

Bezpieczeństwo surowcowe Polski - w kontekście surowców strategicznych i krytycznych

Wstęp

Surowce mineralne mają kluczowy wpływ na potęgę państwa. Od początku tworzenia się cywilizacji, ludy, które posiadały łatwy dostęp do surowców wyprzedzały w rozwoju swoich konkurentów. Pierwszymi ważnymi surowcami mineralnymi dla państw była miedź i cyna z których tworzone stop zwany brązem, wykorzystywany do tworzenia broni i narzędzi. W następnych wiekach strategicznym surowcem stało się żelazo, które zastąpiło brąz. Drugim ważnym surowcem była sól, która do XIX wieku była uważana za towar luksusowy. Surowce energetyczne zyskały na znaczeniu dopiero podczas rewolucji przemysłowej w XIX wieku, początkowo węgiel kamienny a następnie wraz z rozwojem technologicznym i motoryzacyjnym ropa naftowa.

Surowce

Pojęciem „surowce” określamy materiały do dalszej przeróbki. Ze względu na pochodzenie można je podzielić na: surowce mineralne – wszelkiego rodzaju kopaliny, surowce pochodzenia roślinnego – uprawy przemysłowe, surowce pochodzenia zwierzęcego¹.

Dzisiejsze państwa potrzebują całej gamy surowców mineralnych zaczynając od surowców energetycznych, metalicznych, chemicznych i skalnych. Dostęp do tych surowców stanowi determinant rozwoju oraz potęgi państw. Posiadanie złóż przez państwo nie jest jednoznaczne z jego wydobyciem i zastosowaniem, ponieważ pozyskiwanie surowca z danego złoża musi być ekonomicznie uzasadnione. Z tego powodu wiele złóż nie jest eksploatowane ponieważ dochód z sprzedaży surowca nie będzie pokrywał kosztu poniesiony podczas wydobycia.

Surowce możemy podzielić na: - Pospolite: występują powszechnie i są szeroko wykorzystywane w różnych gałęziach gospodarki. Zazwyczaj charakteryzują się dużą dostępnością i niższą wartością rynkową. Są to piaski, żwiry, gliny, iły, kruszywa budowlane, wapienie itp.

- Strategiczne: To surowce o kluczowym znaczeniu dla gospodarki i bezpieczeństwa państwa, których niedobór mógłby prowadzić do poważnych konsekwencji ekonomicznych, technologicznych lub militarnych. Charakteryzują się ograniczoną dostępnością, trudnością w wydobyciu lub przetwarzaniu oraz istotną rolą w przemyśle i obronności. Są to materiały energetyczne, metale przemysłowe, chemiczne, metale i kamienie szlachetne.

Bezpieczeństwo surowcowe

¹ Szlachta, A., & Bujak, A. (2017). Surowce strategiczne w systemie bezpieczeństwa ekonomicznego kraju. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie*, 28(1), Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu. Str. 122.

Bezpieczeństwo surowcowe stanowi jeden z filarów bezpieczeństwa ekonomicznego, będącego integralnym elementem bezpieczeństwa narodowego. W związku z tym może być ono analizowane z dwóch perspektyw: rynkowej oraz politycznej. Podejście rynkowe oznacza, że *bezpieczeństwo surowcowe należy traktować jako część ogólnego bezpieczeństwa ekonomicznego państwa, rozumianego w kategoriach pewności dostaw surowców dla zakładów przemysłowych na poziomie gwarantującym wykorzystywanie większości mocy produkcyjnych. Surowce są więc istotnym elementem łańcucha produkcyjnego. Ich niedobór stanowi przedmiot zainteresowania ekonomistów, którzy analizują przyczyny zakłóceń dostaw w kategoriach rynkowych. Zwracają przy tym uwagę na konkurencyjność rynku surowców, czy poziom cen. Problem deficytów rozwiązywany jest za pomocą środków gospodarczych, a nie politycznych*². Natomiast podejście polityczne charakteryzuje się tym, że *surowce stanowią istotny element ogólnego bezpieczeństwa państwa. Warunkują siłę militarną państwa oraz coraz częściej stanowią narzędzie prowadzenia konfliktów międzypaństwowych*³.

