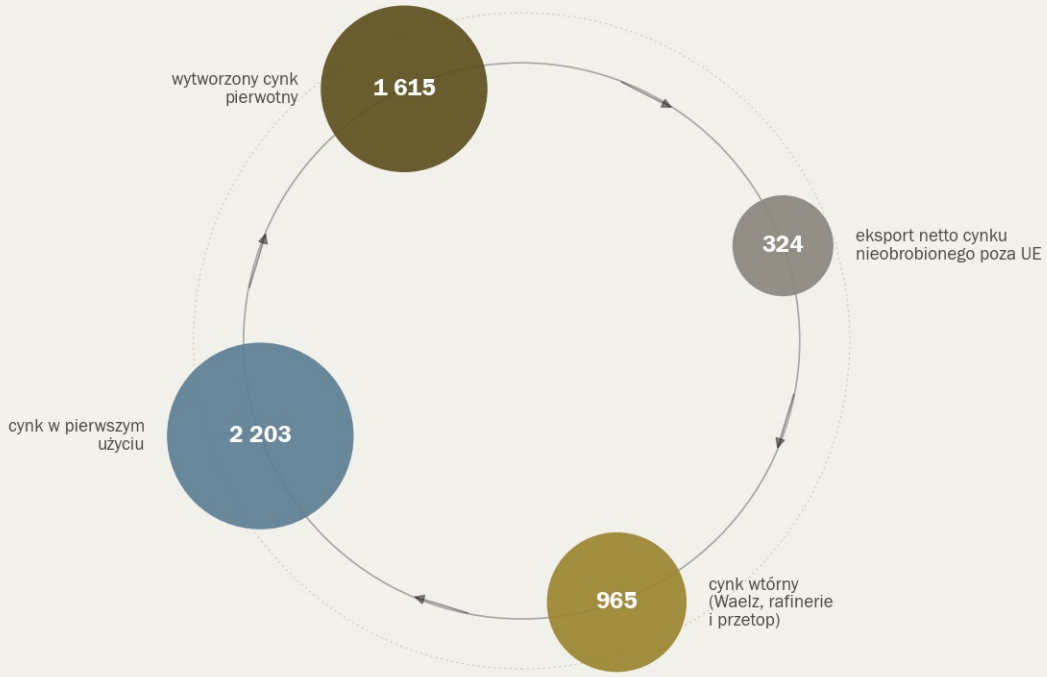
IGMNiR
Economic Chamber of Non-Ferrous Metals and Recycling

Cynk w UE-27, 2024 (tys. t cynku; pole koła ∝ tony)



RAPORT IGMNIR · LISTOPAD 2026

Cynk w gospodarce UE-27

Wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw

Zintegrowana ocena przemysłu cynku w Unii Europejskiej (model ZN-EU)

Rok bazowy 2024 · Dynamiczny model zasobów 1960–2035 · Model przejrzysty i odtwarzalny

O raporcie. Raport przygotowała Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu (IGMNiR). Przedstawia model ZN-EU – zintegrowane narzędzie szacowania wkładu ekonomicznego, fiskalnego, środowiskowego i strategicznego przemysłu cynku w gospodarkę Unii Europejskiej. 27 państw członkowskich traktuje się jako jedną gospodarkę: dostawy między państwami członkowskimi są krajowe, a handel z państwami spoza UE jest handlem zagranicznym. Model rozróżnia sześć segmentów – wydobycie rud cynku (Z0), zbiórkę i handel złomem i pozostałościami cynku (Z1), cynk wtórny z pieców przewałowych (Waelz) i rafinerii wtórnych (Z2), hutnictwo cynku (Z3), blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy cynku (Z4) oraz cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe stopów cynku (Z5). Model dynamiczny łączy przemysł z zasobem cynku w europejskich budynkach, infrastrukturze, pojazdach i urządzeniach. Aneksy zawierają wszystkie parametry i źródła. Raport przygotowano przy wsparciu narzędzi sztucznej inteligencji (AI) w zakresie przetwarzania danych, modelowania i redakcji.

Stan danych: statystyka – 31 października 2026 r.; stan prawny i regulacyjny – 10 listopada 2026 r. **Rok bazowy:** 2024 (statystyka strukturalna przedsiębiorstw, PRODCOM, British Geological Survey, sprawozdania spółek); dane handlowe do 2025 r. **Waluta:** EUR, ceny bieżące. **Wersja modelu:** ZN-EU v1.0 (identyfikator przebiegu ZNEU-1.0-fc03a4ecad; ziarno losowania – stały identyfikator 20261118). **Sugerowany sposób cytowania:** IGMNiR (2026), *Cynk w gospodarce UE-27: wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw. Zintegrowana ocena przemysłu cynku w Unii Europejskiej (model ZN-EU)*, Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu, listopad 2026.

Spis treści

Najważniejsze wnioski....3
01 Wprowadzenie....6
02 Kontekst polityczny i regulacyjny....8
03 Przemysł cynku w UE-27....11
04 Model ZN-EU....20
05 Wkład ekonomiczny i fiskalny....26
06 Cynk w użytkowaniu i podaż złomu....32
07 Wkład środowiskowy....35
08 Wkład strategiczny....39
09 Niepewność, testy kontrolne i ograniczenia....42
10 Scenariusze do 2035 r....45
11 Podsumowanie....47
A Źródła danych....48
B Parametry i zakresy niepewności....52
C Instalacje przemysłu cynku w systemie handlu uprawnieniami do emisji....61
D Słownik....62
Bibliografia....64

Jak czytać liczby. *Obserwacje* (O) to opublikowane dane statystyczne i dane spółek – statystyka Eurostatu (SBS, rachunki narodowe, tablice przepływów, PRODCOM, Comext), rejestr emisji UE, British Geological Survey i sprawozdania spółek. *Szacunki* (S) łączą obserwacje z alokacjami lub skalibrowanymi parametrami – udziały cynku w górnictwie rud, handlu złomem, nakładaniu powłok i odlewnictwie, podział cynkowej części NACE 24.43 na producentów wtórnych, huty i producentów blach, pyłu i stopów cynku oraz trzy drogi powstawania cynku wtórnego. Agregaty SBS dla UE są częściowo poufne lub zaokrąglone przez Eurostat; brakujące komórki za 2024 r. uzupełniono sumami państw członkowskich lub relacjami z lat wcześniejszych (status S). *Wyniki modelowe* (M) zależą ponadto od założeń kontrfaktycznych lub dynamicznych – efekty pośrednie i indukowane, podatki, zasób w użytkowaniu, potencjalnie uniknięte obciążenia i scenariusze. Wyniki ekonomiczne to wkład brutto. Wartość dodana jest wyrażona według kosztów czynników produkcji, które obejmują dotacje do działalności; wartość dodana hutnictwa cynku obejmuje więc kompensatę kosztów pośrednich emisji. Tonaże oznaczają zawartość cynku, chyba że podano masę brutto; statystyka handlu podaje masę brutto. Podatki to szacunki modelowe, a nie saldo fiskalne netto.

Najważniejsze wnioski

UE-27 wytopiła w 2024 r. w dziesięciu hutach ok. 1 800 tys. t cynku rafinowanego, z czego ok. 185 tys. t pochodziło z tlenku przewałowego (Waelz) uzyskanego z pyłów stalowniczych; rafinerie wtórne wytworzyły z pozostałości i złomu ok. 230 tys. t cynku, pyłu cynkowego i stopów cynku, a ok. 550 tys. t cynku w złomie przetopiono bezpośrednio, głównie w walcowniach mosiądzu, walcowniach cynku i u producentów stopów. Kopalnie w UE wydobyły 527 tys. t cynku w koncentracie. Z ok. 2 200 tys. t cynku po raz pierwszy użytego w UE cynk wtórny dostarczył 43,8% (pasmo 90%: 42–48%), wobec udziału wsadu z recyklingu 49% dla Europy z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią (Rostek i Loibl 2025).

RYSUNEK 1 Przemysł cynku w UE-27 w skrócie



Wartości centralne dla 2024 r.; w nawiasach P5–P95 z 10 000 losowań Monte Carlo w ramach struktury modelu. Rozszerzony łańcuch wartości: wydobycie rud cynku, zbiórka i handel złomem i pozostałościami, piece Waelza i rafinerie wtórne, hutnictwo cynku, blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy, cynkowanie i odlewnictwo stopów cynku. Emisje: szacunek warunkowy oparty na substytucji; przy przyjętych granicach droga Waelza ma wynik ujemny. Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0.

SIEDEM USTALEŃ

- **Wartość.** Rozszerzony łańcuch wartości cynku wytworzył w 2024 r. ok. 4,5 mld EUR wartości dodanej brutto i zatrudniał ok. 57 000 osób. Z łańcuchem dostaw wewnątrz UE wkład wynosi 8,0 mld EUR i ok. 100 000 miejsc pracy (pasmo 90%: 7,4–8,6 mld EUR). Jest to wkład brutto związany z działalnością, a nie skutek jej utraty. Cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe (Z5) odpowiadają za 52% bezpośredniej wartości dodanej; udział ten wyznaczają dwa klucze podziału – udziały cynku w nakładaniu powłok i w odlewnictwie metali nieżelaznych. Hutnictwo cynku (Z3) odpowiada za 14%. Wartość dodana Z3 według kosztów czynników produkcji wynosi 610 mln EUR (pasmo 90%: 390–820 mln EUR): 380 mln EUR z rachunku kosztów i 230 mln EUR kompensaty kosztów pośrednich emisji. Bez kompensaty marża hut zeruje się przy cenie energii elektrycznej ok. 122 EUR/MWh, z kompensatą – przy ok. 154 EUR/MWh.
- **Recykling.** Łańcuch recyklingu – zbiórka i handel złomem i pozostałościami cynku (Z1) oraz cynk wtórny z pieców przewałowych i rafinerii wtórnych (Z2) – wytworzył 620 mln EUR bezpośredniej wartości dodanej i ok. 6 300 miejsc pracy; z łańcuchem dostaw 1 170 mln EUR. Cynk przetapiany bezpośrednio w walcowniach mosiądzu, walcowniach cynku i zakładach produkcji stopów nie stanowi odrębnego segmentu; jego wartość dodana mieści

się w działalności użytkowników metalu.

- **Finanse publiczne i energia.** Z działalnością rozszerzonego łańcucha wiąże się ok. 2,7 mld EUR podatków i składek bez VAT (pasmo 90%: 2,5–2,9 mld EUR), głównie od pracy. Produkcja ołowiu, cynku i cyny (NACE 24.43) jest uprawniona do kompensaty kosztów pośrednich emisji; kwoty zarejestrowane za koszty 2024 r. wynoszą 170,2 mln EUR dla hut cynku i 30,0 mln EUR dla NACE 24.43 w Polsce (łącznie z ołowiem i cyną); wraz z kwotami nieopublikowanymi dla Niderlandów, Włoch i Bułgarii ZN-EU ujmuje 230 mln EUR w wartości dodanej Z3 według kosztów czynników produkcji. Sześć hut elektrolitycznych bez linii ołowiu i pieca Imperial Smelting otrzymało w 2024 r. 300 tys. t bezpłatnych uprawnień wobec zweryfikowanych emisji 90 tys. t; różnica jest warta ok. 13,5 mln EUR po średniej cenie aukcyjnej z 2024 r. Energia elektryczna droższa o 50 EUR/MWh podniosłaby koszty hut o ok. 370 mln EUR rocznie, tj. 60% ich wartości dodanej, a łącznie hutnictwa, produkcji wtórnej i półwyrobów – o 410 mln EUR. Opłata przerobowa na poziomie wskaźnika referencyjnego z 2025 r. obniżyłaby wartość dodaną Z3 o ok. 210 mln EUR (34%), jeśli opłaty faktycznie uzyskiwane zmieniłyby się proporcjonalnie do wskaźnika, a o 250 mln EUR przy pełnej zmianie wskaźnika.
- **Cynk w użytkowaniu.** Model dynamiczny szacuje zasób cynku w użytkowaniu w UE-27 na ok. 49 mln t w 2024 r. (110 kg na osobę). Wyroby wycofane z użytkowania uwolniły ok. 1 780 tys. t cynku, w tym 267 tys. t w zastosowaniach rozpraszających; w UE odzyskano ok. 580 tys. t, tj. 38% wypływu poza zastosowaniami rozpraszającymi (pasmo 90%: 35–42%). W porównaniu z pracą Rostek i Loibl (2025) dla UE-27, Wielkiej Brytanii, Norwegii i Szwajcarii w 2020 r. – ok. 130 kg na osobę, wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych 53% i udział złomu poużytkowego 70% – ZN-EU daje 109 kg, 38% i 50%. Model nie jest kalibrowany do tego badania. Różnica wynika głównie z ograniczenia odzysku ze stali ocynkowanej, której cynk odzyskuje się w UE wyłącznie z pyłów z pieców elektrycznych, oraz z różnicy definicji: „odzyskany w UE" nie obejmuje cynku w eksportowanym złomie stalowym, a w ujęciu „zebrany do recyklingu w dowolnym miejscu" wskaźnik byłby wyższy. Udział cynku wtórnego (43,8%) opiera się na wolumenach z literatury, a wskaźnik recyklingu na modelu zasobów; oba rachunki się nie domykają (reszta 212 tys. t). Wskaźnik złomu technologicznego 18% i współczynnik odzysku 1,60 dla grup innych niż stal ocynkowana domykają je (reszta 8 tys. t) i dają wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych ok. 48%.
- **Środowisko.** Cynk wtórny wytworzony w UE w 2024 r. pozwolił potencjalnie uniknąć 1,1 mln t CO_2e dzięki przetopowi i rafinacji wtórnej (pasmo 90%: 1,0–1,6 mln t), a droga przewałowa dodała 0,34 mln t, co daje netto 0,77 mln t przy substytucji 1:1 cynku pierwotnego o średnim śladzie europejskim (2,0 t CO_2e na tonę). W przyjętych granicach systemu droga przewałowa (3,86 t CO_2e na tonę cynku) ma większy ślad niż europejski cynk pierwotny; porównanie nie uwzględnia unieszkodliwiania pyłu, które proces zastępuje. Znak wyniku netto zależy od śladu odniesienia: −0,14 mln t wobec europejskiego cynku wyłącznie z wsadu pierwotnego (1,06 t; Nyrstar 2023) i 2,2 mln t wobec średniej światowej (3,5 t); we wszystkich wariantach odniesienia zakres wynosi od −0,2 mln t (wzrost netto) do ok. 2,3 mln t CO_2e.
- **Bezpieczeństwo dostaw.** W relacji do cynku po raz pierwszy użytego w UE (2 200 tys. t) kopalnie w UE odpowiadają 24%, hutnictwo pierwotne w UE 73%, a cały cynk z hut i rafinerii wtórnych w UE 92%; cynk wtórny dostarcza 44%, a cynk z krajowego złomu poużytkowego 21–22%. Cynk nie jest surowcem strategicznym ani krytycznym w rozumieniu aktu w sprawie surowców krytycznych (CRMA); są nimi german i gal, odzyskiwane z obiegów cynkowych. Import koncentratów pochodzi głównie z Peru (22%; HHI 1 281), import cynku nieobrobionego – z Norwegii (45%). UE była eksporterem netto cynku nieobrobionego w 9 z 11 lat 2015–2025 (w 2024 r. eksport 554 tys. t wobec importu 224 tys. t). Wyeksportowała 54,3 tys. t odpadów i złomu cynku (CN 7902, masa brutto), a zaimportowała 14,0 tys. t; 54% eksportu trafiło do Indii. Koncentrat z kopalń w UE i z importu netto pokrywa 84% produkcji pierwotnej hut; gdyby niepokryte 263 tys. t było wsadem wtórnym hut, hutnictwo pierwotne odpowiadałoby 61% pierwszego użycia, cynk wtórny 55,8%, a potencjalnie uniknięte emisje netto wyniosłyby 276 tys. t.
- **Perspektywa.** W scenariuszu wysokiego obiegu na 2035 r. cynk wtórny rośnie do 1 168 tys. t, a bezpośrednia wartość dodana do 4,8 mld EUR; dodatkowy wsad wtórny przewyższa przyrost krajowego złomu poużytkowego (model dynamiczny) i technologicznego o ok. 196 tys. t cynku. Przy pierwszym użyciu zgodnym z aktywnością odbiorców i handlu netto cynkiem nieobrobionym jako pozycji zamykającej eksport netto cynku nieobrobionego osiąga w 2035 r. 475 tys. t; w scenariuszu niskim na 2030 r. UE staje się importerem netto (32 tys. t).

TABELA 1 Główne wyniki: wartość centralna i 90-procentowe pasmo niepewności parametrów

Wskaźnik (2024)	Status	Centralna	P5	P50	P95	Jednostka
Bezpośrednia WDB – łańcuch recyklingu (Z1+Z2)	S	619	476	640	814	mln EUR
Bezpośrednia WDB – hutnictwo cynku (Z3), z kompensatą	S	610	392	607	823	mln EUR
Bezpośrednia WDB – przemysł cynku (Z0–Z4)	S	2 152	1 879	2 182	2 495	mln EUR
Bezpośrednia WDB – łańcuch rozszerzony (Z0–Z5)	S	4 467	4 083	4 465	4 840	mln EUR
WDB z łańcuchem dostaw (typ I)	M	7 991	7 363	7 986	8 608	mln EUR
WDB z efektem indukowanym (typ II)	M	10 074	9 288	10 063	10 838	mln EUR
Zatrudnienie bezpośrednie	S	57 400	52 900	57 100	61 000	osoby
Miejsca pracy z łańcuchem dostaw	M	100 500	91 500	100 000	108 700	osoby
Miejsca pracy z efektem indukowanym	M	127 700	116 100	127 200	138 600	osoby
Podatki i składki (przypisanie, nie saldo netto)	M	2 694	2 455	2 682	2 920	mln EUR
Potencjalnie uniknięte emisje – rafinacja wtórna i przetop	M	1 110	998	1 277	1 609	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte emisje – droga przewałowa	M	−344	−471	−345	−242	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte emisje – netto, cały wytworzony cynk wtórny	M	766	606	924	1 306	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte emisje – tylko krajowy złom użytkowy	M	381	296	456	650	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte emisje – substytucja 0,5	M	−199	−384	−142	115	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte odpady poflotacyjne	M	7,7	6,0	8,3	11,0	mln t
Cynk wtórny (wszystkie drogi)	S	965	910	1 004	1 114	tys. t
Zasób cynku w użytkowaniu	M	49	43	50	57	mln t
Złom użytkowy odzyskany z wycofanych wyrobów	M	579	512	591	677	tys. t
Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych (bez zastosowań rozpraszających)	M	38	35	38	42	%
Reszta bilansowa krajowego złomu (rezydualnie minus oddolnie)	M	212	127	233	345	tys. t
Udział cynku wtórnego w pierwszym użyciu	S	43,8	42,1	45,0	48,0	%
Wskaźnik pokrycia: podaż krajowa złomu / zużycie złomu	S	106	104	105	107	%

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; losowania Monte Carlo z kopułą Gaussa; wartość „centralna" to przebieg deterministyczny przy modalnych wartościach parametrów. P5–P95 opisują niepewność parametrów w ramach struktury modelu; alternatywy strukturalne dają szerszy zakres (rozdział 9). Przy symetrycznej tablicy przepływów UE-27 Eurostatu (2023) zamiast FIGARO 2024 WDB z łańcuchem dostaw różni się o 0,4%. Segmenty Z0–Z5: zob. rozdział 4. WDB, miejsca pracy i podatki to wkład brutto; bezpośrednia WDB jest wyrażona według kosztów czynników produkcji z SBS i obejmuje dotacje do działalności, w tym 230 mln EUR kompensaty kosztów pośrednich emisji w Z3; pośrednia i indukowana WDB – w cenach bazowych z FIGARO (wycena bezpośredniej WDB w cenach bazowych zmienia WDB z łańcuchem dostaw o 0,7%). Efekty typu II zakładają, że wydatki gospodarstw domowych reagują na dochody przy stałych skłonnościach i bez ograniczeń podażowych. Podatki bez VAT. Potencjalnie uniknięte emisje porównują cynk wtórny wytworzony w UE z substytucją 1:1 cynku pierwotnego o śladzie 2,0 t CO_2e na tonę; perspektywy są alternatywne i nie sumują się. Reszta bilansowa: szacunek rezydualny krajowej podaży złomu minus szacunek oddolny. Wskaźnik pokrycia w ujęciu rezydualnym: 1 plus eksport netto cynku w złomie w relacji do zużycia złomu.

