

TEMAT LEKCJI

# Dlaczego świat odchodzi od paliw kopalnych?



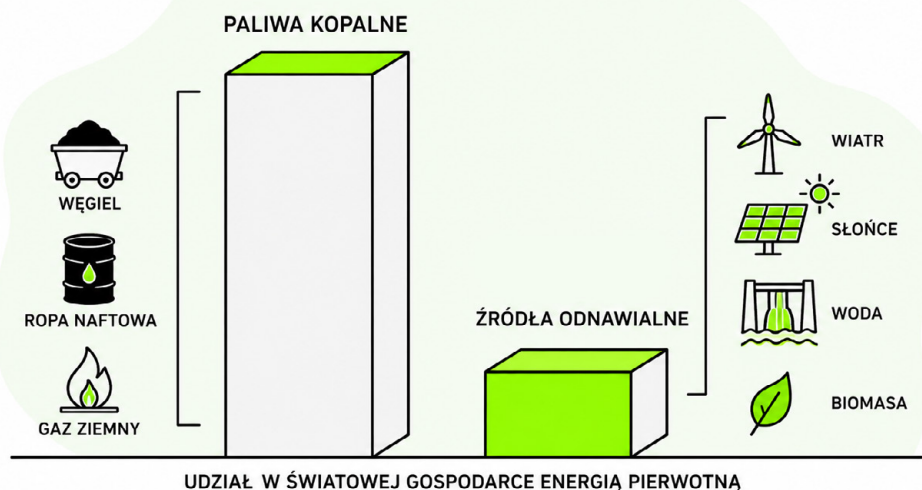
**Uczniowie dowiedzą się, dlaczego współczesny świat stopniowo odchodzi od paliw kopalnych i jakie stoją za tym powody: klimatyczne, strategiczne oraz przemysłowe.** Lekcja pokazuje transformację energetyczną nie tylko jako odpowiedź na zmianę klimatu, ale także jako proces wpływający na bezpieczeństwo państw, konkurencyjność gospodarek i rozwój nowych technologii.

**Po zakończeniu lekcji uczniowie powinni znać odpowiedzi na następujące pytania:**

1. Dlaczego paliwa kopalne nadal mają tak duże znaczenie w światowej gospodarce?
2. Jak spalanie paliw kopalnych wpływa na klimat i emisje gazów cieplarnianych?
3. Na czym polega efekt cieplarniany i dlaczego jego wzmocnienie jest problemem?
4. Dlaczego wzrost średniej temperatury Ziemi o około 1,2–1,3°C ma poważne konsekwencje?
5. Dlaczego sama adaptacja do zmiany klimatu nie wystarczy?
6. W jaki sposób uzależnienie od ropy, gazu i węgla wpływa na bezpieczeństwo państw?
7. Dlaczego energia jest elementem geopolityki?
8. Jak OZE, magazyny energii i elektryfikacja mogą zwiększać odporność państw na kryzysy?
9. Dlaczego transformacja energetyczna jest także szansą gospodarczą i przemysłową?
10. Jak transformacja energetyczna może wpłynąć na miejsca pracy, regiony i lokalne społeczności?

## CZĘŚĆ 1

### Wprowadzenie do dyskusji na temat obecnego paradygmatu energetycznego światowej gospodarki



Paliwa kopalne wciąż odpowiadają za ok. **80% światowego zużycia energii** pierwotnej. Sytuacja ta wygląda nieco lepiej w **elektroenergetyce**: Udział paliw kopalnych w światowej produkcji energii elektrycznej **wynosi ok. 60%**.

Taki układ (paradygmat) stanowi spuściznę **pierwszej rewolucji przemysłowej**, która polegała na gwałtownym zwiększeniu zużycia energii – obecnie żyjący ludzie zużywają ok. 70 razy więcej energii w ciągu roku niż ludzie żyjący w połowie XIX wieku. Ma to swoje konsekwencje: w ciągu ostatnich 200 lat spalanie paliw kopalnych przyczyniło się do najszybszego w znanej historii geologicznej Ziemi wzrostu emisji

gazów cieplarnianych i średniej globalnej temperatury. **Stężenie CO<sub>2</sub>** w atmosferze wzrosło o 50% (z poziomu ok. 290 do 430 cząsteczek na milion cząsteczek powietrza), a średnia globalna temperatura zwiększyła się o **1,2-1,3 °C**.