Bezpieczeństwo surowcowe jest bardzo ważne w kontekście prowadzenia wojen. Państwa posiadające dostęp do surowców oraz zaplecze przemysłowe posiadają przewagę podczas toczonych wojen. Bardzo dobrze było to widoczne wraz z rozwojem wojen materiałowych. Dobrym przykładem są tu, I i II wojna światowa. Wojny materiałowe charakteryzuje się dużą ilością zużywanych sił i środków. Kluczową rzeczą jest wytworzenie przewagi ilościowej i jakościowej, a to może zapewnić odpowiednia baza surowcowa oraz zdolności produkcyjne i logistyczne państwa. Z tego też powodu największym wygranym I i II wojny światowej były Stany Zjednoczone Ameryki. USA podczas I i II wojny światowej posiadały niezagrożonym przez nikogo przemysłem, z ogromną bazą surowcową, zwłaszcza w zakresie ropy naftowej, której to produkowała 180 mln ton rocznie⁴.

Bezpieczeństwo surowcowe Polski

Polska jest znaczącym producentem surowców mineralnych w Europie. Posiada bogate złoża miedzi, srebra, węgla brunatnego, węgla kamiennego, siarki, kruszyw naturalnych (piaski i żwiry), gipsu i wapnia.

Znaczenie poszczególnych kopalin jako źródeł surowców niezbędnych dla harmonijnego rozwoju gospodarki kraju można określać na podstawie różnych kryteriów, np. wielkość posiadanej bazy zasobowej i stopień jej wykorzystania (rozumiany jako udział wydobycia i produkcji ze źródeł rodzimych w zapotrzebowaniu krajowego przemysłu), wielkość eksportu i jego udział w dochodzie narodowym, ilość generowanych miejsc pracy, wartość dodaną, ilość lub wartość średniego zużycia

2 Zamięcki, Ł. (2011). Znaczenie i wymiary bezpieczeństwa państwa w zakresie surowców nieenergetycznych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 3(161), str. 62-63.

3 Ibidem, str.63.

4 Ku Wolnej Polsce. (1941). *Nafta rządzi światem. Codzienne Pismo Samodzielnej Brygady Strzelców Karpackich*, 66(173). str.1

rocznego danego surowca w porównaniu do pozostałych surowców, ale i skalę koniecznego importu i związany z nim stopień ryzyka podaży. Przy ocenach takich należy brać też pod uwagę przyszłe możliwe zapotrzebowanie na surowce mineralne, zwłaszcza na te, których znaczenie rośnie ze względu na ich rolę dla rozwoju nowych technologii⁵.

1 marca 2022 roku w Polsce przyjęto Politykę Surowcową Państwa. Jest to projekt strategiczny, który jest ujęty w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020. Projekt ten ma za zadanie budowę efektywnego i dobrze zarządzanego systemu gospodarowania surowcami w całym łańcuchu wartości. Głównym celem tej polityki *jest zapewnienie bezpieczeństwa surowcowego kraju poprzez zagwarantowanie dostępu do niezbędnych surowców (krajowych oraz importowanych) zarówno obecnie, jak i w perspektywie wieloletniej, uwzględniającej zmieniające się potrzeby przyszłych pokoleń. Dostęp do surowców powinien zabezpieczać wieloletnie potrzeby gospodarcze kraju, wynikające z przyjętych priorytetów rozwoju gospodarczego, zapewniając wysoki komfort życia obywateli*⁶.

