

Olimpia Kozłowska

25.06.2026 Sosnowiec

2. Ogólnopolska Konferencja Przyszłość Terenów Pogórniczych

Zielona transformacja zaczyna się w kopalni

**Każda technologia redukująca emisje CO₂ powstaje dzięki
surowcom mineralnym pozyskiwanym z Ziemi**



**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**
państwowa służba geologiczna

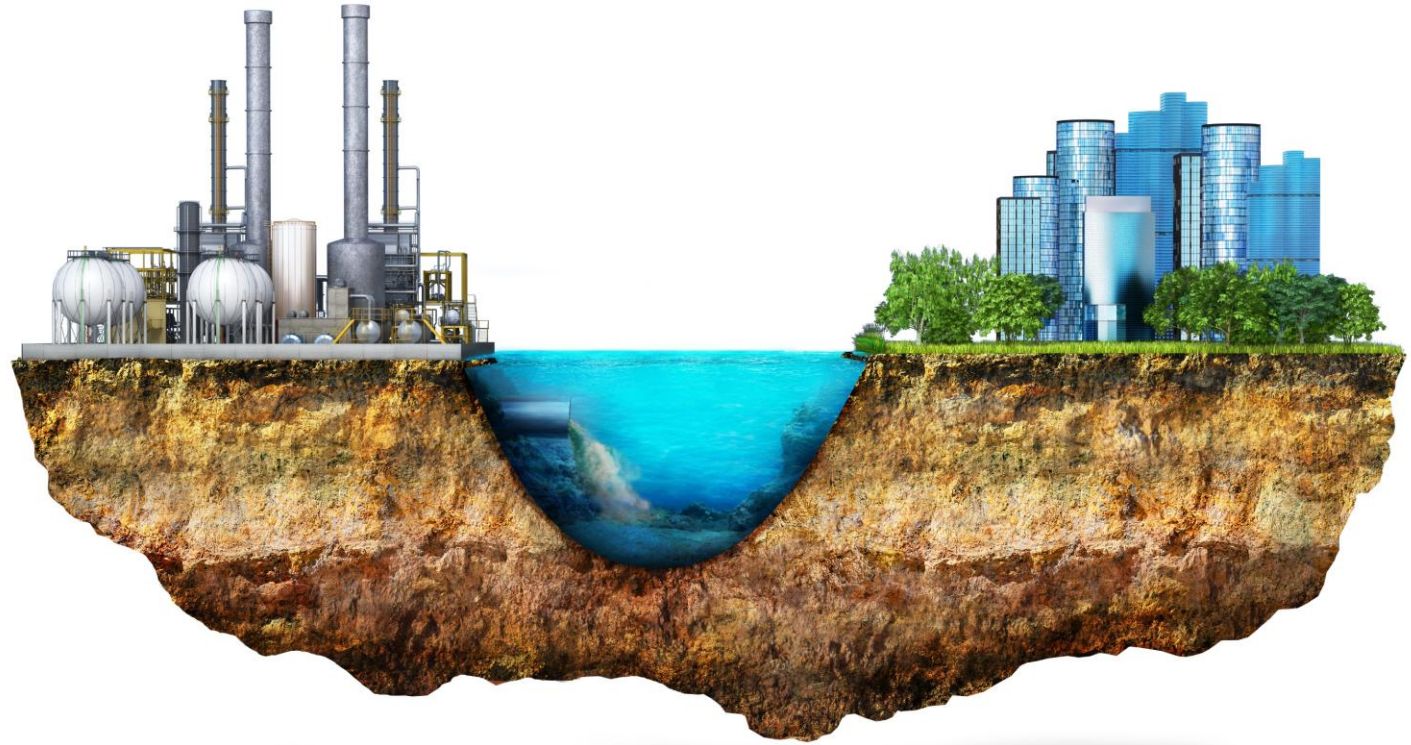
pgi.gov.pl

Zielona transformacja

Zielona transformacja to proces zmian technologicznych, gospodarczych i społecznych, które ukierunkowane są na ograniczenie wpływu działalności człowieka na środowisko.

Źródła energii niekonwencjonalnej:

- **wiatr**
- **energia słoneczna**
- woda
- ciepło Ziemi - geotermia



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

Źródła energii odnawialnej

Wiatraki

Co jest potrzebne do budowy elektrowni wiatrowej?

wiatr? turbiny? przewody elektryczne?

Nie!

Najpierw potrzebna jest kopalnia.

Surowiec	Zastosowanie
Molibden	stale konstrukcyjne
Miedź	uzwojenia generatorów
Cynk	zabezpieczenia antykorozyjne
Neodym	magnesy trwałe
Żelazo	wieża i fundamenty



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

Energia wiatrowa.