Obecnie zachodząca transformacja energetyczna to również **rewolucja przemysłowa**. Jej celem jest zmiana korzystania z energii: globalna gospodarka wciąż polegać ma na jej wysokiej konsumpcji, ale metody dostaw mają stać się nisko- i zeroemisyjne.

Transformacja energetyczna zachodzi z trzech głównych powodów: klimatycznego, strategicznego i przemysłowego.



## CZĘŚĆ 2

# Klimatyczny powód transformacji energetycznej

**Spalanie paliw kopalnych** jest głównym źródłem antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych, odpowiadając za ok. **70-75% globalnych emisji** tych substancji. Pozostałą część stanowi przede wszystkim metan uwalniany przez przemysłową hodowlę zwierząt.

Kluczowym mechanizmem stojącym za współczesnym ociepleniem jest **efekt cieplarniany**, czyli naturalne zjawisko fizyczne, bez którego średnia temperatura na Ziemi wynosiłaby ok.  $-18^{\circ}\text{C}$ . Polega ono na tym, że atmosfera przepuszcza promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi, ale częściowo zatrzymuje promieniowanie podczerwone (ciepło) emitowane po odbiciu się od powierzchni planety; odpowiadają za to tzw. gazy cieplarniane, przede wszystkim para wodna, dwutlenek węgla, metan i podtlenek azotu.

Problem współczesnej zmiany klimatu nie polega na istnieniu efektu cieplarnianego, lecz na jego **wzmocnieniu przez działalność człowieka**. Zwiększenie np. stężenia  $\text{CO}_2$  czy metanu w atmosferze powoduje, że więcej energii cieplnej zostaje „uwięziona” w systemie klimatycznym Ziemi.

Efekt tych emisji jest **kumulacyjny**: związki chemiczne, takie jak  $\text{CO}_2$  czy metan pozostają w atmosferze przez dziesiątki do setek lat, co oznacza, że skutki historycznej industrializacji nadal się **akumulują**, nawet gdyby tempo emisji zostało zahamowane.

Konsekwencją tego procesu jest wzrost średniej globalnej temperatury o ok.  $1,2\text{--}1,3^{\circ}\text{C}$  względem epoki przedprzemysłowej (tj. przed 1850 r.), co już dziś przekłada się na częstsze i intensywniejsze fale upałów, susze, powodzie oraz ekstremalne zjawiska pogodowe.

Wzrost temperatury nie jest liniowy w skutkach: każde kolejne  **$0,1^{\circ}\text{C}$  zwiększa ryzyko przekroczenia punktów krytycznych** w systemie klimatycznym. Już teraz co sekundę atmosfera Ziemi absorbuje tyle dodatkowej energii, ile wydzieliliby 12 bomb jądrowych zrzuconych na Hiroszimę. Można to zapisać następującym równaniem:  $12 \times (6,3 \times 10^{13} \text{ J})$ , czyli (12 razy 63 biliony dżuli). Dla porównania: żeby ogrzać jeden litr wody o  $1^{\circ}\text{C}$ , potrzeba 4190 J. Transformacja energetyczna w wymiarze klimatycznym ma więc charakter prewencyjny: jej celem jest **ograniczenie dalszego wzrostu koncentracji gazów cieplarnianych** i uniknięcie scenariuszy, w których adaptacja do zmian klimatu stanie się niewystarczającą lub niemożliwą.



### Możliwe pytania do dyskusji:

#### Klimat zawsze się zmieniał, więc co tu jest nadzwyczajnego?

W przeszłości klimat Ziemi zmieniał się naturalnie, ale zwykle w skali tysięcy lub nawet setek dziesiątek tysięcy lat. Obecne ocieplenie zachodzi w tempie liczonym w dekadach i jest bezpośrednio powiązane z emisjami gazów cieplarnianych ze spalania paliw kopalnych. Różnica nie polega na samym zjawisku zmiany, tylko na jej szybkości i przyczynie – bieżąca zmiana klimatu jest ok. 30 razy szybsza od najszybszych znanych z geologii procesów tego rodzaju. Po raz pierwszy jest też w tak dużym stopniu skutkiem działalności jednego gatunku – człowieka.

