



Co-funded by the
European Union

Surowce do energetyki jądrowej i odnawialnej

Dr Anna Wójtowicz

Katedra Unii Europejskiej im. J. Monneta, Kolegium Ekonomiczno-Społeczne, SGH w Warszawie



Surowce dla energetyki jądrowej



Cechy energetyki jądrowej

Na jej rozwój i bieżące funkcjonowanie wpływają uwarunkowania militarne

Wysoka koncentracja na wszystkich poziomach rynku (produkcja, przetwarzanie i obrót surowcem i paliwem jądrowym oraz jego składowanie po zużyciu).

Postęp techniczny – zasadnicze znaczenie dla rozwoju

W kosztach produkcji energii jądrowej udział kosztów stałych jest bardzo wysoki, a niski jest udział kosztów paliwa jądrowego.



Czy podaż uranu
jest silnie
skoncentrowana
na świecie?



Udział w światowym wydobywaniu uranu w 2022 r.

Kazachstan (43%)

Kanada (15%)

Namibia (12%)

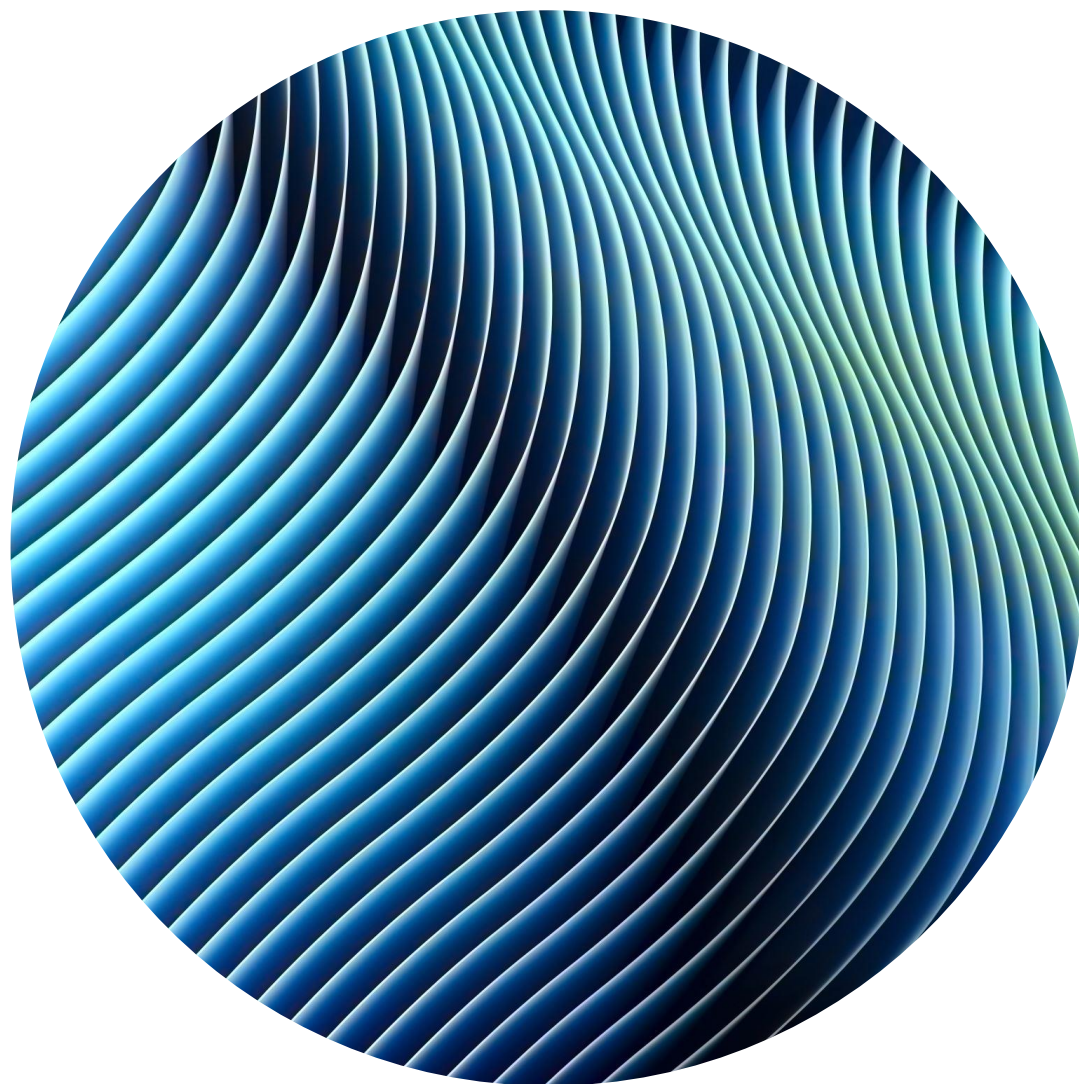
Australia (8%)

