkich może prowadzić do napięć podaźowych i zwiększać zależność transformacji od ograniczonych zasobów mineralnych [4].

Eksploatacja minerałów wykorzystywanych w sektorze zielonej energii może generować nowe wyzwania środowiskowe i społeczne. Dotyczą one m.in. degradacji ekosystemów, wysokiego zużycia wody, emisji związanych z procesami wydobywczymi i przetwórczymi oraz konfliktów społecznych występujących w regionach eksploatacji złóż. W wielu przypadkach wydobywanie surowców krytycznych wiąże się również z ryzykiem naruszania zasad zrównoważonego rozwoju oraz pogłębiania

zależności gospodarczej od państw dysponujących ich największymi zasobami.

Odpowiedzią na te zagrożenia powinien być rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym, recykling komponentów energetycznych, poszukiwanie alternatywnych materiałów oraz dywersyfikacja technologii magazynowania energii i źródeł dostaw surowców. Istotne jest projektowanie technologii umożliwiających ponowne wykorzystanie materiałów oraz ograniczenie zużycia surowców krytycznych już na etapie produkcji urządzeń energetycznych [5].

EKONOMICZNY WYMIAR TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ – INWESTYCJE, INNOWACJE I INSTRUMENTY WSPARCIA

W wymiarze ekonomicznym transformacja energetyczna wiąże się z koniecznością ponoszenia wysokich nakładów inwestycyjnych. Równocześnie tworzy nowe rynki, impulsy modernizacyjne oraz możliwości budowania przewag konkurencyjnych. Obejmuje doskonalenie technologii

wytwórczych i magazynowych, finansowanie zielonych przedsięwzięć, cyfryzację oraz nowe formy organizacji rynku. Prowadzi do zmian strukturalnych w gospodarce, budowy nowoczesnej infrastruktury energetycznej oraz wzrostu znaczenia nowatorskich rozwiązań i działalności badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw. Rosnąca rola inwestycji niskoemisyjnych sprzyja ewolucji instrumentów finansowych i zmianie kierunków alokacji kapitału. W efekcie transformacja energetyczna staje się nie tylko odpowiedzią na wyzwania klimatyczne, lecz także ważnym czynnikiem długookresowego unowocześniania gospodarki oraz zwiększania jej odporności [6].