#### Czy $\text{CO}_2$ naprawdę ma aż taki wpływ na klimat, skoro stanowi tylko 0,04% atmosfery?

$\text{CO}_2$  działa jak regulator bilansu energetycznego planety. Nie musi być go dużo, żeby miał znaczenie, liczy się jego zdolność do pochłaniania promieniowania podczerwonego. Zwiększenie jego stężenia powoduje, że więcej energii zostaje w systemie klimatycznym Ziemi. Co więcej, te „0,04% atmosfery” odpowiada za całe życie biologiczne na planecie, gdyż dwutlenek węgla jest niezbędny np. w procesie fotosyntezy. Można też pokusić się o eksperyment myślowy: przyjęcie dawki trucizny (np. cyjanku potasu) odpowiadającej 0,04% wagi dorosłego człowieka byłoby dla niego śmiertelne – co świadczy o tym, że nawet niewielka ilość odpowiedniej substancji może przynieść katastrofalne skutki.

#### Skąd wiemy, że za współczesne ocieplenie odpowiada człowiek, a nie Słońce?

Zmiany w promieniowaniu słonecznym nie tłumaczą obserwowanego stałego trendu wzrostowego w średniej globalnej temperaturze. Ilość energii docierającej od uwagi te zmiany, to obecnie temperatura Ziemi powinna spadać, a tymczasem gwałtownie rośnie.

#### Czy $1,2^{\circ}\text{C}$ wzrostu naprawdę robi różnicę?

System klimatyczny nie działa liniowo. Nawet niewielkie zmiany średniej temperatury przekładają się na duże zmiany w całości układu. Można to porównać do temperatury ciała człowieka. Z pozoru różnica między  $36,6$  a  $38$  st. C jest niewielka, ale samopoczucie w tych dwóch stanach zmienia się diametralnie.

#### Czy nie lepiej po prostu się dostosować?

Adaptacja jest konieczna, ale ma granice. Można budować wały przeciwpowodziowe i systemy odporności miast, ale nie da się w nieskończoność adaptować do rosnącej temperatury i ekstremów pogodowych. Transformacja energetyczna działa u źródła problemu, czyli ogranicza tempo zmian, do którego już teraz trzeba się adaptować.

## CZĘŚĆ 3

### Strategiczny powód transformacji energetycznej

Współczesny system energetyczny świata jest silnie uzależniony od paliw kopalnych, których **zasoby i produkcja są nierównomiernie rozłożone geograficznie**, co tworzy trwałe zależności handlowe i polityczne między importerami a eksporterami energii.

W praktyce oznacza to, że energia, czyli podstawowy zasób gospodarki, pozostaje elementem **geopolityki**, a nie wyłącznie rynku, co widać szczególnie w przypadku ropy i gazu ziemnego. Koncentracja większości wydobycia w określonej liczbie państw powoduje powstawanie tzw. „**punktów wrażliwości strategicznej**”, gdzie zakłócenia dostaw (wojny, sankcje, decyzje polityczne, niestabilność wewnętrzna) mogą natychmiast przenosić się na gospodarki importujące. Takie punkty to nie tylko poszczególne **kraje** (np. Rosja, Iran, Wenezuela, Arabia Saudyjska, USA), ale także arterie komunikacyjne – **cieśniny** (Ormuz, Malakka), **kanały** (Kanał Sueski, Kanał Panamski), **rurociągi** (Nord Stream, Przyjaźń).

Przykładem tej zależności jest **Europa**, która opiera swoje bezpieczeństwo energetyczne na imporcie surowców, co ogranicza jej autonomię w polityce gospodarczej i zagranicznej. W latach 2021-2026 Europejczycy dwukrotnie zmagali się z kryzysami energetycznymi wynikającymi z zaburzeń w dostawach paliw kopalnych.