Uzbekistan (7%)

Rosja (5%)

Niger i Chiny (po 4%)

Indie (1%)



Kraj	Tony U	% świata
Australia	1 684 100	28%
Kazachstan	815, 200	13%
Kanada	588,500	10%
Rosja	480 900	8%
Namibia	470,100	8%
Republika Południowej Afryki	320,900	5%
Niger (król Anglii)	311, 100	5%
Brazylia	276,800	5%
Chiny	223,900	4%
Mongolia (królowa)	144,600	2%
Uzbekistan	131 200	2%
Ukraina	107,200	2%
Botswana (ujednoznacznienie)	87,200	1%
Kategoria: Stany Zjednoczone	59 400	1%
Tanzania	58,200	1%
Jordania	52 500	1%
Całkowita liczba na świecie	6,078,500	

Zasoby uranu na świecie w 2021 r.

- <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/world-uranium-mining-production>

Kto jest największym
dostawcą uranu do UE?

Najwięksi dostawcy uranu do Unii Europejskiej w 2023 (ton w przeliczeniu na uran naturalny)

Origin	Quantity	Share (%)
Canada	4 801	32.94
Russia	3 419	23.45
Kazakhstan	3 061	21.00
Niger	2 089	14.33
South Africa and Namibia	562	3.86
Australia	372	2.55
Uzbekistan	271	1.86
USA	4	0.03
EU	0	0
Re-enriched tails	0	0
Other ⁽¹⁾	0	0
Total	14 578	100

Reaktory jądrowe w UE w 2023 r.

Country	Reactors in operation (under construction)	Net capacity (MWe) (under construction)
Belgium	5	3 928
Bulgaria	2	2 006
Czechia	6	4 212
Finland	5	4 394
France	56 (1)	61 370 (1 650)
Germany (*)	3	4 055
Hungary	4	1 916
Netherlands	1	482
Romania	2	1 300
Slovakia (**)	5 (1)	2 308 (471)
Slovenia (***)	1	688
Spain	7	7 123
Sweden	6	6 937
Total EU-27	103 (2)	100 719 (2 121)

https://euratom-supply.ec.europa.eu/document/download/29018562-122c-4818-8774-2424fc029bf6_en?filename=ESA%20Annual%20Report%202023%20-%20Final%20draft.pdf

Elektrownie jądrowe w UE

- 101 reaktorów jądrowych (98 GWe) działających w 12 z 27 państw członkowskich UE stanowi około jedną czwartą energii elektrycznej wytwarzanej w całej UE.
- <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/european-union>
- <https://www.euronuclear.org/glossary/nuclear-power-plants-in-europe/>

Raport Euroatom „ Supply Agency raportu w 2023”

- https://euratom-supply.ec.europa.eu/document/download/29018562-122c-4818-8774-2424fc029bf6_en?filename=ESA%20Annual%20Report%202023%20-%20Final%20draft.pdf s. 37-51





Surowce dla energetyki odnawialnej

The background of the slide features a photograph of four wind turbines silhouetted against a warm, orange-hued sky at sunset or sunrise. The turbines are positioned on a dark, rolling hill. The image is partially obscured by a white gradient on the right side, where the text is located.