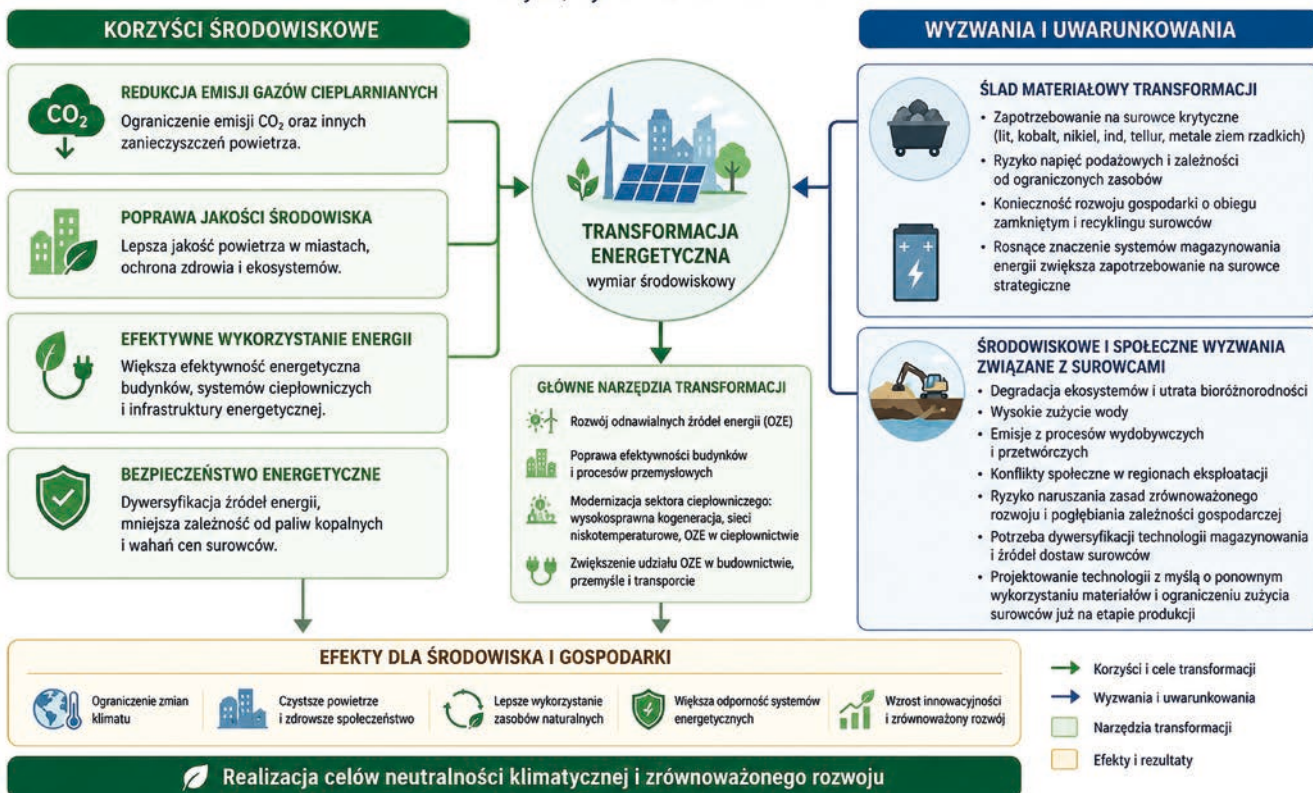
Istotnym elementem tych przemian są innowacje techniczne, procesowe, organizacyjne i finansowe. Pojawiają się produkty, usługi oraz instrumenty finansowe wspierające inwestycje w przedsięwzięcia energooszczędne i wykorzystujące OZE. Dynamiczny rozwój sektora zielonych technologii sprzyja współpracy przedsiębiorstw, jedno-

stek naukowych i instytucji finansowych oraz transferowi wiedzy i komercjalizacji innowacji. Rozwój technologii cyfrowych zwiększa efektywność alokacji kapitału, ułatwia finansowanie projektów związanych z transformacją energetyczną oraz usprawnia zarządzanie infrastrukturą i podejmowanie decyzji inwestycyjnych w oparciu o dane [7, 8].

Skuteczność ekonomiczna transformacji zależy od stabilności otoczenia rynkowego, instytucjonalnego i finansowego. Odpowiednie regulacje, rozwój rynku zrównoważonych inwestycji oraz uwzględnianie czynników środowiskowych, społecznych i zarządczych (ESG) wzmacniają skłonność inwestorów do angażowania kapitału w sektor OZE. Znaczenie mają przewidywalność polityki publicznej i długoterminowe mechanizmy wsparcia, które ograniczają ryzyko oraz ułatwiają realizację kapitałochłonnych przedsięwzięć. Sprzyja to rozwojowi nowych modeli biznesowych, zwiększaniu konkurencyjności przedsiębiorstw oraz budowaniu przewag opartych na innowacjach.