01 Wprowadzenie

Cynk chroni stal przed korozją. Powłoka cynkowa, nakładana przez cynkowanie ogniowe konstrukcji stalowych lub na liniach ciągłych dla taśmy stalowej, koroduje w pierwszej kolejności, chroniąc stal (ochrona protektorowa); dlatego cynk stosuje się w budynkach, mostach, słupach energetycznych, infrastrukturze drogowej, konstrukcjach rolniczych i karoseriach samochodowych. Cynk jest też podstawą stopów do odlewania ciśnieniowego, drugim składnikiem mosiądzu, w postaci blach – materiałem pokryć dachowych i elewacji, a jako tlenek cynku i inne związki – surowcem dla opon, ceramiki, chemikaliów, nawozów i pasz. Na świecie cynkowanie odpowiada za ok. 60% pierwszego użycia cynku, stopy cynku za 15%, związki za 11%, mosiądz i brąz za 9%, a półwyroby za 4% (Natural Resources Canada 2026); w Europie cynkowanie odpowiada za 52%, a odlewnictwo ciśnieniowe za 17%, przy czym według sektorów końcowych budownictwo i infrastruktura zużywają 66% cynku, transport i maszyny 28%, a dobra konsumpcyjne 5% (Komisja Europejska 2020).

Unia Europejska wydobywa, wytapia, odzyskuje i wykorzystuje cynk. W 2024 r. kopalnie w Szwecji, Portugalii, Hiszpanii, Finlandii, Grecji, Bułgarii i Irlandii wydobyły 527 tys. t cynku w koncentracie, tj. 4,4% produkcji światowej, a dziesięć hut w Hiszpanii, Belgii, Finlandii, Niderlandach, Francji, Polsce, Włoszech, Bułgarii i Niemczech wytworzyło od ok. 1 800 tys. t (według danych International Lead and Zinc Study Group, ILZSG) do 1 989 tys. t (Idoine i in. 2026) cynku rafinowanego, ok. 14% produkcji światowej (wartość centralna ZN-EU 1 800 tys. t). Piece przewałowe (Waelz) odzyskują cynk z pyłów stalowni elektrycznych, a walcownie mosiądzu, walcownie cynku i producenci stopów przetapiają złom cynku. Cynk nie jest surowcem strategicznym ani krytycznym w rozumieniu aktu w sprawie surowców krytycznych (CRMA); zależność UE od importu cynku wynosi 56% na etapie wydobycia i zero na etapie przetwarzania (Komisja Europejska 2023).

Raport traktuje UE-27 jako jedną gospodarkę. Cynk przemieszczający się między państwami członkowskimi – koncentrat ze Szwecji lub Irlandii przetapiany w Finlandii lub Belgii, tlenek przewałowy z Niemiec lub Hiszpanii trafiający do hut w innych państwach, cynk walcowany lub stopowany w innym państwie, złom zebrany w jednym państwie i przetopiony w innym – jest przepływem krajowym; handlem zagranicznym jest wyłącznie wymiana z państwami spoza UE. ZN-EU stosuje do cynku w całej Unii zintegrowany model wykorzystywany przez IGMNiR dla cynku w Polsce oraz dla miedzi i aluminium w UE-27 (IGMNiR 2026a; 2026b; 2026c); ponieważ segmenty, dane i warianty odniesienia są właściwe dla danego metalu, wyników nie można sumować z wynikami pozostałych raportów.

1.1 Pytania badawcze

01 Jak duży jest przemysł cynku w UE – pod względem produkcji, wartości dodanej i zatrudnienia – i jak jest zorganizowany w łańcuchu wartości?

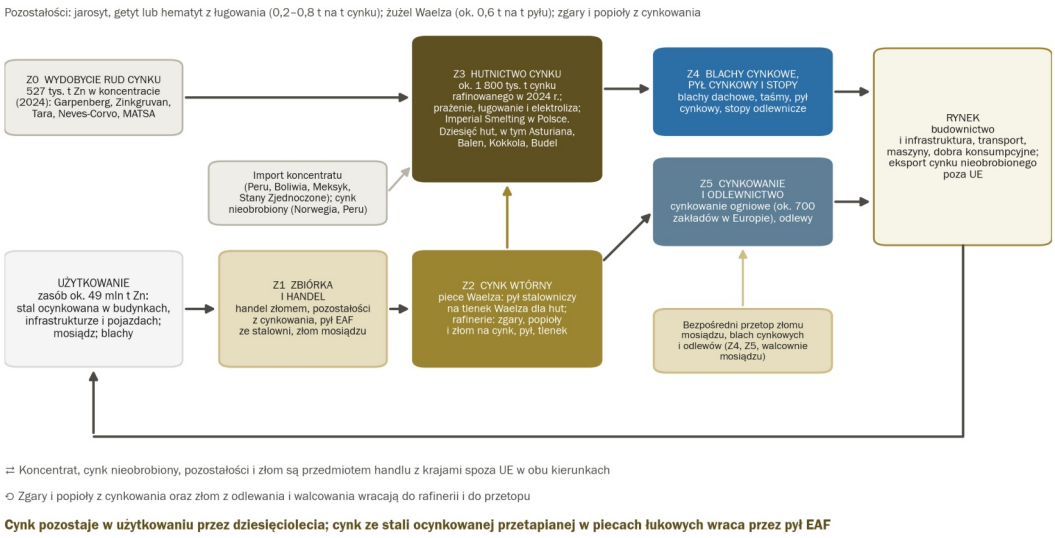
02 Ile wartości dodanej, zatrudnienia i dochodów podatkowych wspiera w unijnym łańcuchu dostaw i poprzez wydatki gospodarstw domowych?

03 Ile cynku znajduje się w użytkowaniu w UE, ile z niego wraca z wyrobów wycofanych i jak ma się to do cynku odzyskiwanego i sprzedawanego?

04 Jakich emisji i innych obciążeń potencjalnie pozwala uniknąć cynk wtórny wytwarzany w UE w porównaniu z cynkiem pierwotnym i od jakich założeń zależy wynik?

05 Jak bardzo UE zależy od importu koncentratów i cynku nieobrobionego, jak bardzo jej huty są narażone na ceny energii i opłaty przerobowe i jak może się to zmienić do 2035 r.?

RYSUNEK 2 **Łańcuch wartości cynku w UE-27 i sześć segmentów modelu ZN-EU**



Źródło: IGMNiR; Idoine i in. (2026); raporty spółek; EGGA (2024); Remus i in. (2013); Komisja Europejska (2017, BREF dla metali nieżelaznych).

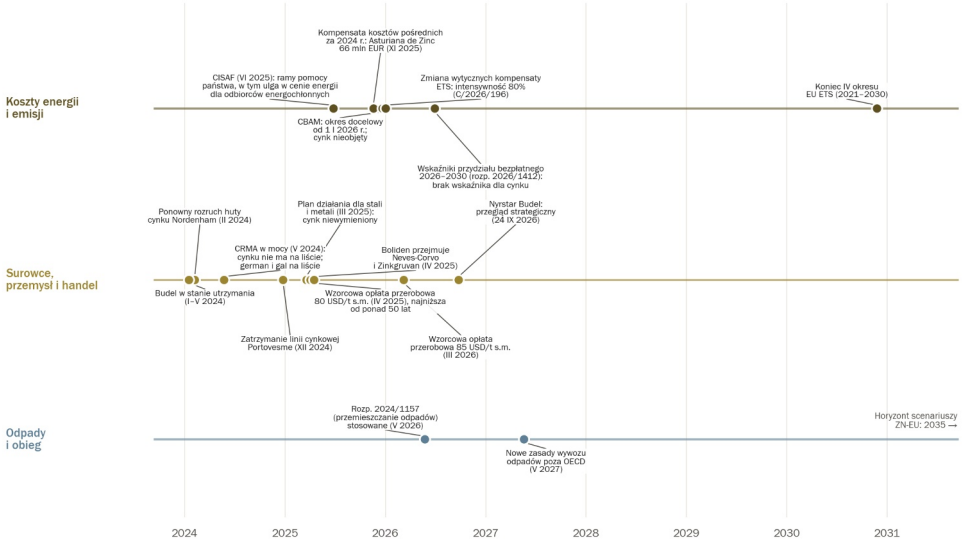
1.2 Struktura raportu

Rozdział 2 przedstawia kontekst polityczny, rozdział 3 opisuje przemysł i jego handel. Rozdział 4 prezentuje model, rozdziały 5–8 jego wyniki ekonomiczne, materiałowe, środowiskowe i strategiczne, rozdział 9 niepewność, testy kontrolne i ograniczenia, a rozdział 10 scenariusze do 2035 r. Ostatni rozdział podsumowuje wyniki. Aneksy dokumentują dane, parametry, instalacje i pojęcia.

02 Kontekst polityczny i regulacyjny

Cynk podlega unijnej polityce w zakresie surowców, odpadów i złomu, handlu uprawnieniami do emisji i mechanizmu dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2, energii i pomocy państwa, a także warunkom na światowym rynku koncentratów. Rysunek przedstawia główne kamienie milowe; punkty poniżej streszczają ich treść według stanu na 10 listopada 2026 r.

RYSUNEK 3 **Kamienie milowe regulacji dla łańcucha wartości cynku w UE, 2024–2027**



Źródło: rozporządzenie (UE) 2024/1252; COM(2025) 125; komunikat C/2025/3602 (CISAF); komunikat C/2026/196; rozporządzenie (UE) 2023/956 (CBAM); rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2026/1412; Resolución de 25 de noviembre de 2025 (Hiszpania); rozporządzenie (UE) 2024/1157; dyrektywa 2003/87/WE; raporty i komunikaty Glencore, Nyrstar i Boliden; wzorcowe opłaty przerobowe według Bloomberg (2025) i SMM (2026). Stan na 10 listopada 2026 r.

2.1 Polityka surowcowa i przemysłowa

Rozporządzenie (UE) 2024/1252 (akt w sprawie surowców krytycznych, CRMA) nie wymienia cynku ani jako surowca strategicznego (załącznik I), ani jako surowca krytycznego (załącznik II). Wymienia natomiast german i gal, odzyskiwane z obiegów technologicznych cynku. Ocena krytyczności z 2023 r. przypisuje cynkowi ryzyko podaży 0,2 i znaczenie gospodarcze 4,8, zależność od importu 56% na etapie wydobycia i zero na etapie przetwarzania oraz udział surowców z recyklingu wyrobów wycofanych we wsadzie 34% (Komisja Europejska 2023). Europejski plan działania na rzecz stali i metali z 19 marca 2025 r. (COM(2025) 125) wymienia aluminium, miedź i nikiel jako objęte nim podstawowe metale nieżelazne i nie wymienia cynku (Komisja Europejska 2025b). Badanie wykonane dla Eurometaux przewiduje europejski popyt na cynk w 2050 r. na poziomie 2,8 mln t, takim samym jak w 2020 r., przy czym zastosowania związane z transformacją energetyczną dodają ok. 11% (Gregoir i Van Acker 2022).

2.2 Polityka wobec złomu, odpadów i handlu

Od 23 lipca 2025 r. obowiązuje nadzór celny nad eksportem i importem złomu żelaznego, aluminium i miedzi (Komisja Europejska 2025f); odpady i złom cynku (CN 7902) nie należą do wymienionych towarów. Na mocy rozporządzenia w sprawie przemieszczania odpadów (UE) 2024/1157 wywóz odpadów innych niż niebezpieczne do państw spoza OECD będzie od maja 2027 r. dozwolony tylko do państw z listy przyjętej przez Komisję, a przemieszczanie odpadów niebezpiecznych, takich jak pyły ze stalowni elektrycznych, wymaga

uprzedniego pisemnego zgłoszenia i zgody. Cynk zawarty w złomie mosiądzu jest przedmiotem handlu jako złom miedzi (CN 7404 00 91): w 2024 r. UE wyeksportowała do państw spoza UE 242,3 tys. t złomu mosiądzu (masa brutto), a zaimportowała 66,2 tys. t. Nie obowiązuje żaden środek importowy dotyczący wyłącznie cynku; import cynku nieobrobionego z Rosji wyniósł 454 t w 2023 r., a w 2024 r. nie wystąpił (Eurostat Comext).

2.3 Handel uprawnieniami do emisji, mechanizm dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2 i kompensata

Huty cynku i samodzielne instalacje przewałowe są objęte systemem handlu uprawnieniami do emisji UE jako instalacje produkcji lub przetwarzania metali nieżelaznych (dyrektywa 2003/87/WE, załącznik I); rejestr Unii ujmuje większość z nich w działalności 28 (metale nieżelazne), a Boliden Kokkola w działalności 23 (prażenie lub spiekanie rud metali). Niektóre huty prowadzą piece przewałowe w ramach instalacji hutniczej (ZGH Bolesław). Produkcja ołowiu, cynku i cyny (NACE 24.43) znajduje się na unijnej liście sektorów narażonych na ryzyko ucieczki emisji na lata 2021–2030 (decyzja delegowana Komisji (UE) 2019/708). W rozporządzeniach określających wskaźniki emisyjności na lata 2021–2025 (rozporządzenie (UE) 2021/447) i 2026–2030 (rozporządzenie wykonawcze (UE) 2026/1412) nie ma wskaźnika produktowego dla cynku; bezpłatny przydział dla instalacji cynkowych opiera się na podejściach zastępczych dla ciepła, paliw i emisji procesowych. Zweryfikowane emisje dziesięciu hut cynku – łącznie z produkcją ołowiu w Portovesme i Płowdiwie oraz piecem Imperial Smelting w Miasteczku Śląskim, jedynym w UE – wyniosły w 2024 r. 1 036,8 tys. t CO_2e (970,0 tys. t w 2023 r.), tj. 0,52 t na tonę cynku rafinowanego; sześć hut elektrolitycznych bez linii ołowiu i Imperial Smelting wyemitowało 90,0 tys. t, tj. 0,05 t na tonę ich produkcji (obie intensywności w relacji do produkcji cynku rafinowanego według statystyki krajowej, Idoine i in. 2026; w ujęciu modelu – przy produkcji 1 800 tys. t i hucie Balen na poziomie zdolności 285 tys. t, zob. punkt 3.2 – wynoszą one 0,58 i 0,06 t). Sześć hut elektrolitycznych otrzymało w 2024 r. 299,2 tys. t bezpłatnych uprawnień; różnica w stosunku do ich emisji (209,2 tys. t) jest warta ok. 13,5 mln EUR po średniej cenie aukcyjnej z 2024 r. wynoszącej 64,74 EUR. Siedem samodzielnych instalacji przewałowych wyemitowało 409,3 tys. t (407,9 tys. t w 2023 r.) (Komisja Europejska 2026c). Emisje poszczególnych instalacji podano w aneksie C.

Kompensatę kosztów pośrednich emisji regulują wytyczne w sprawie pomocy państwa w kontekście EU ETS (2020/C 317/04). Produkcja ołowiu, cynku i cyny (NACE 24.43) jest uprawniona, a wskaźnik efektywności zużycia energii elektrycznej dla elektrolizy cynku wynosi 3,994 MWh na tonę cynku (2021/C 528/01). W 2024 r. piętnaście państw członkowskich wypłaciło wszystkim uprawnionym sektorom ok. 5,52 mld EUR za koszty poniesione w 2023 r. (Komisja Europejska 2025d). Kwoty w podziale na przedsiębiorstwa publikują tylko niektóre państwa. Za koszty 2024 r. wynoszą one 170,2 mln EUR dla hut cynku, 30,0 mln EUR dla NACE 24.43 w Polsce (łącznie z ołowiem i cyną), 1,57 mln EUR dla producentów półwyrobów i pyłu cynkowego oraz 1,51 mln EUR dla jednej huty ołowiu (rozdział 5); Niderlandy publikują tylko sumy sektorowe (68,3 mln EUR dla 15 przedsiębiorstw sektora metali za koszty 2024 r.; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland 2026), a kwot dla Włoch i Bułgarii nie znaleziono. Kompensata jest dotacją do działalności i w statystyce strukturalnej przedsiębiorstw stanowi część wartości dodanej według kosztów czynników produkcji; ZN-EU ujmuje 230 mln EUR (zakres 200–280 mln EUR: huty, cynkowa część kwoty dla Polski i kwoty nieopublikowane) w wartości dodanej hutnictwa cynku, która wynosi 610 mln EUR według kosztów czynników produkcji i 380 mln EUR przed kompensatą. Kwoty zarejestrowane dla hut stanowią 28% wartości dodanej hutnictwa według kosztów czynników produkcji.

Cynk (dział 79) nie jest objęty mechanizmem dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2 (rozporządzenie (UE) 2023/956, załącznik I). Objęte są natomiast towary z żelaza i stali z działu 72, w tym wyroby płaskie walcowane powlekane (CN 7210), między innymi blacha ocynkowana; okres docelowy rozpoczął się 1 stycznia 2026 r.