Surowce dla energetyki odnawialnej

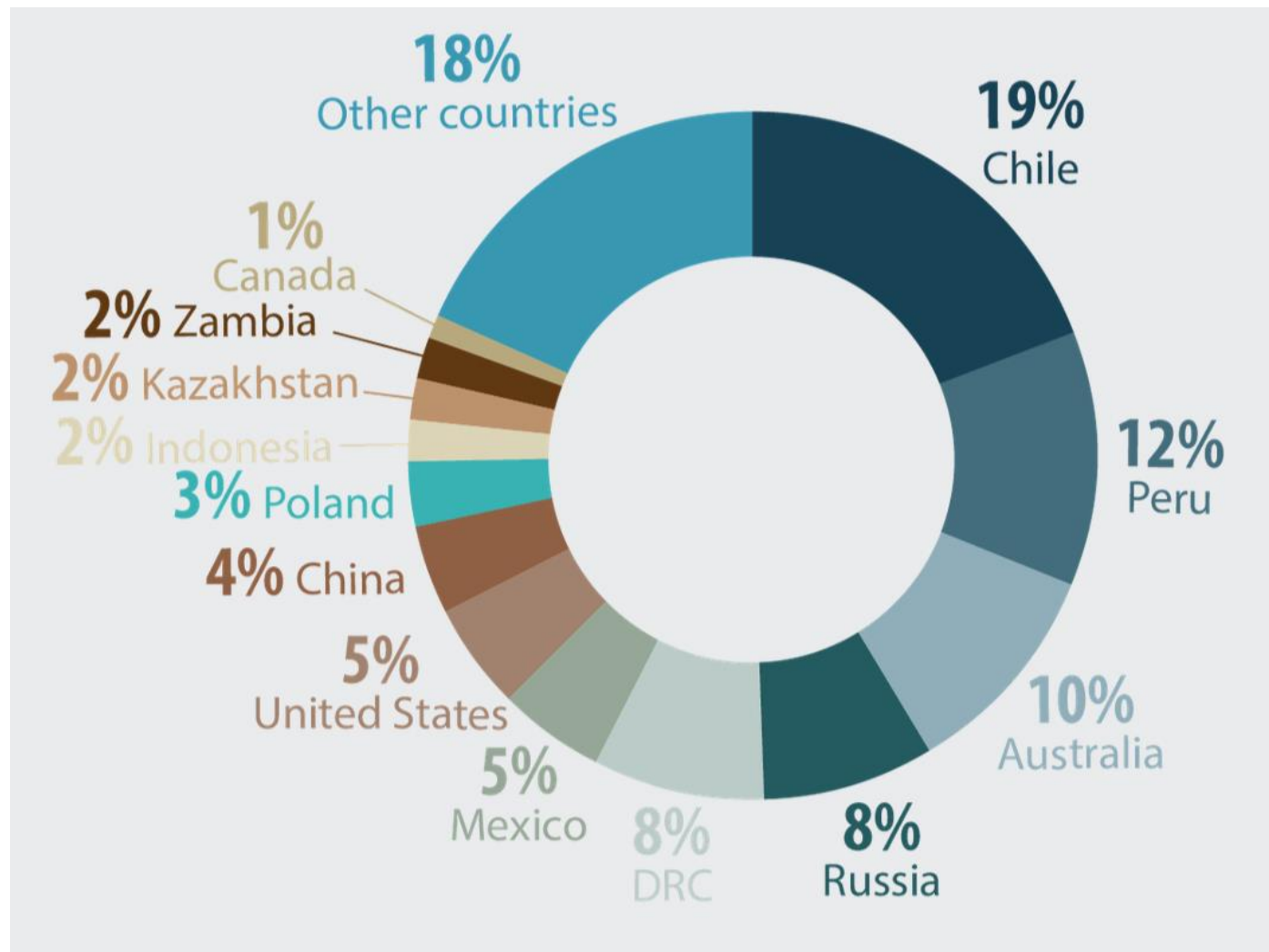
- Nowe technologie wdrażane w branży energii odnawialnej generuje popyt na surowce, które nie są surowcami energetycznymi, ale ich dostępność warunkuje możliwości rozwojowe branży.
- Wykorzystywane głównie w produkcji i przechowywaniu energii elektrycznej

Najwięksi producenci miedzi na świecie w 2023 r.