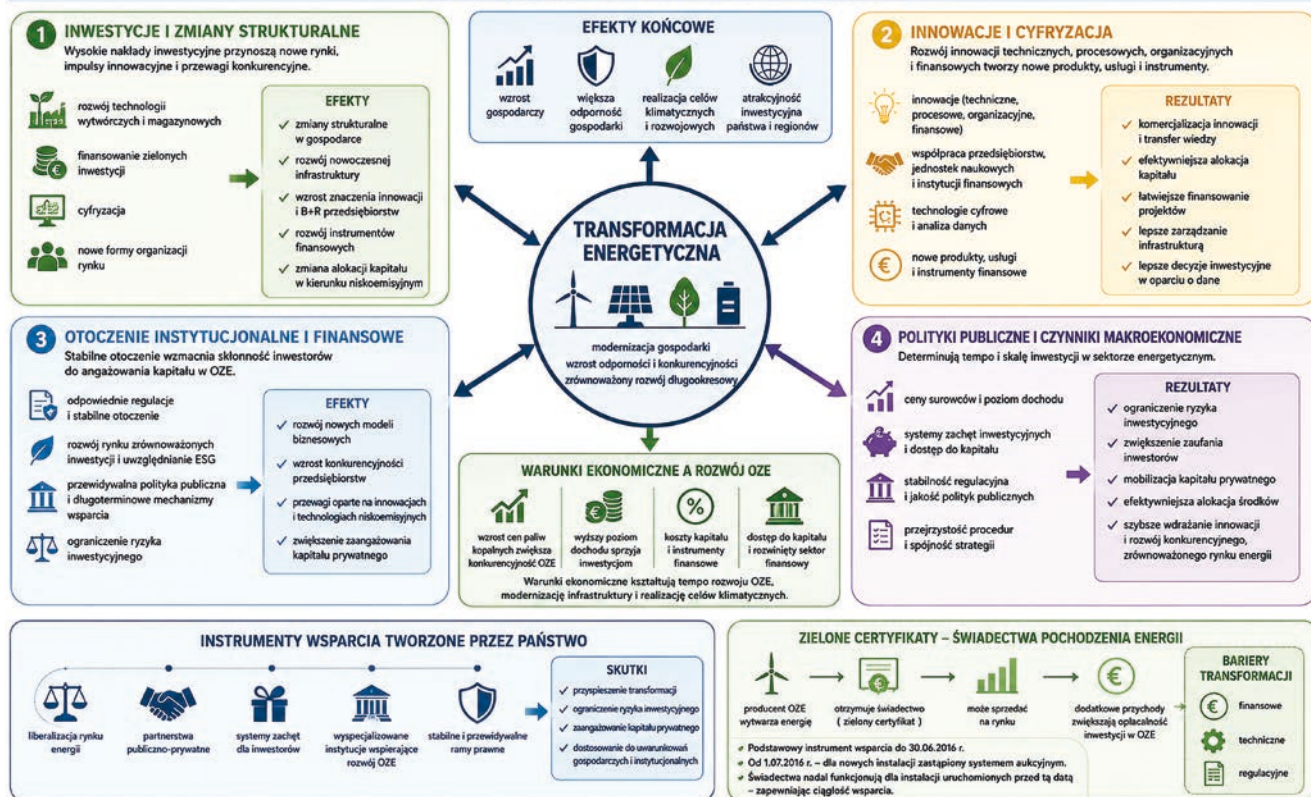
ŚRODOWISKOWY WYMIAR TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Korzyści, wyzwania i uwarunkowania



Rys. 1. Środowiskowy wymiar transformacji energetycznej

Ekonomiczny wymiar transformacji energetycznej – inwestycje, innowacje i instrumenty wsparcia



Rys. 2. Ekonomiczny wymiar transformacji energetycznej

W konsekwencji transformacja energetyczna może stać się ważnym czynnikiem modernizacji gospodarki, wzrostu gospodarczego oraz zwiększania atrakcyjności inwestycyjnej państwa i jego regionów [9].

Na tempo oraz skalę inwestycji w sektorze energetycznym wpływają również ceny surowców, poziom dochodu, systemy zachęt inwestycyjnych i dostęp do kapitału. Nie bez znaczenia pozostają przejrzystość procedur administracyjnych oraz spójność długoterminowych strategii rozwoju sektora energetycznego, które wpływają na poziom zaufania inwestorów [10].

Rozwój OZE pozostaje silnie powiązany z uwarunkowaniami ekonomicznymi. Wzrost cen paliw kopalnych zwiększa konkurencyjność technologii odnawialnych, natomiast wyższy poziom dochodu sprzyja finansowaniu infrastruktury energetycznej oraz wdrażaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych. Istotne znaczenie mają również koszty pozyskania kapitału i dostępność instrumentów finansowych

wspierających inwestycje w technologie niskoemisyjne. W efekcie warunki ekonomiczne determinują także skalę modernizacji infrastruktury energetycznej oraz zdolność gospodarki do osiągania długoterminowych celów klimatycznych i rozwojowych [2, 11].