Wiatraki i turbiny

Zestawienie najważniejszych surowców w podziale na części wiatraka:

- **Wieża i fundamenty:** ruda **żelaza** przetwarzana na **stal**, **kruszywa** (żwir, piasek), **wapień** (do produkcji cementu).
- **Generator i okablowanie:** **miedź** (wykorzystywana do budowy cewek generatora oraz tysięcy metrów okablowania przesyłającego prąd), **aluminium**.
- **Magnesy trwałe (turbiny bezprzekładniowe):** metale ziem rzadkich, takich jak **neodym**, **prazeodym** oraz **dysproz**.
- **Łopaty wirnika:** **krzemionka** (do produkcji włókna szklanego) oraz **węgiel** (włókna węglowe).
- **Podzespoły mechaniczne:** metale wzmacniające stal: **molibden**, **chrom** czy **cynk**.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

Energia solarna.

Panele fotowoltaiczne

Jak powstaje panel fotowoltaiczny?

Kopalnia kwarcu

↓
Redukcja krzemionki (SiO_2) – procesy chemiczne

↓
produkcja krzemu metalurgicznego w piecu elektrycznym 1800-2000 st C

↓
oczyszczanie do krzemu solarnego (99,9999% czystości – czystość półprzewodnikowa)

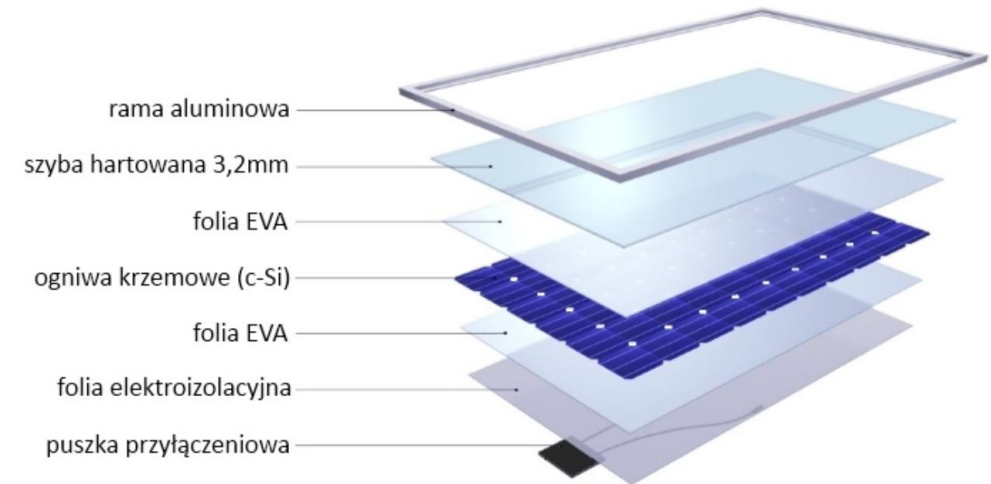
↓
produkcja monokryształów lub polikryształów - to proces wieloetapowy, obejmujący reakcje chemiczne, destylację i wielokrotne rekryształowanie, co dodatkowo zwiększa intensywność energetyczną całego łańcucha - Produkcja monokryształów krzemu odbywa się w specjalistycznych piecach, w których materiał jest utrzymywany w stanie kontrolowanego wzrostu przez wiele godzin, a często nawet dni.

↓
cięcie na wafle

↓
ogniwa fotowoltaiczne

↓
moduł fotowoltaiczny

Już na pierwszy rzut oka widać, że jest to długi energochłonny, presjogenny i przemysłowo zaawansowany proces



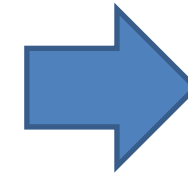
Panele fotowoltaiczne.

Energochłonność produkcji Ślad węglowy

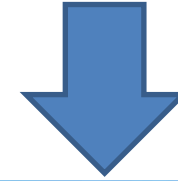
Do wyprodukowania jednego standardowego panelu fotowoltaicznego o mocy ok. 450–500 Wp potrzeba od **~1000 do ~1500 kWh** energii elektrycznej.

Całkowity ślad energetyczny (tzw. *energia wbudowana*) rozkłada się w procesie produkcji następująco:

- **Wydobycie i rafinacja krzemu:** około 450 kWh,
- **Produkcja ogniw słonecznych:** około 120 kWh,
- **Montaż modułu (szkło, folie, kable, rama):** około 190 kWh.



PALIWA KOPALNE



Fot. Adam Jaroński



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

Elektromobilność i magazyny energii.

Aluminium

Aluminium, pochodzące z boksytu, jest kluczowe zarówno w energetyce, jak i transporcie.

Jest lekkie, odporne na korozję i szeroko wykorzystywane w konstrukcjach energetycznych, liniach przesyłowych oraz pojazdach elektrycznych.

Grafit i baterie

Grafit jest jednym z mniej widocznych, ale kluczowych surowców transformacji.

Stanowi podstawowy materiał anod w większości baterii litowo-jonowych.

Bez niego rozwój elektromobilności i magazynów energii byłby niemożliwy.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Skąd pochodzą te surowce?

Przejsie na technologie niskoemisyjne nie zmniejsza zapotrzebowania na materiały — często je zwiększa. Oznacza to, że kluczowym elementem transformacji staje się nie tylko energia, ale również dostęp do surowców energetycznych, metalicznych, chemicznych i skalnych.