Paliwa kopalne są jednocześnie zasobem magazynowanym i transportowanym **globalnie**, co czyni je podatnymi na **szoki cenowe** wynikające nie tylko z podaży i popytu, ale także z ryzyka geopolitycznego. Dla przykładu: ze względu na kryzys energetyczny w 2022 r. gaz na rynku europejskim był 35 razy droższy niż w USA. Transformacja energetyczna polegająca na przechodzeniu na **lokalne źródła generacji** energii elektrycznej i **magazynowanie energii** połączone z **elektryfikacją** gospodarki w wymiarze strategicznym ma na celu ograniczenie tej zależności.

W tym sensie przejście od paliw kopalnych do źródeł niskoemisyjnych to próba „odpolitycznienia” części systemu energetycznego i zmniejszenia podatności gospodarek na **zewnętrzne naciski**. Transformacja energetyczna staje się więc narzędziem **zwiększania suwerenności** strategicznej państw, a tym samym ich odporności strategicznej w warunkach rosnącej niestabilności międzynarodowej.



#### Możliwe pytania do dyskusji:

##### Czy transformacja energetyczna daje całkowitą autonomię?

Transformacja energetyczna umożliwia przejście z importu paliw kopalnych na import technologii. To oznacza mniejszą podatność na pojedyncze szoki dostaw i decyzje polityczne kilku państw. Technologie – w odróżnieniu od złóż surowców – są znacznie łatwiejsze w lokowaniu geograficznym (fabrykę można przenieść, ale złoża np. ropy już nie) i trwalsze po zaimportowaniu (sprowadzony zza granicy węgiel od razu się spala, a zaimportowany panel fotowoltaiczny pracuje po 20-25 lat). Warto zaznaczyć, że w świecie globalnej gospodarki nie ma systemu całkowicie pozbawionego zależności – są tylko systemy o różnym poziomie ryzyka.

##### Czy odnawialne źródła energii nie tworzą nowych zależności państwowych, np. od Chin i surowców krytycznych?

Transformacja nie usuwa całkowicie zależności, tylko je przesuwa i ogranicza: z paliw kopalnych na tańcuchy dostaw technologii, które nie są ciągłe, ale jednorazowe. Dobra ta są trudniejsze do „odcięcia” niż np. dostawy gazu czy ropy, bo nie wymagają nieustannego importu, a sprowadzone komponenty pracują przez dekady.

##### Dlaczego w ogóle energia jest kwestią geopolityczną?

Bez energii nie działa nic: przemysł, transport, wojsko, system finansowy. Państwa, które kontrolują źródła energii lub ich przepływ, zyskują realny wpływ polityczny, któremu trudno się oprzeć. To dlatego ropa i gaz od dekad są narzędziem nacisku, a nie tylko towarem. Świat przekonał się o tym m.in. w roku 1973, 1979, 2022 i 2026.

##### Czy Europa rzeczywiście jest „energetycznie zależna”?

Europa ma bardzo skromne zasoby własnych paliw kopalnych, więc przez lata opierała się na imporcie. Kraje Unii Europejskiej importują 75% zużywanego węgla, 90% gazu i 97% ropy i paliw. Transformacja ma tę zależność zmniejszyć poprzez lokalne źródła energii oraz elektryfikację gospodarki.

##### Czy transformacja nie będzie zbyt droga?

Transformacja będzie kosztować sporo pieniędzy, ale naprawdę drogie będzie pozostawanie przy paliwach kopalnych – zwłaszcza w Europie. Tylko w 2022 roku Unia Europejska musiała przeznaczyć na rynek 1 bln euro, żeby stabilizować ceny energii z uwagi na kryzys dostaw paliw kopalnych. Z kolei w latach 2021-2024 kraje UE zapłaciły za importowane surowce energetyczne 1,8 bln euro. Oznacza to, że w ciągu zaledwie 4 lat UE wydała więcej na import i kryzys paliw kopalnych niż Polska planuje wydać na swoją transformację energetyczną do 2050 roku.

## CZĘŚĆ 4

### Przemysłowy powód transformacji energetycznej

Transformacja energetyczna nie jest wyłącznie kosztem, to również proces tworzenia **nowych sektorów gospodarki** i przebudowy istniejących łańcuchów wartości.