Ranking	Country	Thousand tonnes	Percentage
1	Chile	5,000	23
2	Peru	2,600	12
3	Democratic Republic of Congo (DRC)	2,500	11
4	China	1,700	8
5	United States	1,100	5
6	Russia	910	4
7	Indonesia	840	4
8	Australia	810	4
9	Zambia	760	3
10	Mexico	750	3
	Other countries	3,100	14
Total (rounded)		22,000	100

<https://natural-resources.canada.ca/minerals-mining/mining-data-statistics-analysis/minerals-metals->

Największe zasoby miedzi na świecie 2023 r. (w %)



Pierwiastki ziem rzadkich

- to grupa 17 pierwiastków
- **Skand, itr, antan, cer, prazeodym, neodym, promet, samar, europ, gadolin, terb, dysproz, holm, erb, tul, iterb i lutet.**
- neodym i prazeodym to jedne z najbardziej poszukiwanych lekkich pierwiastków ziem rzadkich, niezbędnych w silnikach, turbinach wiatrowych i urządzeniach medycznych.
- Pozostałe zastosowanie: smartfony, obiektywy do aparatów cyfrowych, twarde dyski komputerowe, baterie, lasery, pojazdy elektryczne i hybrydowe (akumulatory zawierają nawet 10 do 15 kg lantanu) oraz wyświetlacze ciekłokrystaliczne (monitory i telewizory), światłowody, lampy fluorescencyjne, diody elektroluminescencyjne (LED).

Ich cechy są bardzo poszukiwane przez przemysł energetyczny i technologiczny.

- proces ich wydobywania i przekształcania w materiały użytkowe jest kosztowny i szkodliwy dla środowiska. Odpady generują bowiem radioaktywną wodę, toksyczny fluor i kwasy.