Przedmiotem Polityki Surowcowej Państwa są surowce, które istotne są dla gospodarki Polskie. Określono, które surowce mają i mogą mieć znaczący wpływ na rozwój gospodarczy Polski i poprawić jej konkurencyjność na arenie międzynarodowej. Zdefiniowano dwie grupy surowców: surowce strategiczne i surowce krytyczne. Surowce strategiczne dzielą się na dwie podgrupy: ***Surowce strategiczne o podstawowym znaczeniu dla prawidłowego funkcjonowania gospodarki i zaspokojenia potrzeb bytowych społeczeństwa*** – surowce, których trwała podaż musi być zapewniona – zarówno takie, których krajowa baza zasobowa jest duża i które dzięki jej wykorzystaniu są podstawą działania przemysłu, jak i ważne surowce deficytowe. ***Surowce strategiczne o podstawowym znaczeniu dla bezpieczeństwa narodowego i innowacyjnych technologii*** – surowce, które nie są w sposób wystarczający (min. 90%) pozyskiwane ze źródeł krajowych lub których możliwości trwałego pozyskania z tych źródeł są ograniczone lub zagrożone, oraz inne surowce niepozyskiwane w kraju (deficytowe) niezbędne dla obronności kraju i bezpieczeństwa narodowego oraz rozwoju innowacyjnych technologii. ***Surowce krytyczne dla polskiej gospodarki*** – takie surowce strategiczne, których możliwości pozyskania zarówno ze źródeł pierwotnych, jak i wtórnych są obciążone albo dużym ryzykiem albo istnieją bardzo duże trudności ich pozyskania, a możliwości ich substytucji są niewielkie. Są to w szczególności surowce znajdujące się na liście surowców krytycznych dla Unii Europejskiej, ale także takie surowce, które mimo występowania w dużej ilości są niemożliwe do pozyskania np. z powodu uwarunkowań planistycznych, protestów społecznych itp.⁷.

5 Radwanek-Bąk, B. (2016). Określenie surowców kluczowych dla polskiej gospodarki. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 96, str.241.

6 Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2022). Polityka surowcowa państwa. Warszawa, Str.20.

7 Ibidem. Str16.

Ministerstwo Klimatu i Środowiska utworzyło tabele surowców strategicznych i krytycznych dla gospodarki Polskiej i Unii Europejskiej.

Aluminium metaliczne	●	Hel	●	Ropa naftowa	●●
Antymonu surowce	●●	Iły białe wypalające się i ogniotwórcze	●	Siarka elementarna	●
Arsen	●	Kamienie budowlane i drogowe	●	Skand	●
Baryt	●	Kaolin	●	Sole potasowe	●
Beryl	●	Kobalt	●●	Sól (sól kamienna i solanka)	●
Bizmut	●●	Korund syntetyczny i naturalny	●	Srebro metaliczne	●
Boksyty i alumina	●●	Kruszywa naturalne łamane	●	Stront	●
Bor / Borany	●●	Kruszywa naturalne żwirowo-piaskowe	●	Surowce skaleniowe, skaleniowo-kwarcowe i sienit nefelinowy	●●
Bursztyn	●●	Krzem metaliczny	●●●	Talk i steatyt	●
Chromu surowce	●●	Lit	●●	Tantal	●
Cyna metaliczna	●	Magnez metaliczny	●●●	Tytanu rudy i koncentraty	●●
Cynk metaliczny	●	Magnezyty i magnezje	●	Wanad	●
Dolomity przemysłowe	●	Manganu surowce	●●●	Wapnienie przemysłowe (i surowce pokrewne)	●
Fluoryt	●	Miedź rafinowana	●●	Węgiel brunatny	●
Fosfor elementarny	●●	Molibdenu surowce	●●	Węgiel kamienny energetyczny	●
Fosforan wapnia fosforyty	●●	Nikiel metaliczny	●●	Węgiel kamienny koksowy/Węgiel koksujący	●●●
Gal	●●	Niob	●	Wolfram metaliczny	●●●
Gaz ziemny	●●	Ołów rafinowany	●	Złoto metaliczne	●
German	●●	Piaski formierskie	●	Żelaza rudy i koncentraty	●
Gips i anhydryt	●	Piaski szklarskie	●	Żelazostopy	●
Grafit naturalny	●●●	Pierwiastki ziem rzadkich (HREE i LREE)	●●●		
Hafn	●	Platynowce	●●●		

● Surowce strategiczne dla krajowej gospodarki
 ● Surowce krytyczne dla krajowej gospodarki
 ● Surowce strategiczne dla UE (stan na 16 marca 2023)*
 ● Surowce krytyczne dla UE (stan na 16 marca 2023)*

* wg Wniosku dot. rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającego ramy zapewniające bezpieczne i zrównoważone dostawy surowców krytycznych z dnia 16 marca 2023 roku