Nowoczesne górnictwo.

Warto również podkreślić, że współczesne górnictwo znacząco różni się od obrazu historycznego.

Obejmuje automatyzację, monitoring środowiskowy, rekultywację terenów oraz coraz bardziej rygorystyczne standardy środowiskowe.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

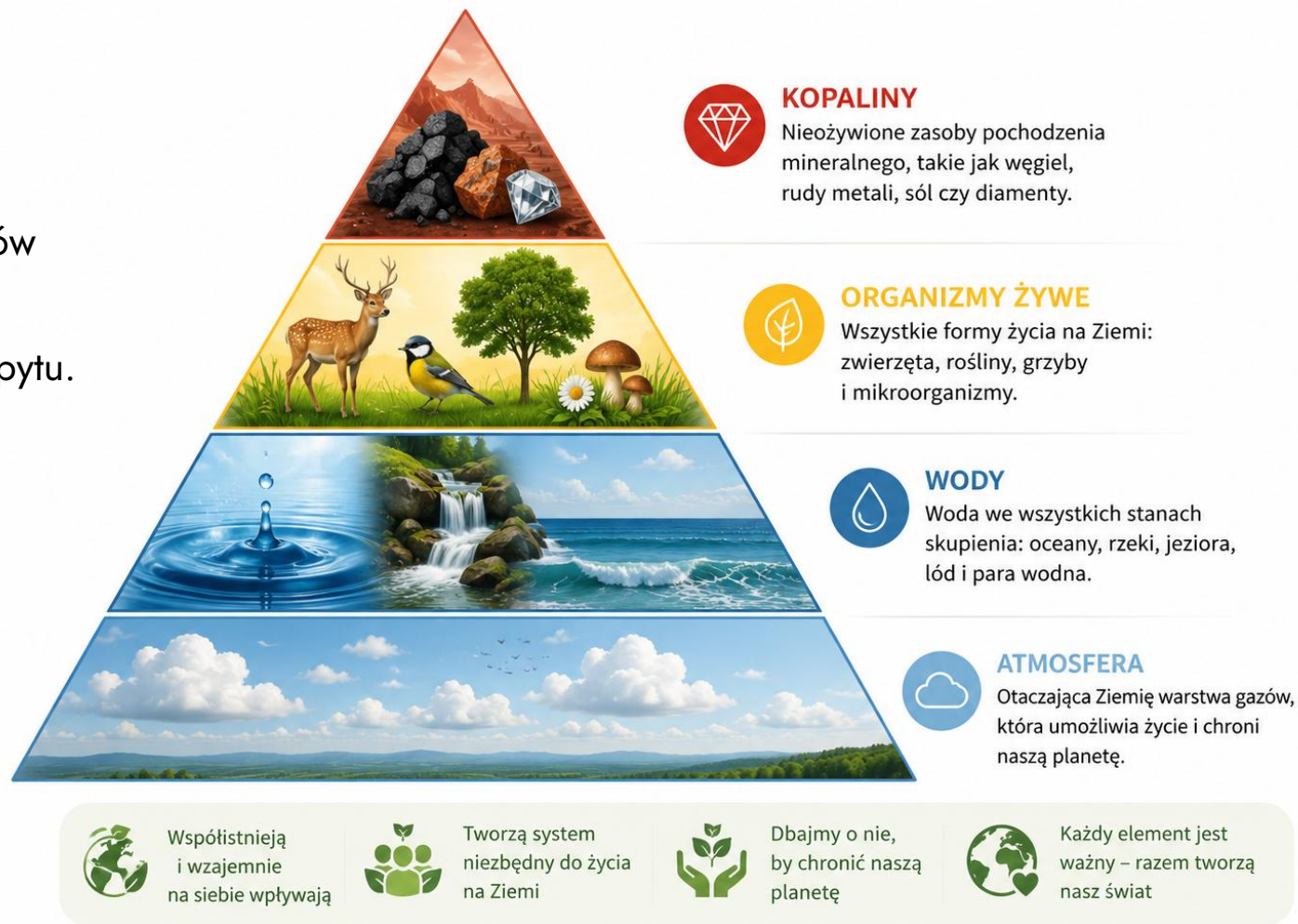


**Zrekultywowana kopalnia
węgla brunatnego na złożu Lubstów:
OBECNIE**

Zapraszam do obejrzenia filmu

PODSUMOWANIE

- Zielona transformacja nie eliminuje potrzeby surowców mineralnych.
- Zmienia natomiast ich znaczenie, skalę i strukturę popytu.
- Dlatego jeśli mówimy o transformacji energetycznej w sposób kompletny, musimy uwzględnić również jej fundament materialny.
- I w tym sensie — zielona transformacja zaczyna się w kopalni.



Brak kolizji: SUROWCE - ŚRODOWISKO



Kolizja i potrzeba kompromisu: CZŁOWIEK - ŚRODOWISKO

dziękuję za uwagę