Doświadczenia krajów realizujących ambitne programy transformacji pokazują, że liberalizacja rynku energii, partnerstwa publiczno-prywatne, systemy zachęt dla

Jednym z instrumentów ekonomicznego wsparcia rozwoju OZE w Polsce są świadectwa pochodzenia energii elektrycznej, potocznie określane jako zielone certyfikaty. Mechanizm ten polega na przyznawaniu producentom energii z OZE praw majątkowych potwierdzających wytworzenie tej energii, które mogą być przedmiotem obrotu na rynku. Takie rozwiązanie zwiększa opłacalność tych inwestycji, zapewniając producentom dodatkowe

Jednym z instrumentów ekonomicznego wsparcia rozwoju OZE w Polsce są świadectwa pochodzenia energii elektrycznej, potocznie określane jako zielone certyfikaty.

inwestorów oraz wyspecjalizowane instytucje wspierające rozwój OZE mogą znacząco przyspieszać tempo zmian. Równocześnie bariery finansowe, techniczne i regulacyjne pozostają jednymi z głównych czynników ograniczających tempo transformacji [12].

przychody. System zielonych certyfikatów przez wiele lat stanowił podstawowy instrument wsparcia, jednak od 1 lipca 2016 r. jego rolę wobec nowych instalacji przejął system aukcyjny wprowadzony ustawą o OZE. Świadectwa pochodzenia

nadal funkcjonują w odniesieniu do części instalacji uruchomionych przed tą datą, zapewniając ciągłość wsparcia dla istniejących OZE [13, 14].

SPOŁECZNY WYMIAR TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ – SPRAWIEDLIWA TRANSFORMACJA, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE I ROZWÓJ SPOŁECZNO-GOSPODARCZY

Wymiar społeczny transformacji energetycznej obejmuje przede wszystkim:

- sprawiedliwy dostęp do energii,
- akceptowalność kosztów transformacji,
- przeciwdziałanie ubóstwu energetycznemu,
- podział korzyści i obciążeń między grupami społecznymi oraz regionami.

Transformacja prowadzona bez odpowiednich zabezpieczeń może pogłębiać nierówności, zwłaszcza w regionach silnie uzależnionych od paliw kopalnych. Dlatego sprawiedliwa transformacja powinna uwzględniać nie tylko redukcję emisji ga-

zów cieplarnianych, lecz także społeczne i gospodarcze skutki zmian. Obejmuje to wsparcie regionów przechodzących restrukturyzację, ochronę pracowników i społeczności lokalnych oraz tworzenie nowych miejsc pracy i możliwości przekwalifikowania zawodowego. W tym ujęciu sprawiedliwość transformacji oznacza ochronę grup

stem kosztów energii i koniecznością finansowania inwestycji modernizacyjnych część gospodarstw domowych może mieć trudności z zaspokajaniem podstawowych potrzeb energetycznych. Zjawisko to prowadzi do pogorszenia jakości życia, wykluczenia społecznego oraz ograniczenia udziału w transformacji energetycznej. Ubóstwo

Sprawiedliwa transformacja powinna uwzględniać nie tylko redukcję emisji gazów cieplarnianych, lecz także społeczne i gospodarcze skutki zmian.

najbardziej narażonych na skutki zmian oraz zapewnienie im udziału w korzyściach wynikających z rozwoju nowych technologii energetycznych, by wzmacniać spójność społeczną i rozwój regionalny [15].

Dobrze zaprojektowana transformacja energetyczna może przyczyniać się do ograniczania ubóstwa energetycznego i poprawy jakości życia mieszkańców. Wraz ze wzro-

stem kosztów energii i koniecznością finansowania inwestycji modernizacyjnych część gospodarstw domowych może mieć trudności z zaspokajaniem podstawowych potrzeb energetycznych. Zjawisko to prowadzi do pogorszenia jakości życia, wykluczenia społecznego oraz ograniczenia udziału w transformacji energetycznej. Ubóstwo



Rys. 3. Społeczny wymiar transformacji energetycznej



Dlatego polityka transformacji energetycznej powinna łączyć instrumenty osłonowe z działaniami zwiększającymi dostępność i przystępność cenową energii [16].