Tabela 1: Surowce krytyczne i strategiczne 2023

Źródło: Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2023). *Surowce strategiczne i krytyczne dla Polski i UE*. Gov.pl. <https://www.gov.pl/web/klimat/surowce-strategiczne-i-krytyczne-dla-polski-i-ue> (Dostęp: 05.03.2025)

Tabela ta została utworzona na podstawie wniosku z dnia 16 marca 2023 roku, *dotycząca rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającego ramy zapewniające bezpieczne i zrównoważone dostawy surowców krytycznych wraz z załącznikiem zawierającym 16 surowców strategicznych oraz 34 surowce krytyczne dla Unii Europejskiej*⁸. Na podstawie tej tabeli możemy zauważyć szereg potrzebnych surowców do prawidłowego funkcjonowania państwa Polskiego.

Nie wszystkie surowce są wydobywane lub pozyskiwane na terytorium Rzeczypospolitej, co tworzy ryzyka do sprawnego funkcjonowania przemysłu.

Ryzyka dla Bezpieczeństwa surowcowego Polski

Polska w dużej mierze uzależniona jest od importu surowców mineralnych, szczególnie nośników energii, z wyjątkiem węgla brunatnego. Wśród metali Polska posiada znaczące zasoby miedzi i srebra, jednak inne metale, takie jak rudy żelaza i aluminium, musi importować – przy czym aluminium w dużej mierze pozyskiwane jest z rynku wtórnego. Z surowców chemicznych

⁸ Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2023). *Surowce strategiczne i krytyczne dla Polski i UE*. Gov.pl. <https://www.gov.pl/web/klimat/surowce-strategiczne-i-krytyczne-dla-polski-i-ue> (Dostęp: 05.03.2025)

głównie importuje się fluoryty, baryty, fosforyty, surowce ilaste do produkcji farb mineralnych.

Geopolityczne wyzwania, takie jak wojna na Ukrainie, konflikt Izraela z Hamasem w Palestynie, piractwo w Azji Południowo-Wschodniej oraz u wybrzeży Somalii, a także protekcjonizm surowcowy (polityka państw polegająca na ograniczaniu eksportu surowców naturalnych w celu ochrony własnej gospodarki), mogą istotnie zakłócać łańcuchy dostaw surowców. Z tego względu kluczowe jest dywersyfikowanie źródeł ich pozyskiwania.

Istotnym wyzwaniem pozostaje wykorzystywanie surowców jako narzędzia politycznego przez państwa eksportujące, co może mieć poważne konsekwencje dla krajów importujących. Państwa bogate w surowce naturalne coraz częściej wykorzystują je nie tylko jako element swojej gospodarki, ale również jako instrument polityczny, umożliwiający wywieranie presji na inne państwa aby realizować cele polityczne. Polska powinna dążyć do dywersyfikacji dostawców oraz wybierać partnerów handlowych o przyjaznych relacjach z Rzeczpospolitą.

Zmienność cen na rynkach surowców negatywnie wpływa na Polskę, która jest w dużym stopniu uzależniona od ich importu. Wysokie ceny surowców prowadzą do wzrostu kosztów produkcji towarów końcowych, co sprzyja wysokiej inflacji. Z kolei niskie ceny surowców obniżają koszty produkcji, co może prowadzić do niskiej inflacji, a w skrajnych przypadkach do deflacji. Jednak koszt zakupu surowców zależy nie tylko od ich ceny rynkowej, ale również od wahań kursu dolara amerykańskiego, w którym notowane są surowce na giełdach światowych. W efekcie Polska jest narażona zarówno na ryzyko cenowe, jak i ryzyko walutowe związane z aprecjacją lub deprecjacją dolara amerykańskiego.

Wyczerpywanie się krajowych złóż jest dużym problemem. Często spotkać się można z przekonaniem, że złoża danego surowca są bardzo dużo lecz problem tkwi w uzasadnieniu ekonomicznym jego wydobywania. Polska posiada znaczne złoża rud żelaza, tytanu, wanadu w regionie Suwalszczyzny. *Eksploatacja metali jest cały czas uznawana za nieopłacalną. Złoża zlokalizowane w masywie suwalskim nie mają znaczenia przemysłowego, przede wszystkim ze względu na zbyt niską zawartość metali i dużą głębokość zalegania. Ponadto są one zlokalizowane na obszarze o bardzo wysokich walorach środowiskowych i przyrodniczych*⁹.