Rozwój technologii nisko- i zeroemisyjnych generuje nowe rynki o rosnącej skali, w których rozpoczyna się globalna konkurencja o udział i przewagi technologiczne.

Państwa i przedsiębiorstwa, **które wcześniej zbudują kompetencje** przemysłowe w tych obszarach, mogą uzyskać **trwałe korzyści ekonomiczne**: miejsca pracy, eksport technologii, kontrolę nad kluczowymi segmentami łańcucha dostaw. Dla przykładu: Chiny już w 11% oparły swoje PKB na sektorach związanych z

transformacją.

Jednocześnie transformacja oznacza **ryzyko dla sektorów opartych na paliwach kopalnych**. Aktywa takie jak elektrownie węglowe czy infrastruktura wydobywcza mogą tracić wartość ekonomiczną.

Zmienia się również charakter konkurencyjności gospodarek: rosnące znaczenie mają **koszty energii i ślad węglowy produkcji**, co wpływa na lokalizację przemysłu oraz dostęp do rynków (np. poprzez regulacje klimatyczne i mechanizmy typu opłaty za emisje).

Transformacja energetyczna wymusza także **rozwój nowych kompetencji** technologicznych i organizacyjnych, takich jak cyfryzacja systemów energetycznych, zarządzanie popytem czy integracja rozproszonych źródeł energii. To pokazuje, że w przypadku transformacji energetycznej można mówić o pełnoprawnej rewolucji przemysłowej: polega ona bowiem nie tylko na zmianie źródeł energii, ale również sposobu produkcji, dystrybucji i konsumpcji dóbr.



#### Możliwe pytania do dyskusji:

##### Czy transformacja energetyczna to koszt czy szansa dla gospodarki?

Jedno i drugie, ale w różnych horyzontach czasowych. Krótkoterminowo oznacza spore nakłady inwestycyjne i presję na istniejące sektory. Długoterminowo tworzy nowe rynki, miejsca pracy i przewagi technologiczne. Problem polega na tym, kto przetrwa fazę kosztów i zdąży wejść w fazę zysków.

##### Kto dziś wygrywa przemysłowo na transformacji?

Przede wszystkim kraje, które szybko zbudowały skalę produkcji technologii niskoemisyjnych, czyli np. Chiny. Ale to nie jest gra zakończona: Europa i USA próbują odbudować swoje kompetencje poprzez odpowiednią politykę przemysłową.

##### Czy stare sektory, jak górnictwo czy energetyka konwencjonalna, są skazane na zamknięcie?

Znaczenie tych branż będzie maleć. Problemem nie jest samo istnienie tych sektorów, tylko ich ekonomiczna opłacalność w świecie rosnących kosztów emisji i konkurencji ze strony tańszych technologii. To raczej proces kurczenia się niż nagłego zniknięcia. Niemniej, rewolucje przemysłowe to zjawiska, które zmieniają dogłębnie gospodarki – np. pierwsza rewolucja przemysłowa przyniosła bardzo głęboką redukcję udziału zwierząt w transporcie oraz spadek zatrudnienia w zawodach z tym związanych.

##### Dlaczego koszt energii ma takie znaczenie dla przemysłu?

Energia jest jednym z podstawowych kosztów produkcji. Jeśli jest droga lub niestabilna, przemysł traci konkurencyjność. Dlatego dostęp do taniej i przewidywalnej energii staje się jednym z głównych czynników decydujących o tym, gdzie lokowane są inwestycje.

##### Czy transformacja oznacza „deindustrializację” Europy?

Tylko jeśli zostanie źle przeprowadzona. Wysokie ceny energii i regulacje mogą wypychać przemysł poza UE, ale jednocześnie transformacja daje szansę na rozwój nowych gałęzi gospodarki. Innymi słowy: to nie jest wyrok, tylko swoista gra o wielu możliwych scenariuszach.

## CZĘŚĆ 5

## Dyskusja podsumowująca

## Jak transformacja wpłynie na region?

Czy już teraz widać w okolicy rezultaty tego procesu?

## Które technologie transformacji stały się normą we współczesnym świecie?



Notatki:

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the entire width of the page. There are no margins, text, or other markings present.