2.4 Energia i pomoc państwa

Elektrolityczne hutnictwo cynku zużywa ok. 4,0–4,4 MWh energii elektrycznej na tonę: dziewięć unijnych zakładów prażenia, ługowania i elektrolizy zużywało w latach 2017–2019 od 3 994 do 4 393 kWh na tonę, średnio 4 167 kWh (Kantamaneni i in. 2021), z czego na elektrolizę ok. 3,45 MWh (Cusano i in. 2017). ZN-EU przyjmuje 4,17 MWh na tonę cynku elektrolitycznego i 1,5 MWh na tonę dla 75 tys. t cynku z pieca Imperial Smelting, czyli ok. 7,3 TWh dla hut w UE w 2024 r., przy średnim koszcie 70 EUR/MWh przed kompensatą (zakres 50–95). Energia elektryczna dla odbiorców innych niż gospodarstwa domowe kosztowała w UE-27 w 2024 r. średnio 0,123 EUR za kWh przy zużyciu 70–150 GWh i 0,113 EUR za kWh przy zużyciu powyżej 150 GWh, bez VAT i podatków podlegających zwrotowi (Eurostat 2026b). Zasady ramowe dotyczące środków pomocy państwa wspierających Ład przemysłowy na rzecz czystej gospodarki (CISAF, C/2025/3602) pozwalają państwom przyznawać odbiorcom energochłonnym przejściową ulgę w cenach energii elektrycznej, ograniczoną do połowy ceny hurtowej dla połowy zużycia i nie niższą niż 50 EUR za MWh; zasady te nie wymieniają cynku. W latach 2023–2026 kilka hut i kopalń wstrzymało lub ograniczyło produkcję.

TABELA 2 Postoje, wznowienia i zmiany właściciela hut i kopalń cynku w UE, 2023–2026

Zakład	Rodzaj	Zdarzenie	Źródło
Glencore, Nordenham (DE)	Huta, ≈165 tys. t	Ponowny rozruch w lutym 2024 r.; od lutego 2024 r. stopniowe zwiększanie produkcji	Glencore (2025); Reuters (2024)
Boliden, Tara (IE)	Kopalnia	Konserwacja od lipca 2023 r. do sierpnia 2024 r.; wznowienie produkcji w październiku 2024 r.	Boliden (2025)
Almina, Aljustrel (PT)	Kopalnia	Brak produkcji cynku w 2024 r.; odzysk cynku wznowiono w IV kwartale 2025 r.	International Lead and Zinc Study Group (2026b)
Nyrstar Budel (NL)	Huta, 315 tys. t	Konserwacja od stycznia 2024 r., wznowienie ogłoszone 30 kwietnia 2024 r.; przegląd strategiczny ogłoszony 24 września 2026 r. z powołaniem się na koszty energii, niskie opłaty przerobowe i koszty sieciowe	Nyrstar (2024a; 2024b; 2026)
Glencore, Portovesme (IT)	Huta	Linia ołowiu w konserwacji; linię cynku zatrzymano 23 grudnia 2024 r. i w styczniu 2026 r. nadal nie pracowała	Glencore (2025); L'Unione Sarda (2024); Il Sole 24 Ore (2026)
Neves-Corvo (PT) i Zinkgruvan (SE)	Kopalnie	Przejęte przez Boliden od Lundin Mining w kwietniu 2025 r.	Boliden (2026)

Źródło: informacje spółek i prasy, jak wskazano; zestawienie IGMNiR.

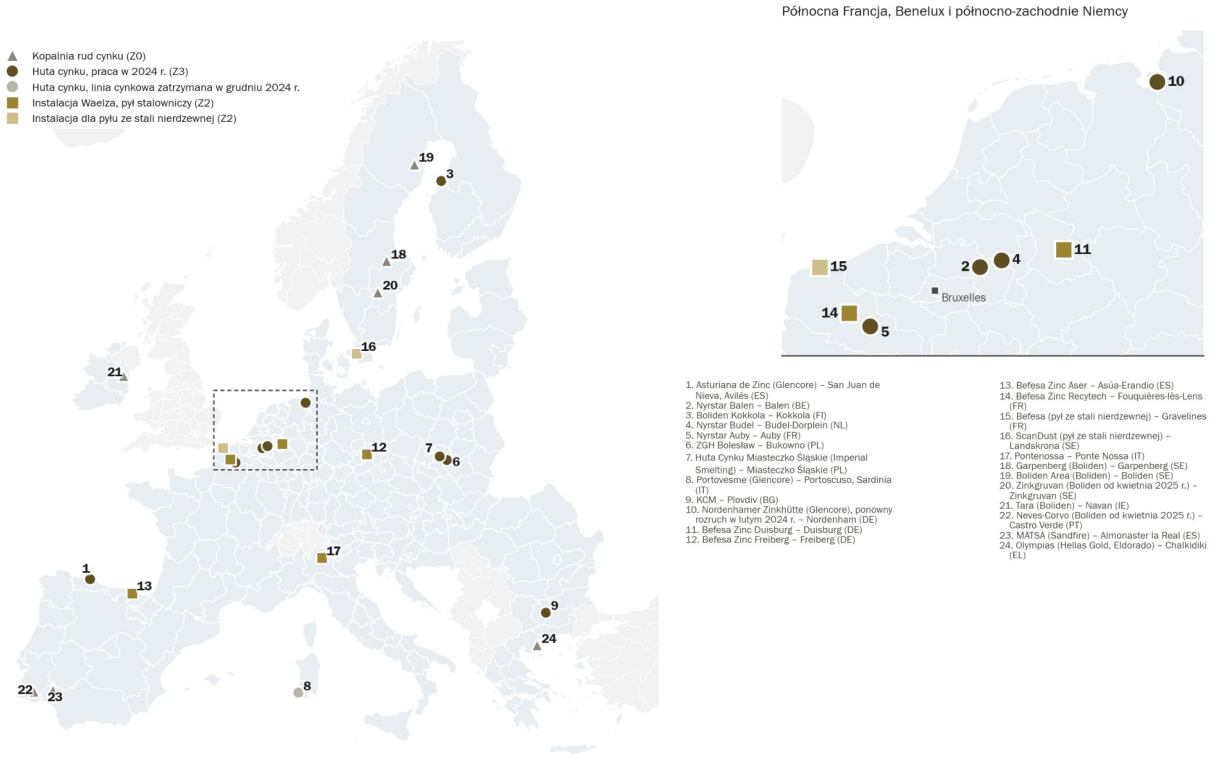
2.5 Opłaty przerobowe i rynek światowy

Huty przerabiające koncentraty kupowane od kopalń zarabiają głównie na opłacie przerobowej płaconej przez kopalnie i na cynku odzyskanym ponad płatny udział koncentratu (metal ponadpłatny). Roczna referencyjna opłata przerobowa (TC) za koncentrat cynku spadła z 274 USD za tonę suchą w 2023 r. do 165 USD w 2024 r. (Fastmarkets 2024) i 80 USD w 2025 r., najniższego poziomu od ponad 50 lat według CRU (Bloomberg 2025), a na 2026 r. ustalono ją na 85 USD (SMM 2026). Chiny zaimportowały w 2025 r. 2 575 tys. t cynku w koncentracie, o 29,8% więcej niż w 2024 r. (International Lead and Zinc Study Group 2026a). Boliden podał, że niższe opłaty przerobowe obniżyły wynik jego hut (Boliden 2025). Cena cynku na LME wynosiła w 2024 r. średnio 2 776 USD za tonę (Bank Światowy 2025), tj. 2 565 EUR za tonę po średnim kursie (Europejski Bank Centralny 2026). W ZN-EU marża brutto hut – opłata przerobowa, metal ponadpłatny i produkty uboczne w przypadku cynku z koncentratów, marża na cynku z tlenku przewałowego oraz premia – wynosi ok. 845 EUR na tonę cynku wobec kosztu energii elektrycznej ok. 284 EUR na tonę (rozdział 5).

03 Przemysł cynku w UE-27

Unijny łańcuch wartości cynku prowadzi od kopalń rud polimetalicznych w Szwecji, Portugalii, Hiszpanii, Finlandii, Irlandii, Grecji i Bułgarii, przez dziesięć hut i siedem instalacji przewałowych, rafinerie wtórne przetwarzające zgary, popioły i złom na cynk, pył cynkowy i stopy oraz producentów blach i stopów cynku, do cynkowni ogniowych, odlewni ciśnieniowych, walcowni mosiądzu i odbiorców w budownictwie, transporcie i przemyśle maszynowym; ciągłe cynkowanie taśmy stalowej odbywa się w hutach stali (NACE 24.10). Klasa NACE 24.43 (produkcja ołowiu, cynku i cyny) zatrudniała w 2024 r. 15 136 osób, NACE 24.54 (odlewnictwo pozostałych metali nieżelaznych) 18 657, a NACE 25.61 (obróbka metali i nakładanie powłok) 290 000 (Eurostat 2026b). Europejskie Stowarzyszenie Cynkowni Ogniowych (EGGA) podaje ok. 700 cynkowni, w większości małych i średnich przedsiębiorstw, zatrudniających w Europie ok. 40 000 osób (EGGA 2024); Niemcy odpowiadały w 2024 r. za 22% produkcji jego członków, Włochy za 15%, Turcja za 15%, Polska za 8%, a Hiszpania za 7% (Kopf 2025).

RYSUNEK 4 Kopalnie, huty cynku i instalacje przewałowe w UE-27



Źródło: IGMNiR; Idoine i in. (2026); raporty spółek (Boliden, Glencore, Nyrstar, Befesa, Lundin Mining, Sandfire, Eldorado); rejestr EU ETS; granice GISCO. Lokalizacje przybliżone. Numeracja według listy po prawej.

3.1 Górnictwo

TABELA 3 Wydobycie cynku w UE-27 według państw (tys. t cynku w koncentracie)

Państwo	2023	2024	Kopalnie i uwagi
Szwecja	217,6	239,2	Garpenberg, rejon Boliden, Zinkgruvan
Portugalia	183,9	109,6	Neves-Corvo, Aljustrel; w 2024 r. suma krajowa równa się produkcji Neves-Corvo

Państwo	2023	2024	Kopalnie i uwagi
Hiszpania	89,2	84,8	MATSA (Sandfire)
Finlandia	58,4	53,8	
Irlandia	53,3	6,3	Tara, konserwacja od lipca 2023 r. do sierpnia 2024 r.
Grecja	16,6	14,4	Olympias
Bułgaria	14,2	14,5	
Polska	5,0*	5,5*	
Rumunia	0,9	4,7	2024 szacunek
Słowacja	0,1	0,1	
UE-27	**639,2**	**532,9**	

Źródło: Idoine i in. (2026), British Geological Survey, World Mineral Production 2020–24; nazwy kopalń według Boliden (2025), Lundin Mining (2025), Sandfire Resources (2025) i Eldorado Gold (2025). Dane spółek za 2024 r.: Garpenberg 109 tys. t, Zinkgruvan 82,1 tys. t, Neves-Corvo 109,6 tys. t, MATSA 85,0 tys. t, Olympias 12,1 tys. t (płatne). * Wartość podana przez BGS, niepotwierdzona; nie uwzględniono (kopalnię Olkusz-Pomorzany zamknięto z końcem 2020 r.). ZN-EU przyjmuje 527,4 tys. t (UE-27 bez Polski).

Większość kopalń w UE wydobywa rudy polimetaliczne i wytwarza także miedź, ołów i srebro. Wydobycie spadło z 639 tys. t w 2023 r. do 533 tys. t w 2024 r., głównie z powodu postoju kopalni Tara i braku produkcji cynku w Aljustrel; kopalnie w UE dostarczyły 4,4% światowej produkcji wynoszącej 12,0 mln t. W 2024 r. UE zaimportowała spoza UE 1 959 tys. t rud i koncentratów cynku (CN 2608, masa brutto), głównie z Peru, Boliwii i Meksyku (największy partner 22%; HHI 1 281; pięciu największych partnerów 74%), a wyeksportowała 270 tys. t, w większości do huty Odda w Norwegii.

3.2 Hutnictwo

Produkcję cynku rafinowanego w UE-27 publikuje British Geological Survey według państw (1 989 tys. t w 2024 r.; 1 771 tys. t w 2023 r.). Wartość dla Belgii rośnie z 250 tys. t w 2023 r. do 480 tys. t w 2024 r. i nie daje się uzgodnić z innymi źródłami: europejska produkcja cynku rafinowanego według ILZSG (2 117 tys. t w 2024 r.) bez Norwegii i Rosji oznacza dla UE ok. 1 800 tys. t (International Lead and Zinc Study Group 2026a). PRODCOM wykazuje 1 466 tys. t cynku nieobrobionego niestopowego i 741 tys. t stopów cynku (masa brutto). Boliden Kokkola wytworzył w 2024 r. 302 tys. t (Boliden 2025). Europejskie huty Glencore przerabiające koncentraty kupowane, obejmujące Asturiana, Nordenham i Portovesme oraz zakłady spoza UE, wytworzyły 874,5 tys. t w 2024 r. wobec 752,6 tys. t w 2023 r.; spółka przypisuje wzrost ponownemu uruchomieniu Nordenham (Glencore 2025). Wartość krajowa dla Niemiec wynosi 55,2 tys. t (Idoine i in. 2026); zdolności Nordenham to ok. 165 tys. t cynku i stopów cynku (Reuters 2024). Zdolności huty w Balen wynoszą ok. 285 tys. t rocznie (SMM 2022), a katody wytwarzane w Balen i Auby są przetapiane i odlewane w Pelt (Nyrstar 2020); wartość dla Belgii może więc obejmować cynk wytopiony we Francji. Przy produkcji Balen równej jej zdolnościom suma krajowa wyniosłaby 1 794 tys. t. W 2010 r. huty w UE wytworzyły 2 098 tys. t cynku w 12 zakładach, a w 2016 r. produkcja UE obejmowała 1 699 tys. t cynku pierwotnego i 296 tys. t wtórnego (Wyns i Khandekar 2019). ZN-EU przyjmuje 1 800 tys. t w zakresie 1 720–1 860 tys. t.

TABELA 4 **Produkcja cynku rafinowanego w UE-27 według hut, 2024 (tys. t)**

Huta	tys. t	Klasa	Źródło
Asturiana de Zinc, San Juan de Nieva (ES)	515,0	A	Idoine i in. (2026), Hiszpania
Nyrstar Balen (BE)	480,2	C	Idoine i in. (2026), Belgia; 2023: 250,1
Boliden Kokkola (FI)	302,2	A	Boliden (2025); Idoine i in. (2026), Finlandia
Nyrstar Budel (NL)	155,2	B	Idoine i in. (2026), Niderlandy, szacunek
Nyrstar Auby (FR)	149,8	A	Idoine i in. (2026), Francja
ZGH Bolesław; HC Miasteczko Śląskie (PL)	132,8	A	Idoine i in. (2026), Polska; sprawozdania spółek 153,8
Glencore Portovesme (IT)	127,0	A	Idoine i in. (2026), Włochy

Huta	tys. t	Klasa	Źródło
KCM Plovdiv (BG)	69,7	A	Idoine i in. (2026), Bułgaria
Glencore Nordenham (DE)	55,2	A	Idoine i in. (2026), Niemcy; ponowny rozruch w lutym 2024 r.
Rumunia	2,1	A	Idoine i in. (2026), Rumunia
Razem (British Geological Survey)	**1 989,2**		

Źródło: Idoine i in. (2026), British Geological Survey, sumy krajowe przypisane hutom w poszczególnych państwach; Boliden (2025); zestawienie IGMNiR. Model przyjmuje 1 800 tys. t (zakres 1 720–1 860 tys. t). Klasy: A dane urzędowe lub sprawozdania spółek, B szacunek źródła statystycznego, C wartość nieuzgodniona z innymi źródłami.

Cynk w wydobyciu w UE (527 tys. t) i w imporcie netto koncentratów spoza UE (873 tys. t przy zawartości 51,7% cynku) odpowiada przy uzysku w hutach 96,5% ok. 1 350 tys. t cynku, tj. 84% produkcji pierwotnej hut w UE (1 620 tys. t: produkcja cynku rafinowanego minus cynk z tlenku przewałowego). Dla 2023 r. ten sam rachunek – 634,2 tys. t z kopalń i 1 300,1 tys. t importu netto koncentratów (masa brutto) wobec produkcji cynku rafinowanego 1 770 tys. t, przy tej samej ilości cynku z tlenku przewałowego – daje 79%. Niższa zawartość cynku w koncentratach zwiększyłaby lukę, a luka utrzymuje się w obu latach. Opublikowane dane nie pozwalają ustalić, które z poniższych ją tłumaczy: wsad wtórny hut inny niż tlenek przewałowy, poufność danych handlowych na poziomie kodów CN w Comext czy krajowa statystyka produkcji.

TABELA 5 **Rachunek koncentratów: wariant centralny i wariant, w którym cynk niepokryty koncentratem jest wsadem wtórnym hut, 2024**

Wskaźnik	Centralnie	Wariant
Cynk z tlenku przewałowego i innego wsadu wtórnego hut, tys. t	185	448
Cynk pierwotny hut, tys. t	1 615	1 352
Cynk wtórny, wszystkie drogi, tys. t	965	1 228
Udział cynku wtórnego w pierwszym użyciu, %	43,8	55,8
Hutnictwo pierwotne w relacji do pierwszego użycia, %	73	61
Wartość dodana hutnictwa cynku (Z3), mln EUR	610	671
Potencjalnie uniknięte emisje netto, tys. t CO_2e	766	276
– w tym droga przewałowa i inny wsad wtórny hut	−344	−834
Bilans złomu: podaż rezydualna minus oddolna, tys. t	212	498

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. W wariancie 263 tys. t produkcji hut niepokrytej koncentratem traktuje się jako wsad wtórny kupowany po cenie tlenku przewałowego i o śladzie drogi przewałowej; opublikowane dane nie pozwalają ustalić, czy tak jest. Wariant domyka rachunek koncentratów, ale zwiększa resztę bilansu złomu z 212 do 498 tys. t (20% i 38% wsadu wtórnego), nie jest więc górnym oszacowaniem recyklingu. Wartość dodana hut jest w wariancie wyższa wyłącznie dlatego, że wsad wtórny jest tańszy od koncentratu przy niezmienionych kosztach przerobu. Niższa produkcja hut zmniejszyłaby lukę koncentratową bez zwiększania wsadu wtórnego.