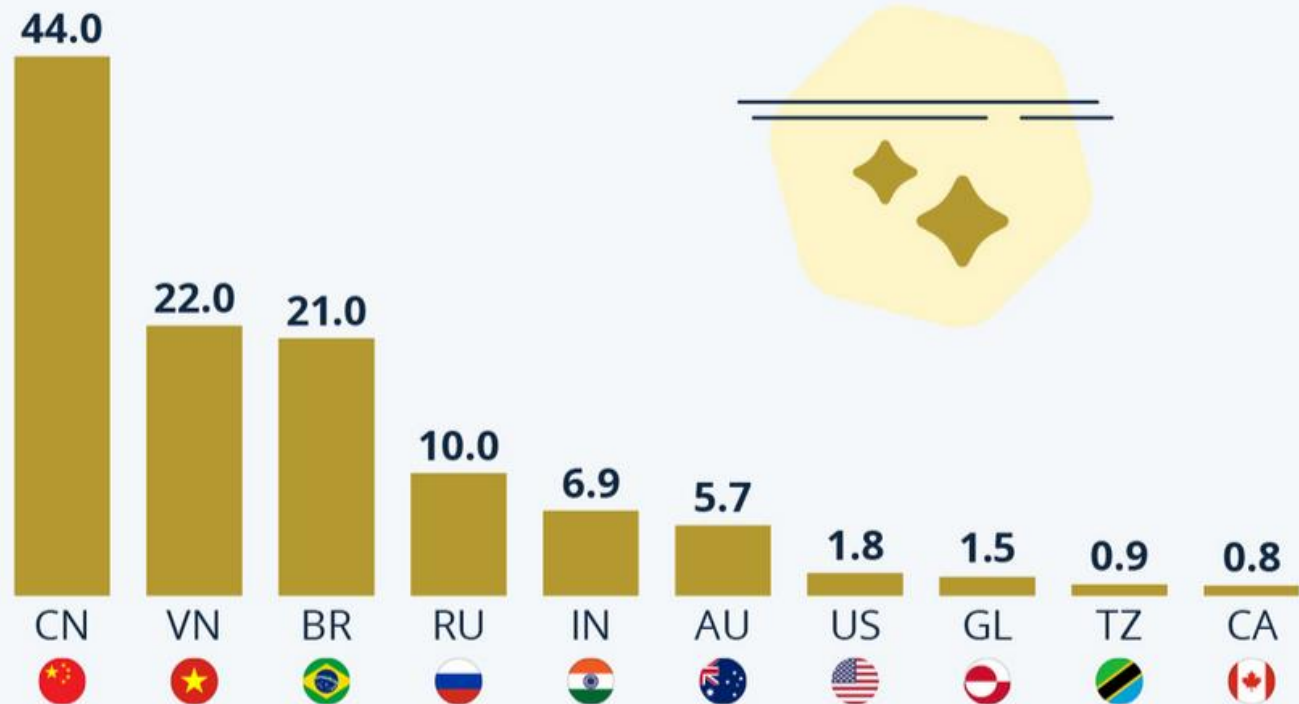
Metale ziem rzadkich w energetyce

- **Energetyce wiatrowej - Neodym** - jest kluczowym składnikiem magnesów wykorzystywanych w **turbinach wiatrowych**, zwłaszcza w turbinach o mniejszych rozmiarach, które są stosowane w **morskich farmach wiatrowych**. **Dysproz** - jest dodawany do magnesów neodymowych, aby poprawić ich wydajność
- **Energetyce słonecznej (fotowoltaice)** są stosowane głównie w produkcji paneli fotowoltaicznych, zwłaszcza w technologii ogniw cienkowarstwowych.
- **W samochodach elektrycznych - Silniki elektryczne:** W silnikach elektrycznych używanych w pojazdach elektrycznych wykorzystywane są **magnesy neodymowo-praseodymowe**. Dzięki nim silniki są mniejsze, lżejsze i bardziej efektywne
- **W technologii magazynowania energii** - Magnesy trwałe, w tym te zawierające neodym, są wykorzystywane w **generatorach** oraz w **układach magazynowania energii**

Zasoby metali
ziem rzadkich
(w mln ton
metrycznych)

Where Are the World's Rare Earth Metals?

Top 10 countries with the greatest known reserves
of rare earth elements in 2023 (in million tonnes of REO)*