Istotne jest zapewnienie dostępu do korzyści z transformacji różnym grupom społecznym. Zwiększenie udziału OZE sprzyja dywersyfikacji źródeł energii, ogranicza zależność od paliw kopalnych oraz zwiększa bezpieczeństwo energetyczne. Z kolei inwestycje w efektywność energetyczną budynków obniżają zużycie energii i koszty ich użytkowania, co ma szczególne znaczenie dla gospodarstw zagrożonych ubóstwem energetycznym, a jednocześnie poprawiają komfort użytkowania budynków i ograniczają emisję zanieczyszczeń [5].

Coraz większe znaczenie ma również społeczna legitymizacja transformacji energetycznej. Akceptacja ambitnych celów klimatycznych zależy od przekonania obywateli, że proces ten jest prowadzony w sposób transparentny, sprawiedliwy i uwzględniający interesy różnych grup społecznych. Budowanie zaufania społecznego wymaga prowadzenia otwartego dialogu oraz zapewnienia mieszkańcom realnego wpływu na decyzje dotyczące kierunków rozwoju lokalnej infrastruktury energetycznej. W tym kontekście

istotna jest energetyka obywatelska. Rozwój takich form współpracy wzmacnia poczucie współodpowiedzialności za proces transformacji oraz ułatwia osiąganie długoterminowych celów zrównoważonego rozwoju [17].

Rozwój energetyki odnawialnej generuje wymierne korzyści gospodarcze na poziomie lokalnym. Powstawanie instalacji wykorzystujących lokalne zasoby energii sprzyja rozwojowi przedsiębiorczości, zwiększa dochody mieszkańców oraz tworzy nowe miejsca pracy. Rozwój lokalnych łańcuchów dostaw i usług związanych z sektorem OZE wzmacnia potencjał gospodarczy regionów oraz zwiększa ich atrakcyjność inwestycyjną. Uczestnictwo mieszkańców i samorządów w procesie transformacji ułatwia dostosowanie przedsięwzięć do lokalnych potrzeb oraz wzmacnia trwałość efektów transformacji [18].

Korzyści społeczne obejmują poprawę jakości życia dzięki ograniczeniu zanieczyszczeń środowiska, zwiększeniu bezpieczeństwa energetycznego oraz tworzeniu nowych miejsc pracy w sektorach zielonych technologii. Poprawa jakości powietrza sprzyja ochronie zdrowia mieszkańców i ograniczeniu kosztów społecznych związanych z chorobami cywilizacyjnymi. Dzięki

temu transformacja energetyczna może stać się nie tylko instrumentem polityki klimatycznej, lecz także ważnym czynnikiem wzmacniania dobrobytu społecznego, konkurencyjności gospodarki i zrównoważonego rozwoju regionalnego [19, 20].

SYNERGIE I KOMPROMISY ŚRODOWISKOWYCH, EKONOMICZNYCH I SPOŁECZNYCH ASPEKTÓW TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Analiza środowiskowych, ekonomicznych i społecznych aspektów transformacji energetycznej wskazuje, że proces ten ma charakter wielowymiarowy i wykracza poza zmianę technologii wytwarzania energii. Oddziałuje jednocześnie na gospodarkę, społeczeństwo oraz środowisko naturalne, dlatego wymaga zintegrowanego podejścia uwzględniającego cele klimatyczne i uwarunkowania społeczno-gospodarcze. Rozwój OZE może ograniczać presję środowiskową oraz wspierać zrównoważony rozwój, jednak jego skuteczność zależy od jakości instytucji, stabilności regulacyjnej, dostępu do finansowania i poziomu technologicznego. Tylko równoczesne uwzględnienie tych czynników pozwala osiągnąć trwałe efekty środowiskowe, gospodarcze i społeczne oraz

budować nowoczesny, niskoemisyjny system energetyczny [21].