3.3 Cynk wtórny

Cynk wtórny powstaje w UE trzema drogami, z których żadnej statystyka nie wykazuje osobno. Po pierwsze, piece przewałowe (Waelz) – w samodzielnych instalacjach i w niektórych hutach – odzyskują cynk z pyłów stalowni elektrycznych w postaci tlenku przewałowego, który jest ługowany i poddawany elektrolizie w hutach cynku. Stalownie elektryczne w UE wytworzyły w 2024 r. 57,8 mln t stali surowej, 44,6% produkcji UE (EUROFER 2025); przy 10–30 kg pyłu na tonę stali ciekłej (Remus i in. 2013) odpowiada to 580–1 730 tys. t pyłu, zawierającego 21–43% cynku w przypadku stali węglowych i niskostopowych. Befesa prowadzi instalacje przewałowe w Duisburgu i Freibergu (DE), Asúa-Erandio (ES) i Fouquières-lès-Lens (FR) oraz instalacje dla pyłów ze stali nierdzewnej w Gravelines (FR) i Landskronie (SE); grupa przerobiła w 2024 r. 1 211 tys. t pyłów, łącznie z zakładami spoza UE, i sprzedała 401 tys. t tlenku przewałowego (Befesa 2025). Piec przewałowy prowadzi także Pontenossa (IT). Po drugie, rafinerie wtórne destylują i przetapiają zgary i popioły z cynkowania, złom odlewów ciśnieniowych i inne pozostałości na cynk, stopy cynku, pył cynkowy i tlenek cynku. Po trzecie, walcownie mosiądzu, walcownie cynku i producenci stopów przetapiają złom bezpośrednio. Tabela przedstawia wartości przyjęte w ZN-EU.

TABELA 6 Cynk wtórny wytworzony w UE-27 według dróg, 2024 (tys. t cynku)

Droga	Wartość centralna	Zakres	Podstawa
Cynk z tlenku przewałowego i innych tlenków wtórnych odzyskany w hutach UE	185	140–240	stal elektryczna × wskaźnik pyłu × zawartość cynku (EUROFER 2025; Remus i in. 2013)
Cynk, stopy cynku, pył i tlenek z rafinerii wtórnych	230	150–320	rafinacja wtórna w Europie z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią ≈430 tys. t łącznie z tlenkiem przewałowym (Rostek i Loibl 2025)
Cynk w złomie przetopionym bezpośrednio (mosiądz, blachy cynkowe, stopy)	550	450–750	≈700 tys. t odzyskiwanych z pominięciem hut, do porównania z sumą rafinacji wtórnej i przetopu (Komisja Europejska 2020); bezpośrednie ponowne użycie 1,0 mln t w Europie z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią, ≈0,88 mln t w przeliczeniu na UE (Rostek i Loibl 2025)
Cynk wtórny razem	**965**		44% cynku po raz pierwszy użytego

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; źródła jak wskazano. Cynk z tlenku przewałowego jest częścią produkcji hut (1 800 tys. t). W przebiegu centralnym droga przewałowa przerabia ok. 840 tys. t pyłu o zawartości 24% cynku przy uzysku cynku 92%.

3.4 Blachy, pył i stopy cynku, cynkowanie i odlewy

TABELA 7 Produkcja wyrobów z cynku, usług cynkowania i odlewów z metali nieżelaznych w UE-27 (PRODCOM)

PRODCOM	Wyrób	2023, tys. t	2024, tys. t	2024, mln EUR
24431230	Cynk nieobrobiony niestopowy	1 589,3	1 466,0	2 531
24431250	Stopy cynku nieobrobione	828,2	741,0	1 447
24432200	Pył, proszki i płatki cynkowe	244,9	268,4	395
24432300	Pręty, kształtowniki, drut, blachy, taśmy i folia cynkowe	180,0	180,0	900
20121130	Tlenek i nadtlenek cynku	377,4	398,3	583
24541010	Odlewy z metali nieżelaznych (bez lekkich) do pojazdów lądowych	152,0	150,0	700
24541050	Odlewy z metali nieżelaznych (bez lekkich) do maszyn	128,0	116,3	994
24541090	Odlewy z metali nieżelaznych (bez lekkich) do innych zastosowań	132,1	132,0	1 240
25611130	Powlekanie przez zanurzenie w stopionym metalu (cynkowanie lub cynowanie)	–	–	3 138
25611170	Elektrolityczne powlekanie cynkiem	–	–	1 500

Źródło: Eurostat PRODCOM (DS-059358), EU27_2020, ilość produkcji (masa brutto) i wartość produkcji sprzedanej. Wiele sum dla UE to zaokrąglone szacunki Eurostatu; usługi cynkowania są wykazywane tylko w wartości. Wartość jednostkowa cynku nieobrobionego niestopowego (1 727 EUR za tonę) jest niższa od ceny LME (2 565 EUR za tonę); opublikowane dane nie wyjaśniają tej różnicy. Kodów 24541020 i 24541040 (148 mln EUR) nie pokazano.

Wyroby z cynku stanowiły w 2024 r. 5 270 mln EUR, tj. 59% wartości PRODCOM wszystkich wyrobów NACE 24.43 (wyroby z ołowiu 3 138 mln EUR, z cyny 564 mln EUR); w ZN-EU segmenty cynkowe Z2–Z4 odpowiadają za 69% wartości dodanej tej klasy, a pozostałość przypadająca na ołów i cynę wynosi ok. 104 tys. EUR wartości dodanej na pracującego wobec średniej dla klasy 117 tys. EUR. Cynkowanie ogniowe i elektrolityczne wykazały łącznie 4 640 mln EUR, czyli 11,3% produkcji NACE 25.61. Wśród blach cynkowych są blachy tytanowo-cynkowe na pokrycia dachowe i elewacje; pył cynkowy służy do farb antykorozyjnych i do oczyszczania elektrolitu cynkowego.

3.5 Statystyka publiczna

TABELA 8 Statystyka strukturalna przedsiębiorstw dla działalności łańcucha wartości cynku, UE-27, 2024

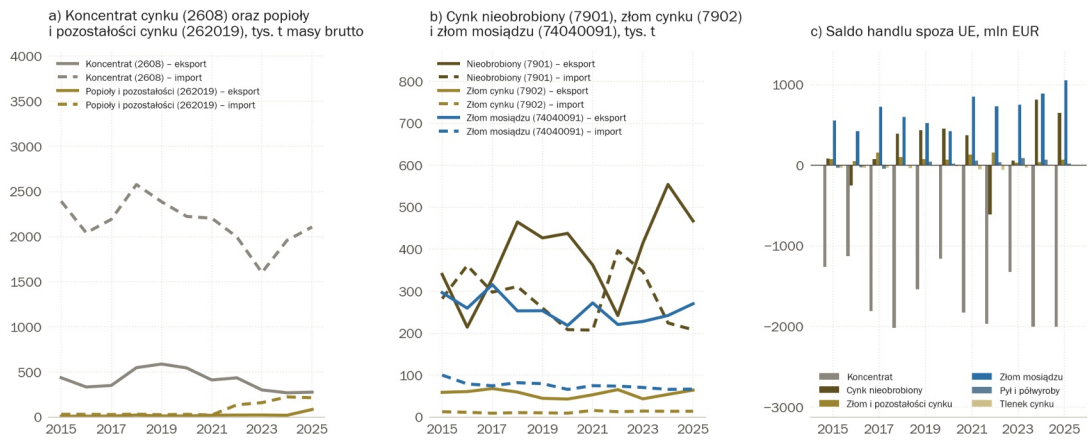
NACE	Działalność	Obroty, mln EUR	Produkcja, mln EUR	Wartość dodana, mln EUR	Pracujący	Koszty osobowe, mln EUR
B 07.29	Górnictwo pozostałych rud metali nieżelaznych	12 686	11 740	6 586	43 634*	2 123*
G 46.77	Sprzedaż hurtowa odpadów i złomu	68 196	16 023	7 688	120 000	3 737
E 38.3	Odzysk surowców	90 000	80 000	18 000	273 002	10 668*
C 24.43	Produkcja ołowiu, cynku i cyny	8 836	7 858	1 771	15 136	890
C 24.54	Odlewnictwo pozostałych metali nieżelaznych	4 287	4 151	1 221	18 657	837
C 25.61	Obróbka metali i nakładanie powłok	43 000	41 000	16 700	290 000	11 700

Źródło: Eurostat SBS (sbs_ovw_act), EU27_2020; Eurostat zaokrągla agregaty UE i utajnia komórki poufne. * Szacunek IGMNiR (status S): B0729 EMP_NR: koszty osobowe / koszt osobowy na pracującego w górnictwie (NACE B); B0729 EXPN_SAL_BEN_MEUR: wartość dodana × udział kosztów osobowych z 2022 r.; E383 EXPN_SAL_BEN_MEUR: suma państw raportujących, przeskalowana relacją zatrudnienia w UE do zatrudnienia w tych państwach.

Część agregatów UE Eurostat zaokrągla (np. zatrudnienie w 25.61 – 290 000 i produkcja 41 000 mln EUR, zatrudnienie w 46.77 – 120 000). Klasa NACE 24.43 wytworzyła 1 770 mln EUR wartości dodanej przy produkcji 7 860 mln EUR; obejmuje ona również ołów i cynę.

3.6 Handel z państwami spoza UE

RYSUNEK 5 Handel cynkiem z państwami spoza UE według stopnia przetworzenia, 2015–2025



Źródło: Eurostat Comext DS-045409, handel UE-27 spoza UE (masa brutto; złom mosiądzu CN 7404 00 91 zawiera miedź i cynk); IGMNiR ZN-EU. Złom i pozostałości cynku = CN 7902, 2620 11 i 2620 19; pył i półwyroby = CN 7903–7907.

TABELA 9 Handel cynkiem z państwami spoza UE według wyrobów, 2024

CN	Wyrób	Import, tys. t	Eksport, tys. t	Import, mln EUR	Eksport, mln EUR	Saldo, mln EUR
2608	Rudy i koncentraty cynku	1 959,4	270,4	2 215	214	−2 001
262011	Cynk twardy (hartcynk)	20,9	39,4	40	67	27
262019	Popioły i pozostałości zawierające głównie cynk	224,2	21,4	108	23	−85
2817	Tlenek i nadtlenek cynku	53,1	52,2	116	108	−8
7901	Cynk nieobrobiony	224,4	554,5	617	1 429	812

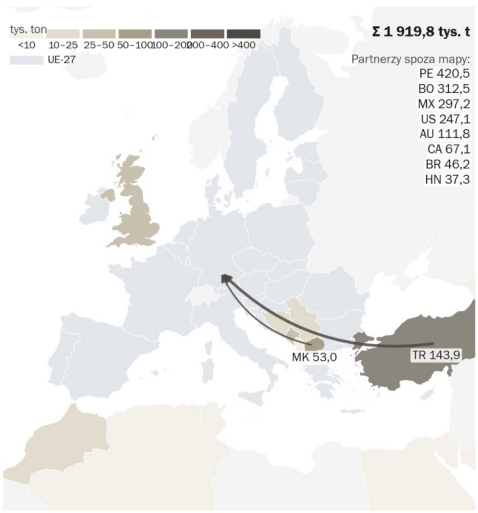
CN	Wyrób	Import, tys. t	Eksport, tys. t	Import, mln EUR	Eksport, mln EUR	Saldo, mln EUR
790111	– w tym ≥ 99,99% cynku	104,9	420,3	290	1 070	780
790112	– w tym < 99,99% cynku	79,3	44,0	211	116	–95
790120	– w tym stopy cynku	40,1	90,2	117	244	127
7902	Odpady i złom cynku	14,0	54,3	25	122	97
7903	Pył, proszki i płatki cynkowe	10,9	66,1	38	132	93
7904	Pręty, kształtowniki i drut cynkowe	2,3	1,3	10	5	–5
7905	Blachy, taśmy i folia cynkowe	7,5	9,6	27	50	23
7907	Pozostałe wyroby z cynku	18,6	11,3	200	157	–43
74040091	Złom mosiądzu (stopy miedzi z cynkiem)	66,2	242,3	344	1 231	887

Źródło: Eurostat Comext (DS-045409), zgłaszający EU27_2020, partnerzy spoza UE; masa brutto; handlu wewnątrzunijnego nie pokazano. Wartości jednostkowe: import koncentratów 1 131 EUR/t; import cynku nieobrobionego 2 751 EUR/t i eksport 2 578 EUR/t; import złomu cynku 1 789 EUR/t i eksport 2 241 EUR/t; import popiołów i pozostałości 481 EUR/t; cena LME cynku 2 565 EUR/t w 2024 r. (Bank Światowy 2025; Europejski Bank Centralny 2026). Złom mosiądzu jest klasyfikowany jako złom miedzi i pokazano go ze względu na zawartość cynku.

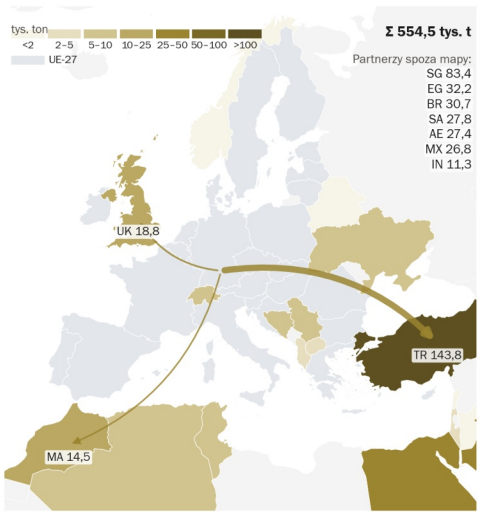
UE jest dużym importerem netto koncentratów cynku (2 000 mln EUR w 2024 r.) i eksporterem netto cynku nieobrobionego (810 mln EUR). W 9 z 11 lat 2015–2025 eksportowała więcej cynku nieobrobionego, niż importowała; import netto wystąpił w latach 2016 i 2022. W 2024 r. eksport wyniósł 554 tys. t, głównie do Turcji, Singapuru i Egiptu (największy partner 26%), a import 224 tys. t, głównie z Norwegii, Peru i Meksyku (największy partner 45%; HHI 3 212); Norwegia należy do Europejskiego Obszaru Gospodarczego. Import popiołów i pozostałości cynku (CN 2620 19) wzrósł z 207,4 tys. t w 2021 r. do 224,2 tys. t w 2024 r., głównie z Turcji (44%). W 2024 r. UE wyeksportowała 54,3 tys. t odpadów i złomu cynku (CN 7902), a zaimportowała 14,0 tys. t; 54% eksportu trafiło do Indii. Licząc cynk w złomie, cynku twardym, popiołach i złomie mosiądzu, eksport netto cynku w złomie i pozostałościach wyniósł ok. 63 tys. t. UE wyeksportowała też netto 10,9 mln t złomu żelaznego (CN 7204), którego część jest pokryta powłokami cynkowymi.

RYSUNEK 6 **Partnerzy spoza UE w handlu cynkiem, 2024**

a) Import koncentratu cynku spoza UE (2608), 2024



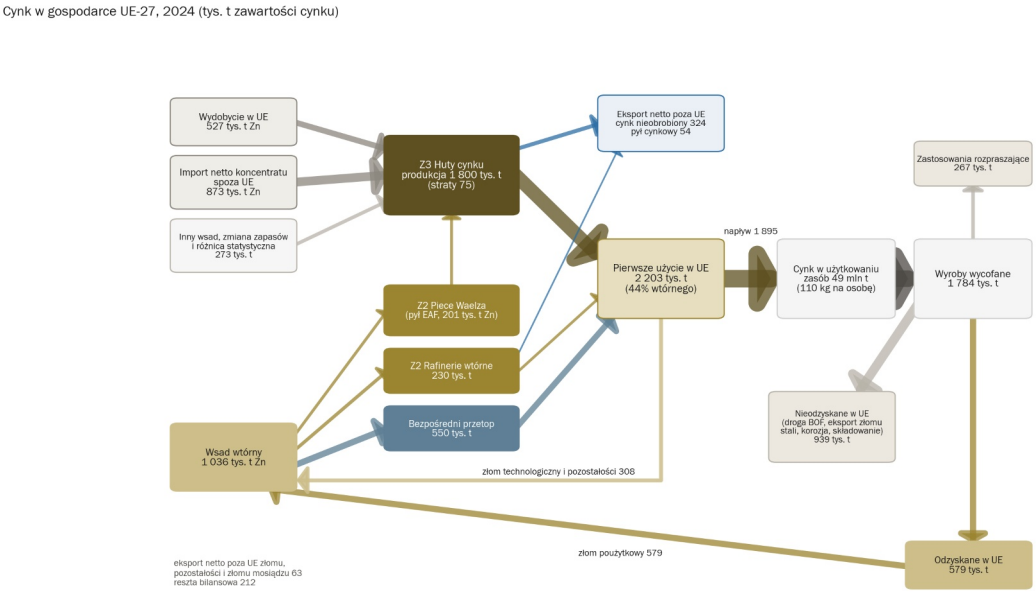
b) Eksport cynku nieobrobionego poza UE (7901), 2024



Źródło: Eurostat Comext (DS-045409), CN 2608 i 7901, handel UE-27 spoza UE, masa brutto; granice GISCO; IGMNiR ZN-EU. UE-27 – kolor jasnoszaroniebieski; partnerów spoza mapy wymieniono po prawej.

3.7 Bilans cynku

RYSUNEK 7 Przepływy cynku w gospodarce UE-27, 2024 (tys. t cynku)



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0 (moduły M2 i M2b); Idoine i in. (2026); Eurostat Comext i PRODCOM 2024; Komisja Europejska (2020); Rostek (2025); Rostek i Loibl (2025). Szerokość strzałek proporcjonalna do przepływów; zawartość cynku w koncentracie 51,7%, uzysk w hutach 96,5%. Pozycja „inny wsad, zmiana zapasów i różnica statystyczna" zamyka rachunek hut i nie jest interpretowana. Szacunki modelowe.