Wzrost zapotrzebowania na surowce niezbędne w nowoczesnych technologiach stanowi znaczące wyzwanie. Polska posiada miedź i srebro, które są ważne w nowoczesnej gospodarce lecz surowce takie jak pierwiastki ziem rzadkich, lit, german, kobalt, nikiel, tantal, krzem, platynowce są wydobywane w ograniczonej ilości lub nie są wydobywane na skale przemysłową co może w przyszłości stwarzać problemy z rozwojem nowoczesnych technologii.

Jak Polska może zwiększać swój potencjał surowcowy

Polska posiada pewne zasoby surowców mineralnych, ale ich potencjał jest

⁹ Spidersweb. (2023). *Złoża naturalne w Polsce: Czy tytan z Suwalszczyzny to ukryte bogactwo?* (Dostęp: 05.03.2025) <https://bizblog.spidersweb.pl/zloza-naturalne-tytan-suwalki-bogactwo>

niewystarczający dla gospodarki. Aby zwiększyć bezpieczeństwo surowcowe i zmniejszyć zależność od importu, konieczne są działania na kilku poziomach.

Pierwszym sposobem jest poszukiwanie naturalnych złóż surowców w kraju. Działania te podejmuje Państwowy Instytut Geologiczny. *Niezbędne jest zatem sprawne zarządzanie sektorem poszukiwawczo-wydobywczym w Polsce, a zwłaszcza inicjowanie inwestycji w kraju poprzez szybki proces udzielania koncesji*¹⁰.

Drugą koncepcją jest poszukiwanie substytutów. Przykładem, dobrze zagospodarowanego substytutu jest produkcja gipsu syntetycznego. *Substytutem gipsu naturalnego jest gips syntetyczny powstający w wyniku odsiarczania spalin przemysłowych w elektrowniach węglowych metodą mokrą wapienną. Około 75% krajowej produkcji gipsu pochodzi z tego źródła*¹¹. Kolejnym przykładem jest siarka odzyskiwana m.in. w rafineriach z zasiarzonego gazu ziemnego i ropy naftowej. *Około 60% produkcji siarki pochodzi z tego źródła*¹². Innymi przykładami jest wykorzystywanie kruszyw syntetycznych do budowy dróg lub rekultywacji terenów.

Kolejnym pomysłem jest segregacja i recykling odpadów. W Polsce *produkcja cynku metalicznego, po zakończeniu eksploatacji krajowych złóż rud Zn-Pb, bazuje na surowcach z recyklingu: pyłach stalowniczych, szlamach metalurgicznych oraz odpadach poflotacyjnych (do 50% udziału materiałów wtórnych we wsadzie)*¹³. Również rozwój technologii recyklingu oraz obniżenie kosztów w przyszłości może spowodować, że znaczną część surowców krytycznych można będzie pozyskiwać z importowanych odpadów elektronicznych. *w odpadach można znaleźć nawet 50-krotnie wyższe stężenie metali i minerałów niż w rudach wydobywanych z tradycyjnych kopalń, a to także wizja coraz bardziej lukratywnego interesu. Wymogiem są, oczywiście, skala dostarczanych odpadów, technologie odzysku i recyklingu oraz niezbędny kapitał*¹⁴.

Następnym sposobem jest opracowywane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska oraz Państwowy Instytut Geologiczny inwentaryzacja i hałd górniczych w celu poszukiwania surowców krytycznych. *W ramach prac zinwentaryzowano 1382 największe hałdy, w tym na terenie województw dolnośląskiego (788), małopolskiego (187) i śląskiego (175). Ich obecność jest skutkiem długotrwałego (...) wydobywania rud metali, surowców chemicznych i węgla*”¹⁵.

Ostatnim sposobem jest landfill mining, co oznacza wydobywanie i recykling odpadów, które

10 Wójcik, K., & Łojek, M. (2021). Poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego – schyłek czy rozkwit rynku węglowodorów w Polsce? *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk*, 1(110), str.102.