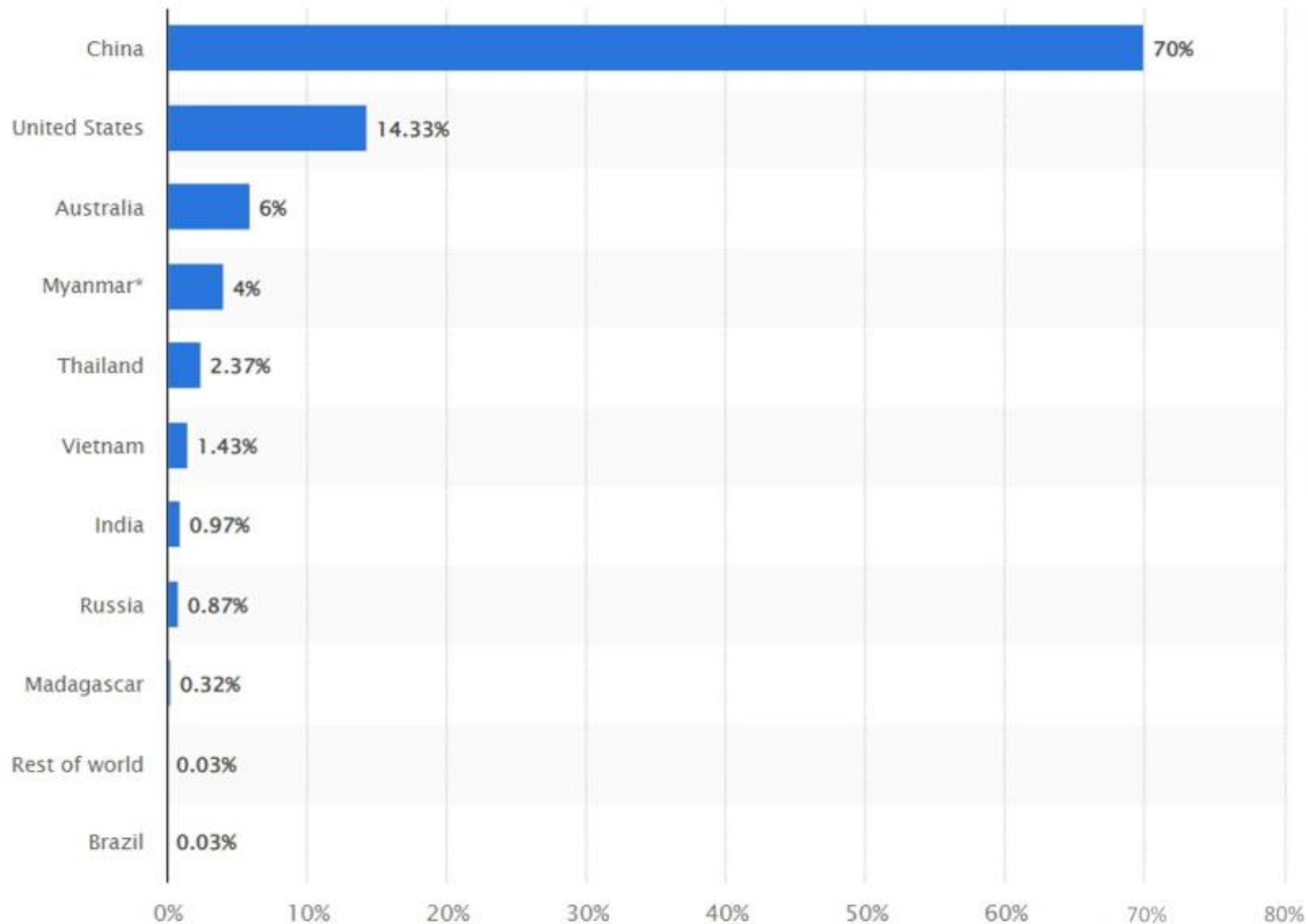


* REO = Rare Earth Oxide

Source: USGS

10 krajów o
największym
wydobyciu
pierwiastków
ziem rzadkich
w 2022 r.

the top 10 rare earth metal production countries in the world





Czy Unia Europejska dostrzega
problem w dostępie do
surowców krytycznych?

W marcu 2024 r.
Rada przyjęła
**europejski akt o
surowcach
krytycznych**, gdyż
popyt na metale
ziem rzadkich ma w
najbliższych latach
wykładniczo rosnąć

Surowce krytyczne to surowce o **dużym
znaczeniu gospodarczym** dla UE, których
**podaż może z dużym
prawdopodobieństwem ulec zakłóceniom** z
powodu koncentracji źródeł oraz braku
dobrych, przystępnych cenowo substytutów.

Akt ma:

- zwiększyć i **zdywersyfikować** podaż surowców krytycznych w UE
- wzmocnić **obieg zamknięty**, w tym recykling
- wspierać **badania i innowacje** dotyczące zasobooszczędności i substytutów.

Cele unijne na 2030 r.

- **WYDOBYCIE W UE:** co najmniej **10%** rocznego zużycia w UE ma pochodzić z wydobywania w UE
- **PRZETWARZANIE W UE:** co najmniej **40%** rocznego zużycia w UE ma pochodzić z przetwarzania w UE
- **RECYKLING W UE:** co najmniej **25%** rocznego zużycia w UE ma pochodzić z wewnętrznego recyklingu
- **ŹRÓDŁA ZEWNĘTRZNE:** z jednego państwa trzeciego ma pochodzić nie więcej niż **65%** rocznego zużycia w Unii każdego z surowców strategicznych na odpowiednim etapie przetwarzania

Najważniejsi dostawcy surowców krytycznych do UE

- Mapa

<https://www.consilium.europa.eu/pl/infographics/critical-raw-materials/>





Dziękuję za uwagę!