TABELA 10 Przepływy cynku według węzłów, UE-27, 2024 (tys. t cynku)

Węzeł i przepływ	tys. t	Status
1. Hutnictwo i rafinacja		
Cynk pierwotny wytworzony w hutach	1 615,0	S
Cynk z tlenku przewałowego	185,0	S
Cynk rafinowany wytworzony w hutach	1 800,0	O/S
Import netto cynku nieobrobionego spoza UE (CN 7901)	−323,5	O
Pozorne zużycie cynku nieobrobionego	1 476,5	S
Cynk z rafinerii wtórnych	230,0	S
minus: eksport netto pyłu cynkowego poza UE (CN 7903)	−53,6	O
2. Pierwsze użycie		
Cynk w złomie przetopionym bezpośrednio	550,0	S
Cynk po raz pierwszy użyty	2 202,9	S
3. Złom i pozostałości		
Cynk we wsadzie wtórnym (wszystkie drogi)	1 035,6	S
Import netto spoza UE cynku w złomie, cynku twardym, popiołach i złomie mosiądzu	−63,1	O/S
Krajowa podaż złomu i pozostałości, ujęcie rezydualne	1 098,7	S
Odzyskany złom pożytkowy (model dynamiczny)	578,7	M
Złom technologiczny i pozostałości (14% cynku po raz pierwszy użytego)	308,4	S
Krajowa podaż złomu i pozostałości, ujęcie oddolne	887,1	M
Reszta bilansowa (rezydualnie minus oddolnie)	**211,6**	M
4. Cynk w użytkowaniu		
Napływ do użytkowania	1 894,5	M
Wypływ wyrobów wycofanych	1 783,8	M

Węzeł i przepływ	tys. t	Status
– w tym zastosowania rozpraszające	266,6	M
Zasób w użytkowaniu, mln t	49,5	M

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduły M2 i M2b. Status: O obserwacja, S szacunek, M wynik modelowy. Uzysk cynku 92% w drodze przewałowej, 90% w rafinacji wtórnej i 95% w przetopie; zawartość cynku w złomie 95%, cynku twardym 94%, popiołach i pozostałościach 25%, złomie mosiądzu 33%; w cynku nieobrobionym 98%.

Rezydualny szacunek krajowej podaży cynkonośnego złomu i pozostałości przewyższa szacunek oddolny o 212 tys. t, tj. 20% wsadu wtórnego (pasmo 90% od 127 do 345 tys. t). Reszty nie przypisano żadnej pozycji. Szacunek oddolny jest ograniczony głównie przez stal ocynkowaną: z ok. 890 tys. t cynku w stali ocynkowanej wycofanej z użytkowania w UE odzyskuje się ok. 140 tys. t, ponieważ cynk ze stali ocynkowanej odzyskuje się wyłącznie z pyłów z pieców elektrycznych (ok. 200 tys. t cynku w przerabianych pyłach, łącznie ze świeżym złomem ocynkowanym); cynk w stali przetapianej w konwertorach tlenowych, w eksportowanym złomie żelaznym (10,9 mln t netto w 2024 r.) i tracony przez korozję w użytkowaniu nie jest odzyskiwany. Szacunek rezydualny opiera się na trzech drogach powstawania cynku wtórnego, które same są szacunkami. Przy wskaźniku złomu technologicznego i pozostałości 18% zamiast 14% złom technologiczny wyniósłby ok. 400 tys. t zamiast 310 tys. t, a reszta 150 tys. t. Wykorzystane dane nie pozwalają rozstrzygnąć między tymi wariantami. Tabela pokazuje, jak reszta zmienia się w zakresach parametrów.

TABELA 11 Uzgodnienie reszty bilansu złomu: zmiana według parametrów (tys. t)

Parametr	Zakres	Przy wartości niskiej	Przy wartości wysokiej
cynk przetopiony bezpośrednio	450–750	−65,0	130,0
wskaźniki odzysku z wyrobów wycofanych	0,85–1,15	65,5	−60,6
wskaźnik złomu technologicznego i pozostałości	0,10–0,18	61,2	−61,2
cynk z rafinerii wtórnych	150–320	−56,7	63,8
cynk z tlenku przewałowego	140–240	−48,9	59,8
import netto cynku w wyrobach gotowych	−150–150	45,8	−45,8
cynk odzyskiwany ze stali ocynkowanej	0,12–0,22	35,6	−53,3
wcześniejszy napływ na mieszkańca	1,00–1,20	36,1	−36,1

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; jeden parametr naraz, pozostałe centralne (reszta centralna 211,6 tys. t). Poza parametrami: cynk wywożony w powlekanym złomie żelaznym, używanych pojazdach i wyrobach, pyły cynkonośne notowane poza pozycjami CN 2620 i 7902 oraz zmiany zapasów u handlowców.

TABELA 12 ZN-EU a opublikowane badania przepływów cynku w Europie

Wskaźnik	ZN-EU	Wartość publikowana	Źródło
Zasób w użytkowaniu, 2020, kg na osobę	109 (96–126)	≈130 (69,9 mln t; UE-27, Wielka Brytania, Norwegia, Szwajcaria)	Rostek i Loibl (2025)
Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych, %	38 (35–42)	53 (49–58); Europa 2020	Rostek i Loibl (2025)
Udział cynku wtórnego w pierwszym użyciu (wsad z recyklingu), %	43,8	49 (46–51); Europa 2020	Rostek i Loibl (2025)
Udział złomu poużytkowego w cynku wtórnym, %	50	70; Europa 2020	Rostek i Loibl (2025)
Udział złomu poużytkowego w pierwszym użyciu (EoL-RIR), %	21–22	34 (EU)	Komisja Europejska (2023)
Cynk odzyskany z pominięciem hut, tys. t	780	≈700 (UE); 1 000 bezpośredniego ponownego użycia (Europa z Wielką Brytanią, Norwegią, Szwajcarią), ≈880 w przeliczeniu na UE	Komisja Europejska (2020); Rostek i Loibl (2025)
Cynk po raz pierwszy użyty, tys. t	2 200	2 800 (Europa, 2020)	Gregoir i Van Acker (2022)
Przyrost netto zasobu, % napływu do użytkowania	6	≈67 (świat, ok. 1994 r.)	Graedel i in. (2005)
Udział cynku z wyrobów wycofanych poddanego odzyskowi, %	32	41 (świat, 1994); ≈40 (świat, ok. 1994 r.)	Gordon i in. (2004); Graedel i in. (2005)

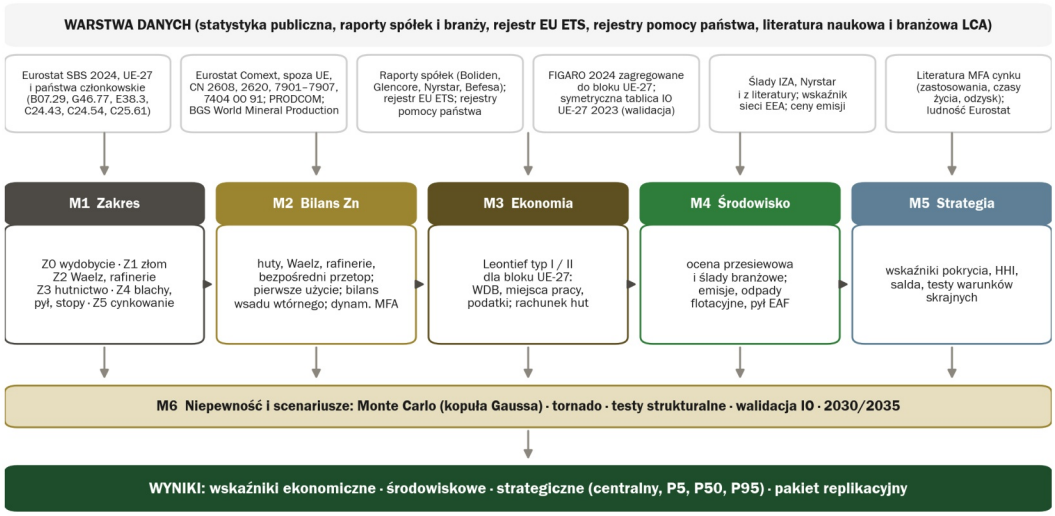
Wskaźnik	ZN-EU	Wartość publikowana	Źródło
Zużycie cynku nieobrobionego, tys. t	1 480	1 912 (Europa, zużycie cynku rafinowanego, 2024)	International Lead and Zinc Study Group (2026a)

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0 (w nawiasach pasmo 90%) i wymienione badania. Wartości publikowane dotyczą częściowo szerzej rozumianej Europy (z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią albo z Turcją i innymi państwami spoza UE) oraz innych lat; definicje pierwszego użycia i wsadu z recyklingu różnią się między badaniami. ZN-EU porównano z pracą Rostek i Loibl (2025), a nie do niej skalibrowano. Model dynamiczny ZN-EU obejmuje pięć grup wyrobów (stal ocynkowana, mosiądz i brąz, odlewy ciśnieniowe, blachy cynkowe, zastosowania rozpraszające) z czasami życia opartymi na pracy Rostek (2025, tabele 9 i 14) i ogranicza odzysk cynku ze stali ocynkowanej do cynku w pyłach z pieców elektrycznych przerabianych w UE; to wyjaśnia większość niższego wskaźnika recyklingu wyrobów wycofanych i udziału złomu poużytkowego. Wolumeny rafinacji wtórnej i bezpośredniego przetopu opierają się na tych samych badaniach, więc zgodność w tym zakresie nie jest niezależna.

04 Model ZN-EU

ZN-EU łączy sześć modułów: przypisanie statystyki strukturalnej przedsiębiorstw do łańcucha wartości cynku (M1), bilans masy cynku z bilansem złomu (M2) i dynamiczny model cynku w użytkowaniu (M2b), model przepływów międzygałęziowych gospodarki UE-27 (M3), wartości przesiewowe emisji i innych obciążeń (M4), wskaźniki strategiczne (M5) oraz symulację Monte Carlo, testy strukturalne i scenariusze (M6). Te same wolumeny fizyczne zasilają wyniki ekonomiczne, środowiskowe i strategiczne. UE-27 traktuje się jako jedną gospodarkę: dostawy między państwami członkowskimi są krajowe, a handel z państwami spoza UE jest handlem zagranicznym.

RYSUNEK 8 Architektura modelu ZN-EU



Źródło: IGMNiR.

4.1 Zakres i segmenty

Wszystkie sześć segmentów zbudowano na podstawie statystyki strukturalnej przedsiębiorstw Eurostatu (SBS) dla UE-27 za 2024 r. **Z0** to udział cynku (8,5%) w NACE 07.29 (górnictwo pozostałych rud metali nieżelaznych). **Z1** to udział cynku w sprzedaży hurtowej odpadów i złomu (NACE 46.77; 2,0% wartości, 1,5% zatrudnienia) oraz w odzysku surowców (NACE 38.3; 1,2% i 1,0%). NACE 24.43 (produkcja ołowiu, cynku i cyny) obejmuje trzy segmenty cynkowe i pozostałą część ołowiu i cyny. **Z2** (piece przewałowe (Waelz) przerabiające pył z elektrycznych pieców łukowych oraz rafinerie wtórne zgarów, popiołów i złomu) i **Z3** (huty cynku: zakłady elektrolityczne i piec Imperial Smelting w Miasteczku Śląskim) przejmują zatrudnienie z 24.43 według kluczy zatrudnienia (12% i 33%) przy koszcie osobowym na pracującego klasy 24.43; ich produkcja to wartość metalu brutto ich wyrobów po cenie LME, a wartość dodaną wyznaczono ze struktury kosztów (Z2) i z rachunku kosztów (Z3). **Z4** (blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy cynku wytwarzane poza hutami; 20% zatrudnienia 24.43) ma jako produkcję wartość PRODCOM tych wyrobów i relację wartości dodanej do produkcji 18% (zakres 13–25%), niższą od średniej 24.43. **Z5** łączy udział cynkowania (11,3%) w NACE 25.61 (obróbka metali i nakładanie powłok) z udziałem cynku (35%) w NACE 24.54 (odlewnictwo pozostałych metali nieżelaznych). Łańcuch

recyklingu to Z1+Z2, przemysł cynku Z0–Z4, a rozszerzony łańcuch wartości Z0–Z5. Segmenty są syntetyczne: zbudowano je ze statystyki, a nie z list przedsiębiorstw.

TABELA 13 Segmenty modelu ZN-EU, 2024 (wariant centralny)

Segment	Podstawa	Produkcja, mln EUR	WDB, mln EUR	Osoby	WDB na osobę, tys. EUR
Z0 Wydobycie rud cynku	SBS 07.29 × zn_mine	998	560	3 710	150,9
Z1 Zbiórka i handel złomem i pozostałościami cynku	SBS 46.77, 38.3 × udziały cynku	1 280	370	4 530	81,6
Z2 Cynk wtórny (piece przewałowe Waelz, rafinerie wtórne)	24.43 × ref_share; wartość metalu brutto	924	249	1 820	137,3
Z3 Hutnictwo cynku	24.43 × prim_share; rachunek kosztów	5 072	610	4 990	122,2
Z4 Blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy	24.43 × semis_share; produkcja PRODCOM × g4	2 018	363	3 030	120,0
Z5 Cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe stopów cynku	SBS 25.61 × zn_coat + 24.54 × zn_cast	6 086	2 315	39 300	58,9

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat SBS (sbs_ovw_act) 2024, EU27_2020. WDB według kosztów czynników produkcji. Produkcja Z2 i Z3 to wartość metalu brutto po cenie LME; dla Z3 produkcja = wartość dodana według kosztów czynników produkcji + zużycie pośrednie − kompensata (230 mln EUR). Status S (szacunek) dla wszystkich segmentów. Wartości zaokrąglone; sumy mogą się różnić od sumy składników.

Eurostat publikuje agregaty SBS dla UE-27 w zaokrągleniu i z komórkami poufnymi. Komórki brakujące za 2024 r. uzupełniono sumą państw członkowskich przeskalowaną zatrudnieniem UE albo relacjami z lat wcześniejszych i mają status S (B0729 EMP_NR, B0729 EXPN_SAL_BEN_MEUR, E383 EXPN_SAL_BEN_MEUR); komórki zaokrąglone – np. produkcję i zatrudnienie NACE 25.61 – przyjęto w opublikowanej postaci.

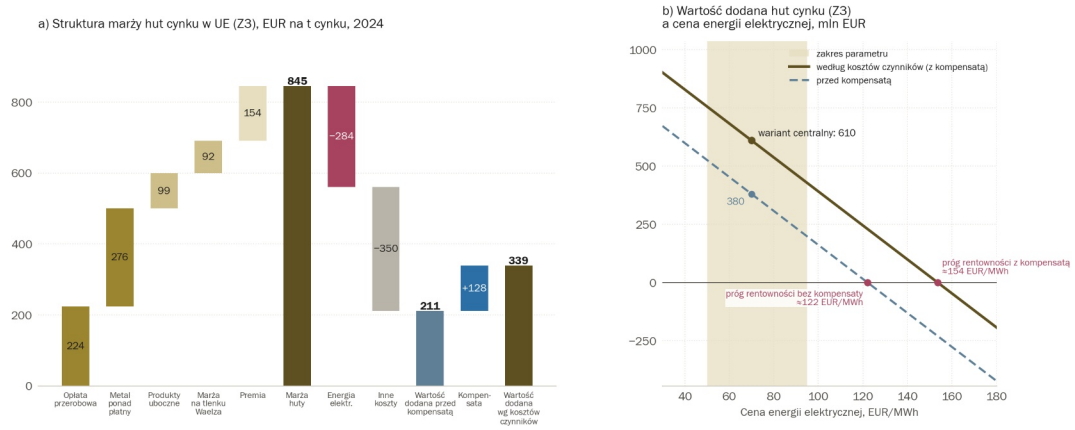
Huty (Z3). Huta cynku kupuje koncentrat po cenie LME pomniejszonej o opłatę przerobową i zatrzymuje cynk odzyskany ponad część płatną (metal ponadpłatny). Dla 1 615 tys. t cynku z koncentratu jej marża to opłata przerobowa (250 EUR/t cynku; wskaźnik referencyjny z 2024 r. odpowiada ok. 305 EUR/t cynku przy 51,7% cynku w koncentracie), metal ponadpłatny (12% ceny LME z 2024 r. wynoszącej 2 565 EUR/t) oraz produkty uboczne, m.in. kwas siarkowy, pozostałości ołowiowo-srebrowe, kadm, german i ind (110 EUR/t). Cynk z tlenku przewałowego (Waelz) (185 tys. t) jest kupowany po 65% ceny LME, czyli po cenie uzyskiwanej przez Z2. Cała produkcja uzyskuje premię regionalną za cynk SHG i stopy (6%). Energia elektryczna (4,17 MWh/t dla cynku elektrolitycznego – średnia ważona dziewięciu zakładów UE z prażeniem, ługowaniem i elektrolizą w latach 2017–2019 wyniosła 4 167 kWh/t (Kantamaneni i in. 2021) – oraz 1,5 MWh/t dla 75 tys. t cynku z pieca Imperial Smelting; łącznie 7,3 TWh po 70 EUR/MWh) i pozostałe koszty (odczynniki, utrzymanie ruchu, usługi, transport; 350 EUR/t) pozostawiają wartość dodaną 380 mln EUR przed kompensatą. Wartość dodana według kosztów czynników produkcji w SBS obejmuje dotacje operacyjne; Z3 obejmuje więc kompensatę kosztów pośrednich emisji uznaną za 2024 r. (230 mln EUR; punkt 5.1), a jej wartość dodana według kosztów czynników produkcji wynosi 610 mln EUR, czyli 339 EUR na tonę (pasmo 90%: 390–820 mln EUR). Energia elektryczna wchodzi do pierwszej rundy modelu przepływów jako zakup energii (CPA D35); koncentraty i tlenki są nakładami z łańcucha. Wartość dodana spada do zera przy cenie energii ok. 154 EUR/MWh z kompensatą i 122 EUR/MWh bez niej (tabela 14).

TABELA 14 Rachunek kosztów hut cynku w UE, 2024 (wariant centralny)

Pozycja	EUR na t cynku	mln EUR
Marża na cynku z koncentratu (1 615 tys. t): opłata przerobowa, metal ponadpłatny, produkty uboczne	599	1 078
Marża na cynku z tlenku przewałowego (185 tys. t)	92	166
Premia za cynk SHG i stopy	154	277
Marża brutto hutnictwa	**845**	**1 522**
Energia elektryczna	−284	−511
Pozostałe koszty spoza łańcucha	−350	−630
Wartość dodana przed kompensatą	211	380
Kompensata kosztów pośrednich emisji (dotacja operacyjna)	128	230
Wartość dodana według kosztów czynników produkcji	**339**	**610**
Cena energii zerująca wartość dodaną z kompensatą / bez kompensaty, EUR/MWh	154 / 122	
Dla porównania: wartość metalu brutto produkcji	2 818	5 072

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Kwoty na tonę odnoszą się do całej produkcji 1 800 tys. t cynku rafinowanego. Roczna referencyjna opłata przerobowa w 2024 r. 165 USD za suchą tonę koncentratu (2023: 274; 2025: 80; Fastmarkets 2024; Bloomberg 2025). Zakresy: opłata przerobowa 180–305 EUR/t, energia 50–95 EUR/MWh, kompensata 195–280 mln EUR.