Przechodzenie do gospodarki niskoemisyjnej wymaga modernizacji infrastruktury energetycznej oraz wdrażania nowych technologii, co wiąże się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi ponoszonymi przez przedsiębiorstwa, gospodarstwa domowe i sektor publiczny. Państwa o gospodarce silnie opartej na paliwach kopalnych muszą pogodzić realizację ambitnych celów klimatycznych z utrzymaniem konkurencyjności gospodarki oraz akceptowalnych społecznie kosztów energii. Skutecznie przeprowadzona transformacja może jednak ograniczyć przyszłe koszty środowiskowe i ekonomiczne związane z utrzymywaniem wysokoemisyjnych modeli rozwoju oraz zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne i odporność gospodarki na zmiany cen surowców [22].

Transformacja energetyczna może generować korzyści wykraczające poza redukcję emisji gazów cieplarnianych. Rozwój OZE, magazynów energii, energetyki rozproszonej oraz technologii wodowych sprzyja wzrostowi innowacyjności, efektywności wykorzystania zasobów oraz bezpieczeństwa energetycznego. Jednocześnie zwiększa odporność systemów energetycznych na zakłócenia i ogranicza zależność od paliw kopalnych oraz importu. Szczęólnego znaczenia aspekt ten nabiera po kryzysie wywołanym agresją Rosji na Ukrainę. W efekcie bezpieczeństwo energetyczne i rozwój krajowych, niskoemisyjnych źródeł energii uznano za istotny element stabilności wielu państw [19].

Równocześnie transformacja energetyczna wywołuje istotne skutki społeczne oraz regionalne. W regionach uzależnionych od wydobywania i wykorzystania paliw kopalnych dekarbonizacja może prowadzić do restrukturyzacji lokalnych gospodarek, zmian na rynku pracy oraz wzrostu kosztów energii dla części odbiorców. Proces ten wymaga odpowiedniego planowania i działań łagodzących jego skutki społeczno-ekonomiczne. Dlatego coraz większego znaczenia nabiera koncepcja sprawiedliwej transformacji, obejmująca wsparcie regionów górniczych, ochronę gospodarstw do-

mowych zagrożonych ubóstwem energetycznym oraz włączanie społeczności lokalnych w proces zmian. Istotnym elementem pozostaje tworzenie nowych miejsc pracy, przekwalifikowanie pracowników oraz rozwój nowych gałęzi gospodarki. Uwzględnienie wymiaru społecznego sprzyja ograniczaniu napięć, trwałej akceptacji celów, wzmacnianiu spójności społecznej i zrównoważonemu rozwojowi regionalnemu [15].

Podsumowując, transformacja energetyczna nie ma charakteru liniowego ani bezkonfliktowego. W praktyce oznacza konieczność godzenia celów środowiskowych z wymogami konkurencyjności, bezpieczeństwa dostaw i spójności społecznej. Jest więc obszarem zarówno synergii, jak i kompromisów. Synergie pojawiają się tam, gdzie redukcja emisji współwystępuje z rozwojem innowacji, poprawą efektywności oraz wzrostem odporności gospodarki. Kompromisy ujawniają się natomiast tam, gdzie szybka dekarbonizacja oznacza wysokie koszty inwestycyjne, wzrost cen energii lub napięcia społeczne. ■