11 Burkowicz, A., Lewicka, E., Szlugaj, J., & Kot-Niewiadomska, A. (2023). *Potencjał surowcowy Polski*. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Str. 7.

12 Ibidem. Str.7.

13 Ibidem. Str.7

14 ESG Impulse. (2023). *Strategiczne bezpieczeństwo surowcowe Polski zapewni odzysk?* (Dostęp: 05.03.2025) <https://esgimpulse.com/strategiczne-bezpieczenstwo-surowcowe-polski-zapewni-odzysk/>

15 Energetyka24, (2024) (2023). *MKiŚ bada hałdy górnicze. Resort chce odzyskiwać z nich surowce krytyczne*. <https://energetyka24.com/gornictwo/wiadomosci/mkis-bada-haldy-gornicze-resort-chce-odzyskiwac-z-nich-surowce-krytyczne> (Dostęp 06.03.2025)

już znajdują się na wysypiskach śmieci. *Wykorzystanie składowisk odpadów może ograniczyć lub wyeliminować koszty zamknięcia składowisk i przyszłe problemy środowiskowe, umożliwić odzyskiwanie surowców i gruntów, zwiększyć wartość sąsiednich gruntów, pomóc w osiągnięciu celów w zakresie recyklingu oraz zapewnić tanie paliwo dla zakładów przetwarzających odpady na energię*¹⁶.

Bibliografia

Artykuły:

1. Burkowicz, A., Lewicka, E., Szlugaj, J., & Kot-Niewiadomska, A. (2023). *Potencjał surowcowy Polski*. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.
2. Ku Wolnej Polsce. (1941). *Nafta rządzi światem*. Codzienne Pismo Samodzielnej Brygady Strzelców Karpackich, 66(173).
3. Radwanek-Bąk, B. (2016). *Określenie surowców kluczowych dla polskiej gospodarki*. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 96.
4. Szlachta, A., & Bujak, A. (2017). *Surowce strategiczne w systemie bezpieczeństwa ekonomicznego kraju*. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie, 28(1), Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu.
5. Wójcik, K., & Łojek, M. (2021). *Poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego – schyłek czy rozkwit rynku węglowodorów w Polsce?* Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 1(110).
6. Zamięcki, Ł. (2011). *Znaczenie i wymiary bezpieczeństwa państwa w zakresie surowców nieenergetycznych*. Zeszyty Naukowe WSOWL, 3(161).

Netografia:

1. ESG Impulse. (2023). *Strategiczne bezpieczeństwo surowcowe Polski zapewni odzysk?* [Dostęp: 05.03.2025]. Dostępne na: <https://esgimpulse.com/strategiczne-bezpieczenstwo-surowcowe-polski-zapewni-odzysk/>
2. Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2022). *Polityka surowcowa państwa*. Warszawa, str. 20.
3. Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2023). *Surowce strategiczne i krytyczne dla Polski i UE*. Gov.pl. [Dostęp: 05.03.2025] [Online]. Dostępne na: <https://www.gov.pl/web/klimat/surowce-strategiczne-i-krytyczne-dla-polski-i-ue>
4. Spidersweb. (2023). *Złoża naturalne w Polsce: Czy tytan z Suwalszczyzny to ukryte bogactwo?* [Dostęp: 05.03.2025] [Online]. Dostępne na: <https://bizblog.spidersweb.pl/zloza-naturalne-tytan-suwalki-bogactwo>
5. Waste360. (1995). *Exploring the economics of mining landfills*. [Dostęp: 06.05.2025] [Online]. Dostępne na: <https://www.waste360.com/industry-insights/exploring-the-economics-of-mining-landfills>
6. Energetyka24. (2024). *MKiŚ bada haldy górnicze. Resort chce odzyskiwać z nich surowce krytyczne*. [Dostęp: 06.03.2025] [Online]. Dostępne na: <https://energetyka24.com/gornictwo/wiadomosci/mkis-bada-haldy-gornicze-resort-chce-odzyskiwac-z-nich-surowce-krytyczne>

16 Waste360. (1995). *Exploring the economics of mining landfills*. Waste360. (Dostęp: 06.05.2025) <https://www.waste360.com/industry-insights/exploring-the-economics-of-mining-landfills>