RYSUNEK 9 Rachunek kosztów hut cynku w UE na tonę cynku i wartość dodana wobec ceny energii elektrycznej, 2024



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M3 (rachunek kosztów); cena LME cynku w 2024 r. 2 565 EUR/t; cynk z koncentratu (1 615 tys. t) uzyskuje opłatę przerobową, metal ponad płatny i produkty uboczne; cynk z tlenku Waelza (185 tys. t) jest kupowany po 65% ceny LME; premia od całej produkcji; energia elektryczna 7,3 TWh (średnio 4,06 MWh/t; Kantamaneni i in. 2021); inne koszty i kompensata kosztów pośrednich emisji uznana za 2024 r. (230 mln EUR) według Aneksu B. Wartość dodana według kosztów czynników produkcji obejmuje dotacje operacyjne (Eurostat SBS). Szacunki modelowe dla produkcji hut 1 800 tys. t.

Jako punkt odniesienia: badanie kosztów produkcji JRC wykazało, że huty cynku w UE miały w 2013 r. jedne z najniższych całkowitych średnich kosztów produkcji wśród badanych państw, przy opłatach przerobowych 259 –373 EUR na tonę cynku (Moya i Boulamanti 2016); powiązane opracowanie obejmuje 23 huty, wytwarzające ok. 30% światowej produkcji cynku rafinowanego (Boulamanti i Moya 2016). Oba opracowania poprzedzają wzrost cen energii w latach 2021–2023 i niskie opłaty przerobowe w latach 2024–2025.

Cynk wtórny (Z2). Piece przewałowe odzyskują 185 tys. t cynku, który trafia do hut UE jako tlenek przewałowy, łącznie z piecami działającymi w obrębie hut; rafinerie wtórne wytwarzają 230 tys. t cynku rafinowanego i przetopionego, stopów cynku, pyłu cynkowego i tlenku z zgarów, popiołów i złomu. Produkcja to wartość metalu brutto (924 mln EUR): tlenek przewałowy po 65% ceny LME, wyroby rafinerii po cenie LME oraz opłata za przyjęcie 30 EUR za tonę dla 840 tys. t pyłu z elektrycznych pieców łukowych, które odpowiadają odzyskanemu cynkowi (przy 24% cynku w pyle). Wsad cynkonośny (45% produkcji) oraz koks, gaz, energia, wapno i usługi (28%) pozostawiają wartość dodaną równą 27% produkcji. **Blachy, pył i stopy (Z4).** Produkcja to wartość PRODCOM blach, arkuszy, taśm i folii cynkowych (900 mln EUR), pyłu cynkowego (395 mln EUR) i 50% stopów cynku (1 447 mln EUR), łącznie 2 018 mln EUR; wartość dodana stanowi 18% produkcji (363 mln EUR).

Cynkowanie i odlewy (Z5). Udział cynkowania w 25.61 to wartość PRODCOM cynkowania ogniowego (kod 25.61.11.30, obejmujący też cynowanie zanurzeniowe) i elektrolitycznego nakładania powłok cynkowych w relacji do produkcji klasy; ciągłe cynkowanie taśm w hutach stali jest klasyfikowane w NACE 24.10 i nie jest ujęte.

Oba klucze Z5 są jawne, ale niesprawdzone z danymi przedsiębiorstw. Klucz cynkowania odnosi wartość PRODCOM cynkowania ogniowego (kod 25.61.11.30, obejmujący też cynowanie zanurzeniowe) i elektrolitycznego nakładania powłok cynkowych (1 500 mln EUR, zaokrąglony szacunek Eurostatu) do produkcji 25.61 i stosuje relację wartości dodanej do produkcji całej klasy. Klucz odlewnictwa (35% 24.54) sprawdzono w ujęciu ilościowym: napływ cynku do odlewów ciśnieniowych w modelu dynamicznym wynosi ok. 280 tys. t wobec 440 tys. t wszystkich odlewów z metali nieżelaznych innych niż lekkie w 24.54 (PRODCOM, średnia z lat 2022–2024, masa brutto), czyli 64% tonażu przy 35% wartości. Oznacza to niższe wartości jednostkowe odlewów cynkowych niż odlewów ze stopów miedzi, co jest założeniem. Z5 odpowiada za 52% bezpośredniej wartości dodanej łańcucha rozszerzonego.

TABELA 15 **Podział NACE 24.43 (produkcja ołowiu, cynku i cyny), UE-27, 2024**

Część	WDB, mln EUR	Osoby	WDB na osobę, tys. EUR	Status
NACE 24.43, ogółem (SBS)	1 771	15 140	117	O
Z2 Cynk wtórny (piece przewałowe Waelz, rafinerie wtórne)	249	1 820	137	S
Z3 Hutnictwo cynku	610	4 990	122	S
Z4 Blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy	363	3 030	120	S
Wynikowa reszta: ołów i cyna	549	5 300	104	S

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat SBS 2024. Segmenty cynkowe Z2–Z4 odpowiadają za 69% wartości dodanej klasy wobec udziału cynku w wartości PRODCOM wszystkich wyrobów 24.43 równego 59% (≈62% przy wycenie cynku nieobrobionego po cenie LME). Reszta ołowiu i cyny jest testem i nie wchodzi do wyników.

Wynikowa reszta ołowiu i cyny ma wartość dodaną 104 tys. EUR na osobę wobec 117 tys. EUR dla całej klasy. PRODCOM wykazuje dla UE-27 w 2024 r. 1 466 tys. t niestopowego cynku nieobrobionego i 741 tys. t stopów cynku (masa brutto) przy wartościach jednostkowych 1 727 EUR/t i 1 952 EUR/t, niższych od ceny LME wynoszącej 2 565 EUR/t; łączna produkcja Z2, Z3 i Z4 wyceniona po cenie LME przewyższa produkcję NACE 24.43 w SBS (7 860 mln EUR). Opublikowane dane nie wyjaśniają tych różnic. Nie wpływają one na wartość dodaną, która w Z2 i Z3 wynika z marż i kosztów na tonę, a w Z4 z relacji wartości dodanej do produkcji.

4.2 Bilans masy cynku

Moduł fizyczny operuje tysiącami ton zawartości cynku. Huty UE wyprodukowały w 2024 r. 1 800 tys. t cynku rafinowanego (zakres 1 720–1 860 tys. t): suma danych krajowych BGS wynosi 1 989 tys. t, przy czym Belgia ma 480 tys. t wobec 250 tys. t w 2023 r., a produkcja europejska podawana przez International Lead and Zinc Study Group po odjęciu Norwegii i Rosji daje ok. 1 800 tys. t. Z tej produkcji 185 tys. t to cynk odzyskany z tlenku przewałowego, więc cynk pierwotny wynosi 1 615 tys. t. Rafinerie wtórne poza hutami dodają 230 tys. t, a złom przetapiany bez rafinacji – w walcowniach mosiądzu, u producentów blach cynkowych i stopów odlewniczych oraz jako pozostałości z cynkowania – 550 tys. t (zakres 450–750 tys. t). Łącznie te dwie drogi (780 tys. t) można porównać z ok. 700 tys. t rocznie poddawanymi w UE recyklingowi z pominięciem hut (Komisja Europejska 2020) oraz z bezpośrednim ponownym wykorzystaniem 1,0 mln t oszacowanym dla Europy łącznie z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią (Rostek i Loibl 2025), czyli ≈0,88 mln t po przeskalowaniu do UE-27. PRODCOM nie rejestruje cynku w stali ocynkowanej ani w mosiądzu, więc nie można zbudować pomostu produkcyjnego; wolumeny trzech dróg wtórnych są parametrami. Cynk po raz pierwszy użyty w UE to produkcja hut plus import netto cynku nieobrobionego spoza UE (CN 7901; −324 tys. t, czyli eksport netto) plus produkcja rafinerii wtórnych i cynk przetapiany bezpośrednio, minus eksport netto pyłu cynkowego (CN 7903; 54 tys. t): 2 203 tys. t. Cynk wtórny (965 tys. t) stanowi 43,8% pierwszego użycia.

TABELA 16 Rachunek fizyczny cynku w UE-27, 2024 (tys. t Zn)

Pozycja	tys. t Zn	Status
Cynk rafinowany wyprodukowany przez huty UE	1 800	S
– w tym cynk z tlenku przewałowego (S_w)	185	S
– w tym cynk pierwotny	1 615	S
Import netto cynku nieobrobionego spoza UE (CN 7901)	−324	O
Rafinerie wtórne: cynk rafinowany i przetopiony, stopy, pył, tlenek (S_r)	230	S
Złom przetapiany bezpośrednio (S_dm)	550	S
Eksport netto pyłu cynkowego poza UE (CN 7903)	−54	O
Cynk po raz pierwszy użyty w UE-27	**2 203**	M
Cynk wtórny (S_w + S_r + S_dm)	965	M
Udział wtórny w pierwszym użyciu, %	43,8	M

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Idoine i in. (2026); Eurostat Comext. Handel w masie brutto przeliczony przy 98% cynku dla CN 7901 i 97% dla CN 7903. Status O: statystyka oficjalna; S: szacunek; M: wynik modelu.

Wsad złomowy wynika z uzysku cynku 92% w drodze przewałowej (piec i huta), 90% w rafinacji wtórnej i 95% w przetopie bezpośrednim: 1 036 tys. t cynku. Handel spoza UE odpadami i złomem cynku (CN 7902; 95% cynku), cynkiem twardym (hartcynkiem) (2620 11; 94%), popiołami i pozostałościami cynku (2620 19; 25%) oraz złomem mosiądzu (7404 00 91; 33%) daje eksport netto 63 tys. t cynku. Klasyfikacja handlowa tlenku przewałowego i pyłu z elektrycznych pieców łukowych nie jest specyficzna (Rostek 2025), więc tych strumieni nie wyodrębniono. Rezydualny szacunek krajowej podaży złomu i pozostałości cynkonośnych to wsad pomniejszony o import netto; szacunek oddolny to złom pożytkowy odzyskany według modelu dynamicznego plus złom technologiczny i pozostałości równe 14% pierwszego użycia. Cynk w złomie stali ocynkowanej opuszcza UE wraz ze złomem stali: eksport netto złomu żelaza i stali spoza UE (CN 7204) wyniósł w 2024 r. 10,9 mln t. Rachunek koncentratu – cynk w koncentracie dostępny dla hut UE wobec produkcji cynku pierwotnego – pokazano w rozdziale 3; pokrywa on 84% produkcji pierwotnej w 2024 r. i nie wchodzi do wyników.

TABELA 17 Bilans złomu i pozostałości cynkonośnych, UE-27, 2024 (tys. t Zn)

Pozycja	tys. t Zn
Cynk we wsadzie złomowym (C)	1 036
– droga przewałowa (pył stalowniczy)	201
– rafinerie wtórne	256
– przetop bezpośredni	579
Import cynku w złomie i pozostałościach spoza UE (7902, 2620 11, 2620 19, 7404 00 91)	111
Eksport cynku w złomie i pozostałościach poza UE	174
Podaż krajowa, rezydualnie (A_res = C − import netto)	1 099
Odzyskany złom pożytkowy (model dynamiczny)	579
Złom technologiczny i pozostałości	308
Podaż krajowa, oddolnie (A_bu)	887
Różnica A_res − A_bu (pasmo 90%: od 127 do 345)	212

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat Comext, handel spoza UE 2024. Różnicy (20% wsadu złomowego) nie rozdzielono; mierzy łączny błąd szacunków wsadu, handlu i modelu dynamicznego.

$$fu = P_ref + \text{import netto } 7901 + S_r + S_dm - \text{eksport netto } 7903 \qquad C = S_w/y_w + S_r/y_r + S_dm/y_dm$$

$$A_res = C - \text{import netto Zn w złomie} \qquad A_bu = \text{odzyskany złom pożytkowy} + r_new \cdot fu$$

4.3 Dynamiczny model cynku w użytkowaniu

Model dynamiczny śledzi cynk trafiający do użytkowania w UE-27 w latach 1960–2035 (z okresem rozruchu od 1900 r.) według grup wyrobów – stal ocynkowana, mosiądz i brąz, odlewy ciśnieniowe ze stopów cynku, blachy

cynkowe oraz zastosowania rozpraszające, m.in. chemikalia, farby, opony i nawozy – i uwalnia go po zakończeniu użytkowania według normalnie rozłożonych czasów życia. Udziały odpowiadają pierwszym zastosowaniom cynku (cynkowanie 52%, odlewnictwo ciśnieniowe 17% w Europie; Komisja Europejska 2020) i światowej strukturze pierwszych zastosowań podawanej przez ILZSG (Natural Resources Canada 2026); średnie czasy życia ważono czasami życia zastosowań końcowych z pracy Rostek (2025, tabele 9 i 14). Odzysk cynku ze stali ocynkowanej jest ograniczony przez pył stalowniczy: cynk ze stali ocynkowanej wraca wyłącznie przez złom stali przetapiany w elektrycznych piecach łukowych w UE i przerób pyłu z tych pieców (201 tys. t cynku w przerobionym pyle, łącznie ze złomem technologicznym stali ocynkowanej), natomiast cynk w stali przetapianej w konwertorach tlenowych, w eksportowanym złomie stali i utracony przez korozję w okresie użytkowania nie jest odzyskiwany w UE; model odzyskuje 16% cynku w stali ocynkowanej kończącej użytkowanie (zakres 12–22%), czyli 142 tys. t w 2024 r. Blachy cynkowe i mosiądz są poddawane recyklingowi w dużym stopniu; recyklingowi podlega ponad 95% złomu blach cynkowych (Komisja Europejska 2020). Napływ w 2024 r. (1 895 tys. t) to pierwsze użycie pomniejszone o złom technologiczny (14%) plus import netto cynku w wyrobach gotowych (0 tys. t). Napływ na osobę wynosi 0,85 poziomu z 2024 r. w 1960 r. i 1,10 w 2013 r., zmienia się liniowo między tymi latami, a przed 1960 r. maleje o 2% rocznie. Model daje w 2020 r. zasób 48,9 mln t (109 kg na osobę); porównanie z opublikowanymi szacunkami zawiera rozdział 6.

TABELA 18 Parametry dynamicznego modelu cynku w użytkowaniu: grupy wyrobów

Grupa wyrobów	Udział w napływie, %	Średni czas życia, lata	Odch. std., lata	Zebrane, %	Cynk odzyskany w UE, %
Stal ocynkowana	52	35	16	75	16
Mosiądz i brąz	13	25	10	85	80
Odlewy ciśnieniowe ze stopów cynku	15	12	5	60	55
Blachy cynkowe	6	50	23	95	90
Zastosowania rozpraszające (chemikalia, farby, opony, nawozy)	14	1	0	0	0

Źródło: Komisja Europejska (2020) i Natural Resources Canada (2026) dla pierwszych zastosowań; Rostek (2025), tabela 7 (sprawności wydzielania według strumieni odpadów), tabela 8 (uzysk w procesie przewałowym 95%) oraz tabele 9 i 14 (czasy życia); IGMNiR ZN-EU v1.0. Odzysk ze stali ocynkowanej jest ograniczony cynkiem w pyle stalowniczym przerabianym w UE; odzysk z pozostałych grup skalowano wspólnym współczynnikiem odzysku.

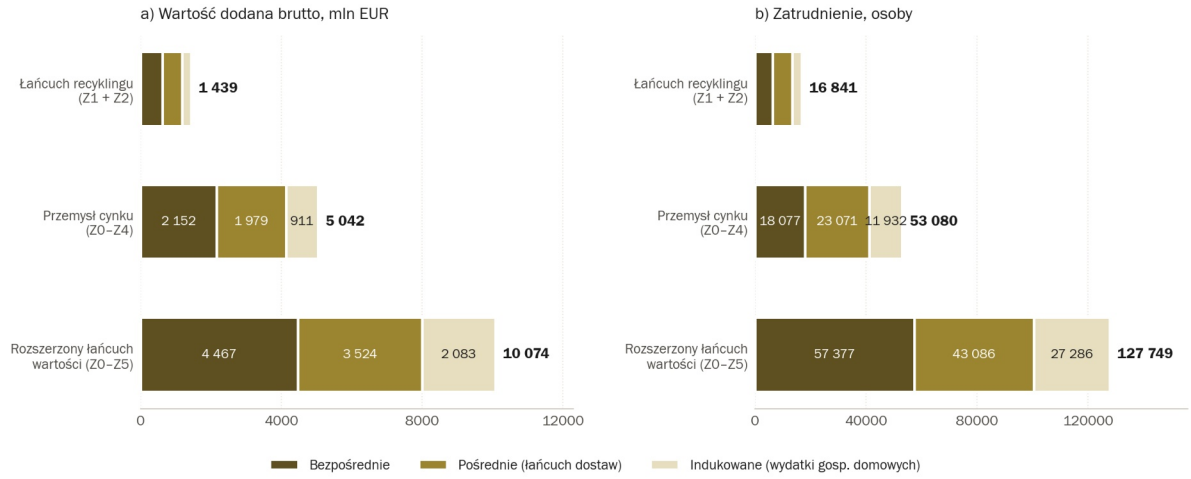
4.4 Moduły ekonomiczny, fiskalny, środowiskowy i strategiczny

Efekty pośrednie i indukowane liczone są mnożnikami Leontiefa typu I i II dla bloku UE tablicy międzynarodowej FIGARO Eurostatu za 2024 r. (64 produkty; Eurostat 2026a), zagregowanej z 27 krajów przeznaczenia: dostawy między państwami członkowskimi są krajowe, a import spoza UE nie wchodzi do mnożnika. W segmentach ujęto tylko cynkowe części działalności łańcucha, więc popyt pierwszej rundy nie obejmuje zakupów produktów łańcucha (metale, produkty górnictwa, handel hurtowy i usługi odpadowe); wiersze FIGARO tych produktów obejmują też pozycje inne niż cynk. W Z0 i Z1 wyłączone nakłady pominięto; w Z2–Z5 zużycie pośrednie spoza łańcucha rozłożono na pozostałe produkty kolumny macierzystej. Energia elektryczna hut wchodzi jako CPA D35 według udziału krajowego w kolumnie metali. Efekty typu II dodają wydatki gospodarstw domowych z dochodów netto z pracy (skłonność do konsumpcji 0,86; stopa opodatkowania pracy 37,09%). Podatki obejmują podatki od pracy (implicytna stopa opodatkowania pracy), podatek dochodowy od osób prawnych (średnia stawka ustawowa 21,8% × opodatkowana część nadwyżki operacyjnej) oraz podatki netto od produkcji i produktów z FIGARO. Moduł środowiskowy porównuje cynk wtórny wytworzony w UE z wypieranym cynkiem pierwotnym; moduł strategiczny porównuje produkcję UE ze zużyciem w UE i mierzy koncentrację handlu spoza UE. Losowania Monte Carlo (58 niepewnych parametrów, rozkłady trójkątne, kopuła Gaussa dla grup skorelowanych) dają pasma 90%; warianty strukturalne testują wybory modelowe.