Literatura

- [1] Jachimowski A., „Zrównoważony rozwój w kontekście nowych zmian w ciepłownictwie systemowym” w: *Polish Journal for Sustainable Development*, t. 28, nr 1, 2024, s. 99–102.
- [2] Saleh H.M., Hassan A.I., „The challenges of sustainable energy transition: A focus on renewable energy” w: *Applied Chemical Engineering*, t. 7, nr 2, 2024, s. 1–4.
- [3] Mahmood H., Furqan M., „Renewable energy transition, urbanization, and environment nexus in the Middle East and North Africa: Cross sectional dependence analyses” w: *Environmental Economics*, nr 16, nr 1, 2025, s. 89–101.
- [4] Han M., Li P., „Harmonizing critical mineral resources with storage-integrated renewable energy transition in China” w: *Energy Conversion and Management*, t. 333, art. 119785, 2025, s. 2–6.
- [5] Su'ait M.S., Ludin N.A., Sopian K., „Introduction to Renewable Energy Technologies and Energy Transition Strategies” w: *Renewable Energy Technologies and Strategies in the Global Energy Transition*, ACS Symposium Series, Washington: American Chemical Society, 2025, s. 1–9.
- [6] Rybarz M., „Transformacja energetyczna jako katalizator zmian strukturalnych w gospodarce” w: *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk*, nr 1(112), 2024, s. 73–76.
- [7] Bac M., „W poszukiwaniu innowacji na rynku nieruchomości” w: *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, t. 24, nr 1, 2014, s. 12–14.
- [8] Qin Q., Tan L., „Lighting a green future: The role of FinTech in the renewable energy transition” w: *Science Progress*, t. 108, nr 1, 2025, s. 2–5.
- [9] Ozkan O., Naimoglu M., Dam M.M., „The Impact of ESG-Related, Financial, and Geopolitical Uncertainties on the Renewable Energy Transition in the United States” w: *Business Strategy and the Environment*, nr 34, 2025, s. 7865–7867.
- [10] Zhao W. i in., „Investigating the role of good governance system in renewable energy transition in China and USA” w: *Sustainable Futures*, t. 10, art. 100943, 2025, s. 1–3.
- [11] Vasa L. i in., „Economic and environmental drivers of renewable energy transition in the EU” w: *Environmental Economics*, t. 15, nr 2, 2024, s. 232–234.
- [12] Choukri K., Naddami A., Hayani S., „Renewable energy in emergent countries: lessons from energy transition in Morocco” w: *Energy, Sustainability and Society*, t. 7, nr 25, 2017, s. 1–4.
- [13] Czarnecka M., Ogiński T. (red.), *Prawo energetyczne. Ustawa o odnawialnych źródłach energii. Ustawa o rynku mocy. Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych. Komentarz*, Warszawa: C.H. Beck, 2020, s. 873–920.
- [14] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz.U. z 2026 r. poz. 68 ze zm.), art. 44–84.
- [15] Michalik S., Zieliński D., *Transformacja energetyczna w Polsce w świetle strategicznych dokumentów rządowych i analiz badawczych*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – ITECH Instytut Innowacji i Technologii, Warszawa, 2024, s. 7, 38–41.
- [16] Mróz M., „Zjawisko ubóstwa energetycznego w krajach Europy Środkowo-Wschodniej w świetle zrównoważonego rozwoju” w: *Mysł Ekonomiczna i Polityczna*, nr 4B(83), 2024, s. 142–147.
- [17] Benduch D., „ESG jako narzędzie stymulujące rozwój zielonej transformacji energetycznej” w: *Prawo i Więź*, nr 4(57), 2025, s. 324–327.
- [18] Poskrobko B., Sidorczuk-Pietraszko E., *System zarządzania energią jako instrument zrównoważonego rozwoju na poziomie lokalnym*, materiał źródłowy, s. 136–137.
- [19] Igliński B. i in., „Renewable energy transition in Europe in the context of renewable energy transition processes in the world. A review” w: *Heliyon*, t. 10, art. e40997, 2024, s. 1–7.
- [20] Gołabeska E., Harasimowicz A., *Wybrane problemy związane z realizacją systemów wykorzystujących zieloną energię*, Białystok: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2023, s. 14–22.
- [21] Yeboah F.K. i in., „Balancing socioeconomic progress, renewable energy transition, and long-term environmental sustainability in fast-developing African nations” w: *Environment, Development and Sustainability*, nr 27, 2025, s. 1–3.
- [22] Jeżowski P., „Polityka klimatyczno-energetyczna kluczową barierą rozwoju zrównoważonego w Polsce” w: *Optimum. Studia Ekonomiczne*, nr 4(88), 2017, s. 69–72.