05 Wkład ekonomiczny i fiskalny

W 2024 r. rozszerzony łańcuch wartości cynku w UE-27 wytworzył 4 470 mln EUR bezpośredniej wartości dodanej brutto (pasmo 90%: 4 080–4 840) i zatrudniał ok. 57 400 osób. Krajowi dostawcy w UE dodali 3 520 mln EUR i 43 100 miejsc pracy (typ I: 7 990 mln EUR, pasmo 90% 7 360–8 610; 100 000 miejsc pracy), a wydatki gospodarstw domowych kolejne 2 080 mln EUR (typ II: 10 070 mln EUR i 128 000 miejsc pracy). Przemysł cynku Z0–Z4 odpowiada za 2 150 mln EUR bezpośredniej wartości dodanej, a łańcuch recyklingu Z1+Z2 za 620 mln EUR.

RYSUNEK 10 **Wkład ekonomiczny łańcucha wartości cynku w UE-27, 2024**



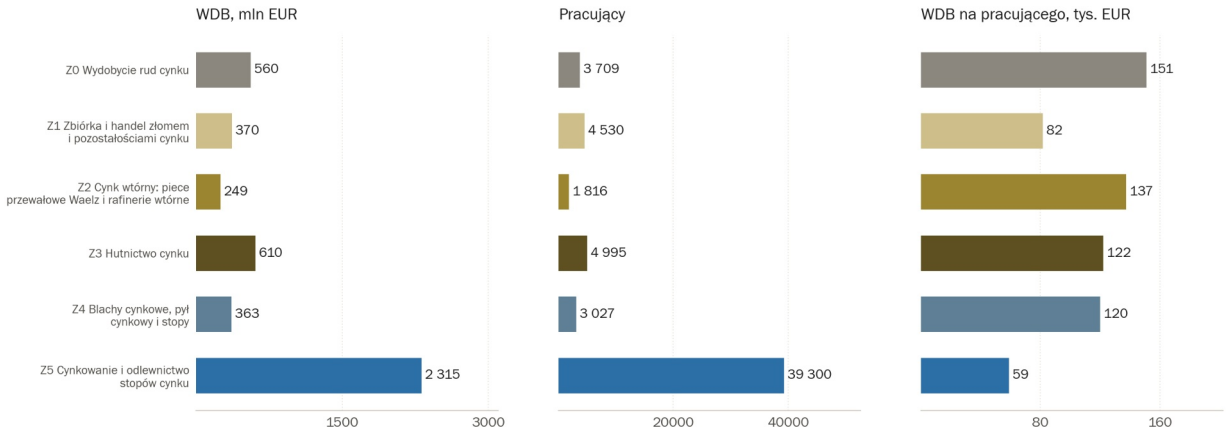
Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat SBS 2024, PRODCOM 2024, FIGARO 2024 (blok UE-27), Comext; wariant centralny.

TABELA 19 **Wkład ekonomiczny według segmentów, 2024 (wariant centralny)**

Segment	WDB bezpośr., mln EUR	WDB typ I	WDB typ II	Zatrudnienie bezpośr.	Zatrudnienie typ I	Podatki, mln EUR
Z0 Wydobycie rud cynku	560	847	1 005	3 710	7 300	238
Z1 Zbiórka i handel złomem i pozostałościami cynku	370	741	912	4 530	9 290	246
Z2 Cynk wtórny (piece przewałowe Waelz, rafinerie wtórne)	249	431	527	1 820	4 050	130
Z3 Hutnictwo cynku	610	1 436	1 759	4 990	13 650	440
Z4 Blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy	363	676	838	3 030	6 860	219
Z5 Cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe stopów cynku	2 315	3 860	5 032	39 300	59 310	1 420
Rozszerzony łańcuch Z0–Z5	**4 467**	**7 991**	**10 074**	**57 380**	**100 460**	**2 694**

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Z3 obejmuje kompensatę kosztów pośrednich emisji w wysokości 230 mln EUR (wartość dodana według kosztów czynników produkcji); dla Z3 produkcja = wartość dodana według kosztów czynników produkcji + zużycie pośrednie − kompensata, a kompensata nie wchodzi do pierwszej rundy efektów łańcucha dostaw. Z5: cynkowanie 1 887 mln EUR i 32 800 osób; odlewy ze stopów cynku 428 mln EUR i 6 500 osób. Podatki bez VAT.

RYSUNEK 11 Bezpośrednia WDB, zatrudnienie i produktywność według segmentów, 2024



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat SBS 2024, PRODCOM 2024, FIGARO 2024 (blok UE-27), Comext; wariant centralny.

Wartość dodana na osobę wynosi od 59 tys. do 151 tys. EUR. Cynkowanie i odlewy ze stopów cynku (Z5) odpowiadają za 52% bezpośredniej wartości dodanej i 68% zatrudnienia. Hutnictwo (Z3) odpowiada za 13,7% bezpośredniej wartości dodanej i 8,7% zatrudnienia; 38% jego wartości dodanej według kosztów czynników produkcji stanowi kompensata kosztów pośrednich emisji. Najwyższą wartość dodaną na osobę ma wydobycie (Z0).

TABELA 20 Uzgodnienie zatrudnienia z danymi oficjalnymi i branżowymi, 2024

Pozycja	Osoby	Status	Źródło
SBS NACE 24.43, UE-27 (pracujący)	15 136	O	Eurostat SBS
Model: cynkowa część 24.43 (Z2 + Z3 + Z4)	9 840	S	ZN-EU
Model: pozostała część 24.43 (ołów i cyna)	5 300	S	ZN-EU
Model: cynkowanie (Z5) wobec SBS NACE 25.61	32 800 / 290 000	S/O	ZN-EU; Eurostat SBS
Cynkowanie ogniowe w Europie, zatrudnieni (deklaracja branży)	40 000	O	EGGA (2024)
Model: wydobycie rud cynku (Z0) wobec SBS NACE 07.29	3 710 / 43 600	S	ZN-EU; Eurostat SBS
Model: rozszerzony łańcuch Z0–Z5, bezpośrednio i typ I	57 000 / 100 000	S/M	ZN-EU

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat SBS 2024; EGGA (2024). Liczba EGGA dotyczy Europy szerzej niż UE-27, łącznie z Turcją i Wielką Brytanią (punkt 5.4). Pracujących w NACE 07.29 oszacowano na podstawie kosztów osobowych (status S).

TABELA 21 Zużycie pośrednie i popyt pierwszej rundy według segmentów, 2024 (mln EUR)

Segment	Produkcja	WDB	Nakłady z łańcucha (wyłączone)	Pozostałe nakłady	Pierwsza runda w UE	Pośrednia WDB
Z0 Wydobycie rud cynku	998	560	47	391	351	287
Z1 Zbiórka i handel złomem i pozostałościami cynku	1 280	370	437	473	440	371
Z2 Cynk wtórny (piece przewałowe Waelz, rafinerie wtórne)	924	249	416	259	226	182
Z3 Hutnictwo cynku	5 072	610	3 550	1 141	1 043	826
Z4 Blachy cynkowe, pył cynkowy i stopy	2 018	363	1 211	444	388	312
Z5 Cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe stopów cynku	6 086	2 315	1 660	2 111	1 885	1 546
Razem	16 377	4 467	7 321	4 819	4 333	3 524

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Nakłady z łańcucha = udział metalu (lub wsadu) w produkcji (m2, m4, m5c, m5d); dla Z3 koncentraty i tlenek przewałowy; dla Z0 i Z1 zużycie pośrednie pomniejszone o nakłady spoza łańcucha z kolumny macierzystej FIGARO. Produkcja Z2 i Z3 to wartość metalu brutto. Energia elektryczna hut jest nakładem spoza łańcucha i wchodzi do pierwszej rundy jako CPA D35. W Z3 wartość dodana obejmuje kompensatę kosztów pośrednich emisji.

TABELA 22 Wartość dodana łańcucha dostaw według produktów dostawców, łańcuch rozszerzony, 2024

Produkt dostawcy (CPA)	WDB, mln EUR	Udział, %
D35 Energia elektryczna, gaz, para wodna	444	12,6
C25 Metalowe wyroby gotowe	333	9,4
M69_70 Usługi prawne, rachunkowe i doradztwa w zarządzaniu	229	6,5
H49 Transport lądowy i rurociągowy	179	5,1
L Usługi związane z nieruchomościami	177	5,0
N80-82 Usługi ochrony, utrzymania budynków i wsparcia biurowego	146	4,1
G46 Handel hurtowy	129	3,7
H52 Magazynowanie i usługi wspomagające transport	125	3,6
K64 Usługi finansowe	117	3,3
N78 Usługi związane z zatrudnieniem	114	3,2
Pozostałe produkty	1 533	43,5

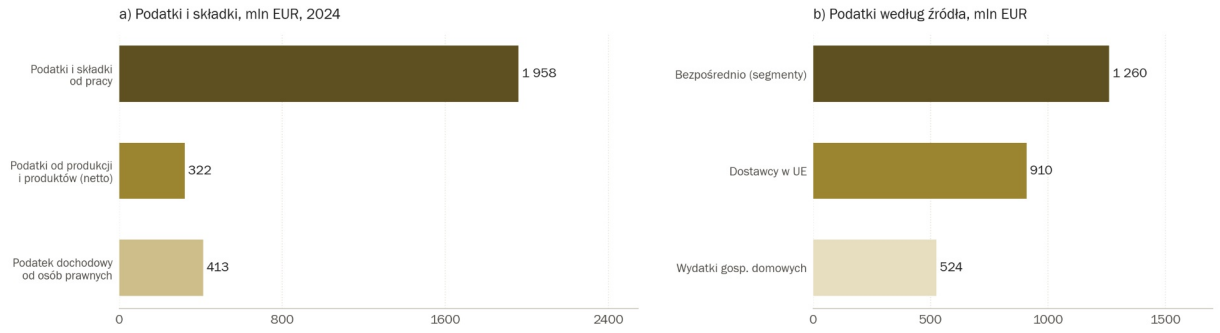
Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; FIGARO 2024, blok UE.

Wszystkie wyniki ekonomiczne są wkładem brutto: opisują wartość dodaną i zatrudnienie związane z działalnością w 2024 r., a nie to, co zostałoby utracone po jej zaprzestaniu, ponieważ część pracy, kapitału i popytu przeszłaby do innych zastosowań, a część podaży zastąpiłby import. Model nie szacuje takiego wariantu kontrfaktycznego; jedynym oszacowanym spadkiem jest scenariusz warunków skrajnych S3 (rozdział 10).

5.1 Podatki, dochody publiczne i wsparcie publiczne

Z działalnością łańcucha rozszerzonego wiąże się ok. 2 690 mln EUR podatków i składek bez VAT (pasmo 90%: 2 460–2 920): 1 260 mln EUR w segmentach, 910 mln EUR u krajowych dostawców i 520 mln EUR z wydatków gospodarstw domowych (tabela 23). Podatki i składki od pracy to 1 960 mln EUR. Produkcja ołowiu, cynku i cyny (NACE 24.43) znajduje się na liście sektorów uznanych za narażone na rzeczywiste ryzyko ucieczki emisji z powodu kosztów pośrednich, a elektroliza cynku ma wskaźnik efektywności zużycia energii elektrycznej 3,994 MWh na tonę cynku na podstawie wytycznych w sprawie pomocy państwa w ramach EU ETS. Kompensata za koszty 2024 r. odnotowana w źródłach publicznych (tabela 24) wynosi 170,2 mln EUR dla pięciu hut cynku, 30,0 mln EUR dla NACE 24.43 w Polsce (łącznie z ołowiem i cyną), 1,57 mln EUR dla producentów półwyrobów i proszku cynkowego oraz 1,51 mln EUR dla huty ołowiu. Model uznaje w Z3 230 mln EUR (zakres 195–280): kwoty hut, cynkową część kwoty polskiej i kwoty nieopublikowane dla Niderlandów, Włoch i Bułgarii. Kompensata jest dotacją operacyjną i częścią wartości dodanej Z3 według kosztów czynników produkcji; kwota odnotowana dla hut stanowi 28%, a kwota uznana 38% tej wartości dodanej. Bezpłatny przydział uprawnień pokazano osobno.

RYSUNEK 12 Podatki i składki związane z łańcuchem wartości cynku, 2024



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; implicytna stopa opodatkowania pracy, UE-27 2024 (DG TAXUD); FIGARO 2024 (blok UE-27). Szacunki modelowe przypisujące dochody publiczne działalności; bez VAT; nie jest to saldo fiskalne netto. Kompensata kosztów pośrednich emisji nie została pokazana.

TABELA 23 Podatki, składki i wsparcie publiczne według kategorii, 2024 (mln EUR)

Kategoria	mln EUR	Status	Podstawa
(i) Podatki i składki od pracy	1 958	M	37,09% × koszty pracy (SBS, FIGARO)
(ii) Podatek dochodowy od osób prawnych	413	M	średnia stawka ustawowa 21,8% × opodatkowana część nadwyżki operacyjnej
(iii) Podatki netto od produkcji i od zużytych produktów, po odjęciu pozostałych dotacji	322	M	współczynniki FIGARO
Razem (bez VAT)	2 694	M	
Bezpłatny przydział uprawnień 2024, dziesięć hut cynku i siedem samodzielnych instalacji przewałowych, po 64,74 EUR	106	S	Komisja Europejska (2026c); nie odjęto
Kompensata kosztów pośrednich emisji uznana w wartości dodanej Z3, koszty 2024 r.	230	S	odnotowane dla hut 170,2 mln EUR (tabela 24)

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Komisja Europejska, DG TAXUD (2026); Komisja Europejska (2026c). Wiersz (iii) wykorzystuje współczynniki FIGARO podatków pomniejszonych o dotacje do produkcji i produktów; dla metali współczynniki te zawierają już pozostałe dotacje do produkcji, więc wiersz jest częściowo pomniejszony o wsparcie publiczne. Kompensata jest częścią nadwyżki operacyjnej Z3, a więc i podstawy podatku dochodowego od osób prawnych.

TABELA 24 Kompensata kosztów pośrednich emisji odnotowana dla producentów cynku, koszty 2024 r. (mln EUR)

Beneficjent	mln EUR	Źródło
Asturiana de Zinc (ES)	66,30	Resolución z 25 listopada 2025 r. (koszty 2024 r.)
Nyrstar Belgium (BE)	33,19	rejestr przejrzystości pomocy państwa, SA.103704, przyznana 17 listopada 2025 r.; rok kosztowy 2024 (wywnioskowany)
Nordenhamer Zinkhütte (DE)	31,96	lista beneficjentów DEHSt 2024
Nyrstar France (FR)	26,07	rejestr przejrzystości pomocy państwa, SA.63404, przyznana 12 czerwca 2025 r.; rok kosztowy 2024 (wywnioskowany)
Boliden Kokkola (FI)	12,72	Energiavirasto, pomoc wypłacona w 2025 r. (koszty 2024 r.)
Razem: huty cynku	**170,24**	
NACE 24.43 w Polsce, łącznie z ołowiem i cyną	29,99	Informacja Prezesa URE nr 64/2025: 129,1 mln PLN po 4,3058
ZH Zink Halbzeug; Grillo Zinc Metals; Grillo Zinc Powder (DE)	1,57	lista beneficjentów DEHSt 2024
Nyrstar Stolberg (DE), huta ołowiu	1,51	lista beneficjentów DEHSt 2024
Razem odnotowane	**203,31**	
Uznane w wartości dodanej Z3 (huty, cynkowa część Polski, Niderlandy, Włochy, Bułgaria)	230,0	ZN-EU
Dla porównania: wartość dodana hut cynku (Z3) według kosztów czynników produkcji	610,2	ZN-EU

Źródło: Ministerio de Industria y Turismo (2025); DEHSt (2026); Urząd Regulacji Energetyki (2025); Energiavirasto (2025); Komisja Europejska (2026d). Kwot w podziale na przedsiębiorstwa nie publikuje się dla Niderlandów, Włoch i Bułgarii.

5.2 Klucze podziału i granice z innymi raportami IGMNiR

Klucze zatrudnienia dzielą NACE 24.43 między cynk wtórny (12%), huty (33%), blachy, pył i stopy (20%) oraz pozostałą część ołowiu i cyny. Wartość dodana Z2 i Z3 wynika z wolumenów fizycznych, cen, marż i kosztów, a Z4 – z relacji wartości dodanej do produkcji; klucze zatrudnienia przesuwają więc miejsca pracy, a nie wartość dodaną. Tabela pokazuje skutki alternatywnych kluczy i głównych parametrów Z3 i Z4.

TABELA 25 Alternatywne klucze podziału i parametry Z3 i Z4, 2024

Wariant	WDB Z3	WDB Z4	WDB Z0–Z5	Zatrudnienie Z2	Zatrudnienie Z3
Wariant centralny	610	363	4 467	1 820	4 990
Huty 27% miejsc pracy	610	363	4 467	1 820	4 090
Huty 40% miejsc pracy	610	363	4 467	1 820	6 050

Wariant	WDB Z3	WDB Z4	WDB Z0–Z5	Zatrudnienie Z2	Zatrudnienie Z3
Z2 8% miejsc pracy	610	363	4 467	1 210	4 990
Z2 16% miejsc pracy	610	363	4 467	2 420	4 990
Relacja Z4 13%	610	262	4 366	1 820	4 990
Relacja Z4 25%	610	505	4 608	1 820	4 990
Kompensata 195 mln EUR	575	363	4 432	1 820	4 990
Kompensata 280 mln EUR	660	363	4 517	1 820	4 990
Z3 bez kompensaty	380	363	4 237	1 820	4 990
Energia 50 EUR/MWh	756	363	4 613	1 820	4 990
Energia 95 EUR/MWh	428	363	4 284	1 820	4 990
Opłata przerobowa 180 EUR/t	497	363	4 354	1 820	4 990
Opłata przerobowa 305 EUR/t	699	363	4 556	1 820	4 990
Z1 według klucza zatrudnienia	610	363	4 393	1 820	4 990

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. WDB w mln EUR, zatrudnienie w osobach.

ZN-EU obejmuje całą UE-27, a więc zawiera działalności analizowane w raporcie IGMNiR o cynku w Polsce (IGMNiR 2026a). W ZN-EU każdą działalność liczy się raz. Przy łączeniu ZN-EU z innymi raportami IGMNiR istotne są trzy granice. Po pierwsze, walcownie mosiądzu należą do produkcji miedzi (NACE 24.44): przetapiany przez nie cynk ze złomem mosiądzu ujęto w bilansie fizycznym ZN-EU jako przetop bezpośredni, ale ich wartość dodana i miejsca pracy nie należą do żadnego segmentu ZN-EU. Po drugie, produkcja ołowiu w Portovesme i Płowdiwie oraz ołów z pieca Imperial Smelting w Miasteczku Śląskim (jedynego w UE) pozostają poza Z3, który obejmuje tylko cynk. Po trzecie, linie ciągłego cynkowania w hutach stali (NACE 24.10) są poza Z5. Raporty krajowe i ZN-EU są alternatywnymi perspektywami i się ich nie sumuje.

5.3 Porównanie z innymi badaniami przepływów cynku w Europie

Kilka publicznych opracowań opisuje przepływy, zasoby i recykling cynku; różnią się zasięgiem (UE-27, Europa z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią albo świat), rokiem, jednostką i metodą. Zestawienie obejmuje zakres, metodę, główne wyniki i dostęp do danych, bez ich szeregowania. W wyszukiwaniu na potrzeby raportu nie zidentyfikowano publicznego opracowania łączącego dla cynku w UE-27 model przepływów międzygałęziowych, bilans masy, dynamiczny model zasobu, przesiewowe wartości emisji i analizę Monte Carlo.

TABELA 26 Badania przepływów cynku: zakres, metody, wyniki i dostęp do danych

Opracowanie	Zakres	Metoda	Główne wyniki	Dostęp do danych
Gordon i in. (2004)	Świat, 1994	Statyczne MFA (Stocks and Flows Project)	Recykling objął 41% strumienia odpadów	Artykuł naukowy
Graedel i in. (2005)	Świat i regiony, ok. 1994	Wielopoziomowe statyczne MFA	Ok. 2/3 cynku trafiającego do użytkowania zwiększało zasób; ok. 40% cynku z odpadów odzyskiwano; wskaźnik złomu bieżącego 0,070	Artykuł naukowy
Graedel i in. (2011), UNEP IRP	Świat	Synteza literatury	Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych >50%; zawartość surowca z recyklingu >10–25%	Raport publiczny
Meylan i Reck (2017)	Świat, 2010	Statyczne MFA	Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych 33%; 27% cynku w wyrobach z surowców wtórnych	Artykuł naukowy

Opracowanie	Zakres	Metoda	Główne wyniki	Dostęp do danych
Rostek i in. (2022)	Świat, 1900 –2019	Dynamiczne MFA	Ok. 250 mln t w użytkowaniu (2019); wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych 27%, udział recyklingu we wsadzie 29% (2010–2019)	Artykuł naukowy
Rostek i Loibl (2025)	UE-27, UK, NO, CH, 2020	Powiązane regionalne dynamiczne MFA	Zasób 69,9 mln t (≈130 kg/osobę); wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych 53%; udział recyklingu we wsadzie 49%; udział złomu poużytkowego 70%	Artykuł w otwartym dostępie
Komisja Europejska (2023), badanie CRM	UE	Ocena krytyczności	Surowiec niekrytyczny; zależność od importu 56% (wydobycie), 0% (przetwarzanie); EoL-RIR 34%	Raport publiczny
Wyns i Khandekar (2019), IES-VUB	UE, 2010–2016	Analiza branżowa	Cynk pierwotny 1 699 tys. t i wtórny 296 tys. t (2016); produkcja 2 098 tys. t w 12 zakładach (2010)	Raport publiczny
Gregoir i Van Acker (2022), KU Leuven	Europa, 2020–2050	Studium scenariuszowe	Popyt 2,8 mln t w 2020 i 2050 r.; transformacja energetyczna +11%	Publiczne podsumowanie
ZN-EU (ten raport)	UE-27, 2024	IO, bilans masy, dMFA, przesiewowe LCA, Monte Carlo	Zob. rozdziały 5–8	Pakiet modelu na wniosek

Źródło: jak wskazano. EoL-RIR: udział surowców z wyrobów wycofanych we wsadzie (definicje różnią się między opracowaniami).

Z cynku trafiającego do użytkowania w UE-27 w 2024 r. model dynamiczny dodaje do zasobu 6% ((napływ − wypływ) / napływ) wobec ok. dwóch trzecich na świecie ok. 1994 r. (Graedel i in. 2005), gdy zasoby rosły jeszcze szybko.

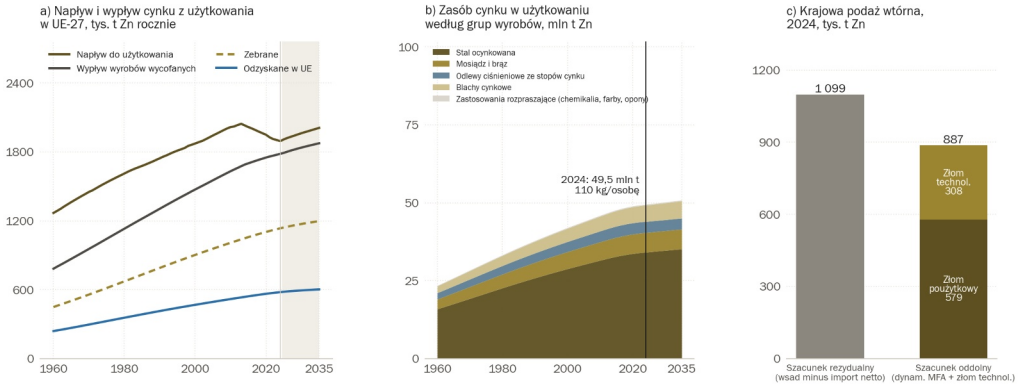
5.4 Porównanie ze studiami wkładu ekonomicznego

Nie zidentyfikowano opublikowanego studium wkładu ekonomicznego przemysłu cynku w całej UE. Studia spółek i sektorów pozwalają sprawdzić rzędy wielkości. Studium dla Nyrstar ocenia jego wkład w gospodarkę Belgii na prawie pół miliarda euro rocznie (471 mln EUR) i 1 750 bezpośrednich i pośrednich miejsc pracy (Nyrstar 2024c); miarą są wydatki w gospodarce, a nie wartość dodana. EGGA podaje ok. 700 zakładów cynkowania ogniowego, głównie małych i średnich przedsiębiorstw, zatrudniających ok. 40 000 osób w Europie (EGGA 2024; Kopf 2025); ZN-EU przypisuje cynkowaniu w UE-27 32 800 osób, łącznie z elektrolitycznym nakładaniem powłok cynkowych. Relacja zatrudnienia typu I do bezpośredniego w ZN-EU (1,75) obejmuje tylko krajowych dostawców w UE i wąską pierwszą rundę, więc jest niższa niż w studiach uwzględniających efekty indukowane lub całą Europę.

06 Cynk w użytkowaniu i podaż złomu

Model dynamiczny szacuje, że w 2024 r. w UE-27 w użytkowaniu znajdowało się ok. 49,5 mln t cynku, czyli 110 kg na osobę (pasmo 90%: 96–127). Stal ocynkowana zawiera 69% zasobu, a blachy cynkowe 11%. W 2024 r. do użytkowania trafiło ok. 1 890 tys. t cynku, a opuściło je 1 780 tys. t, w tym 270 tys. t w zastosowaniach rozpraszających, z których cynku się nie odzyskuje. Z 1 520 tys. t cynku w wyrobach możliwych do odzysku, które zakończyły użytkowanie, 580 tys. t (38%) odzyskano w UE, w tym 142 tys. t ze stali ocynkowanej. Odzysk rośnie do 600 tys. t w 2035 r.

RYSUNEK 13 Cynk w użytkowaniu w UE-27, 1960–2035, i krajowa podaż złomu w 2024 r.



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M2b; model zasobów sterowany napływem 1960–2035 według grup wyrobów (stal ocynkowana, mosiądz i brąz, odlewy ciśnieniowe, blachy cynkowe, zastosowania rozpraszające); czasy życia – rozkłady normalne (średnia i SD według grup) według Rostka (2025); odzysk cynku w UE ze stali ocynkowanej 16% cynku w wyrobach wycofanych (wyłącznie przez pył EAF); przebieg napływu na mieszkańca zakotwiczony w bilansie ZN-EU dla 2024 r.; zasób porównano z ok. 130 kg na osobę dla UE-27, Wielkiej Brytanii, Norwegii i Szwajcarii w 2020 r. (Rostek i Loibl 2025); ludność Eurostat (demo_gind, EUROPOP2023). Szacunki modelowe; lata 2025–2035 przy centralnym wzroście napływu o 0,5% rocznie.

TABELA 27 Zasób cynku w użytkowaniu i wypływy wyrobów wycofanych według grup wyrobów, 2024 i 2035

Grupa wyrobów	Zasób 2024, mln t	Wycofane 2024, tys. t	Zasób 2035, mln t	Wycofane 2035, tys. t
Stal ocynkowana	34,1	889	35,1	954
Mosiądz i brąz	6,3	241	6,4	253
Odlewy ciśnieniowe ze stopów cynku	3,5	299	3,5	291
Blachy cynkowe	5,3	88	5,5	97
Zastosowania rozpraszające (chemikalia, farby, opony, nawozy)	0,3	267	0,3	280
Razem	49,5	1 784	50,9	1 876

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M2b. Wyniki modelowe (status M). Zastosowania rozpraszające opuszczają zasób w ciągu roku.

TABELA 28 Wrażliwość modelu dynamicznego

Wariant	Zasób 2020, kg/osobę	Wycofane 2024, tys. t	Odzyskane 2024, tys. t	EoL-RR 2024, %	Odzyskane 2035, tys. t
Centralny	109	1 784	579	38	603
Czasy życia −20%	90	1 854	603	38	619
Czasy życia +20%	127	1 705	552	38	583
Napływ na osobę 2013 = 1,00 poziomu 2024	102	1 692	543	38	573
Napływ na osobę 2013 = 1,20 poziomu 2024	117	1 876	615	38	632
Napływ na osobę 1960 = 0,70 poziomu 2024	106	1 704	553	38	587
Napływ na osobę 1960 = 1,00 poziomu 2024	113	1 863	605	38	618

Wariant	Zasób 2020, kg/osobę	Wycofane 2024, tys. t	Odzyskane 2024, tys. t	EoL-RR 2024, %	Odzyskane 2035, tys. t
Współczynnik odzysku (poza stalą ocynkowaną) 0,85	109	1 784	513	34	535
Współczynnik odzysku (poza stalą ocynkowaną) 1,15	109	1 784	639	42	665
Odzysk ze stali ocynkowanej 12%	109	1 784	543	36	565
Odzysk ze stali ocynkowanej 22%	109	1 784	632	42	660
Brak wzrostu napływu po 2024 r.	109	1 784	579	38	601
Wzrost napływu 2% rocznie	109	1 784	579	38	609
Napływ 1998–2008 +25%	117	1 874	617	38	634
Stały napływ na osobę od 1990 r.	105	1 737	558	38	583
Log-normalne czasy życia	109	1 791	581	38	605
Odzysk z odlewów o połowę niższy	109	1 784	496	33	523
Wyższy udział stali ocynkowanej	116	1 772	536	34	559
Wyższy udział zastosowań rozpraszających	103	1 792	534	37	556
Wskaźnik złomu technologicznego 18%, bilans zamknięty odzyskiem (współczynnik 1,60)	105	1 701	694	48	717

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M2b. EoL-RR: cynk odzyskany w UE w relacji do cynku w wyrobach możliwych do odzysku, które zakończyły użytkowanie (bez zastosowań rozpraszających). W ostatnim wierszu zasób dotyczy 2024 r.

Wskaźniki recyklingu różnią się definicjami i zasięgiem. W ZN-EU 38% cynku w wyrobach możliwych do odzysku, które zakończyły użytkowanie, odzyskuje się w UE (pasmo 90%: 35–42%), zasób wynosi 109 kg na osobę w 2020 r. (96–126), a złom pożytkowy stanowi 50% cynku wtórnego. W porównaniu z pracą Rostek i Loibl (2025) dla UE-27, Wielkiej Brytanii, Norwegii i Szwajcarii w 2020 r. – wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych 53%, ok. 130 kg na osobę i udział złomu pożytkowego 70% – wszystkie trzy wartości są niższe. Różnica wynika z ograniczenia odzysku ze stali ocynkowanej do pyłu stalowniczego przerabianego w UE, szerszego zasięgu regionu oraz różnic definicji, m.in. tego, czy cynk w eksportowanym złomie liczy się jako odzyskany. Średnie światowe wskaźnika recyklingu wyrobów wycofanych wynoszą 27–33% (Rostek i in. 2022; Meylan i Reck 2017). Cynk wtórny stanowi 44% pierwszego użycia wobec udziału recyklingu we wsadzie 49% dla szerszego regionu europejskiego; cynk z krajowego złomu pożytkowego to 21–22% pierwszego użycia wobec udziału surowców z wyrobów wycofanych we wsadzie 34% w unijnej ocenie krytyczności (Komisja Europejska 2023).

Udział złomu pożytkowego w cynku wtórnym = (odzyskany złom pożytkowy − eksport netto cynku w złomie) × (produkcja wtórna / wsad wtórny) / produkcja wtórna = (579 − 63) × (965 / 1 036) / 965 ≈ 50%. Wzór zakłada, że cały eksport netto cynku w złomie i pozostałościach to złom pożytkowy; eksport obejmuje jednak także cynk twardy, popioły z cynkowania i złom mosiądzu o mieszanym pochodzeniu, a przy podziale eksportu netto proporcjonalnie do krajowej podaży złomu pożytkowego i technologicznego udział wyniósłby 52%. Cynk we wsadzie przetopu bezpośredniego (579 tys. t) i odzyskany złom pożytkowy (579 tys. t) są zbliżone przypadkowo.

Udział wtórny w pierwszym użyciu (43,8%) opiera się na wolumenach dróg wtórnych z literatury, a wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych (38%) pochodzi z modelu zasobu. Oba rachunki się nie domykają: bilans złomu pozostawia resztę 212 tys. t. Przy wskaźniku złomu technologicznego 18% i współczynniku odzysku 1,60 dla grup wyrobów innych niż stal ocynkowana bilans się domyka (reszta 8 tys. t); wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych wynosi wtedy 48%, a udział złomu pożytkowego 61%. Różnica wobec 53% według pracy Rostek i Loibl (2025) wynika też z definicji: ZN-EU liczy cynk odzyskany w UE i pomija cynk w eksportowanym złomie stali; przy definicji cynku zebranego do recyklingu w dowolnym miejscu wskaźnik byłby wyższy.

Rezydualny szacunek krajowej podaży złomu i pozostałości (1 099 tys. t) przewyższa szacunek oddolny (887 tys. t: 579 tys. t złomu pożytkowego i 308 tys. t złomu technologicznego) o 212 tys. t (20% wsadu; pasmo 90%: 127–345 tys. t); różnicy nie przypisano do strumienia.

Ograniczenia modelu dynamicznego: czasy życia ważone według modelu dla szerszej Europy; napływ przed 2024 r. jako założenie; odzysk ze stali ocynkowanej ograniczony przez pył stalowniczy bez dróg złomu stali; bez eksportu używanych pojazdów i strat korozyjnych powłok.

TABELA 29 **Wskaźniki recyklingu cynku: ZN-EU w porównaniu z wartościami publikowanymi**

Wskaźnik i definicja	ZN-EU 2024	Publikowane	Źródło
Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych (odzyskane / wycofane, wyroby możliwe do odzysku)	38%	53% (49–58%), Europa 2020; >50%	Rostek i Loibl (2025); Graedel i in. (2011)
Udział recyklingu we wsadzie (wtórny / pierwsze użycie)	44%	49% (46–51%), Europa 2020	Rostek i Loibl (2025)
Udział złomu pożytkowego we wsadzie (EoL-RIR)	21–22%	34%	Komisja Europejska (2023)
Udział złomu pożytkowego w cynku wtórnym	50%	70%, Europa 2020	Rostek i Loibl (2025)
Zasób w użytkowaniu 2020, kg na osobę	109	≈130 (69,9 mln t), Europa 2020	Rostek i Loibl (2025)
Światowy wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych	–	27% (2010–2019); 33% (2010)	Rostek i in. (2022); Meylan i Reck (2017)

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0 i jak wskazano. Zakres EoL-RIR odpowiada wskaźnikom złomu technologicznego 18% i 14%. Rostek i Loibl (2025) obejmują UE-27, Wielką Brytanię, Norwegię i Szwajcarię.

07 Wkład środowiskowy

Cynk pierwotny wytwarzany w Europie ma niższy ślad węglowy niż średnia światowa: według International Zinc Association cynk SHG miał w 2021 r. ślad od kołyski do bramy 2,0 t CO_2e na tonę w Europie (łącznie z Norwegią) i 3,5 t na świecie dla produkcji pierwotnej (International Zinc Association 2023). UE-27 jest eksporterem netto cynku nieobrobionego, więc cynk zużywany w UE to głównie cynk wytworzony w Europie; wariant centralny przyjmuje więc średnią europejską jako ślad wypieranego cynku pierwotnego. Cynk wtórny powstaje trzema drogami o różnych śladach. Przetop złomu cynku i mosiądzu wymaga niewiele energii. Rafinacja wtórna zgarów, popiołów i złomu przez destylację i przetop zużywa jej więcej. Droga przewałowa – przerób pyłu z elektrycznych pieców łukowych w piecach obrotowych z koksem, a następnie ługowanie i elektroliza tlenku przewałowego w hucie – ma ślad wyższy niż europejski cynk pierwotny.

TABELA 30 **Wartości przesiewowe i publikowane ślady dróg produkcji cynku, t CO_2e na t cynku (od kołyski do bramy)**

Droga produkcji	t CO_2e/t	Zakres	Podstawa
Przetop bezpośredni złomu cynku i mosiądzu, z przygotowaniem złomu	0,40	0,10–0,60	przetop 0,08 (Grund i van Genderen 2024); cynk przetopiony ≈0,6 (Grund 2026)
Rafinacja wtórna zgarów, popiołów i złomu	1,00	0,60–1,60	wartość przesiewowa IGMNiR
Droga przewałowa: tlenek przewałowy, ługowanie i elektroliza	3,86	3,40–4,71	Nyrstar (2023); dolna wartość ze zweryfikowanych emisji instalacji przewałowych w UE i hutnictwa; górna Rinne i in. (2022)
Cynk wtórny, średnia ważona produkcją	1,21		wagi: przetop 550, rafinacja 230, droga przewałowa 185 tys. t
Cynk pierwotny, średnia europejska (wariant centralny)	2,00	1,86–2,55	International Zinc Association (2023)
Cynk Nyrstar w Europie: średnio; tylko wsad pierwotny; tylko tlenek przewałowy	1,86; 1,06; 3,86		Nyrstar (2023)
Cynk pierwotny, średnia światowa (dane 2021; dane 2018)	3,50; 3,64		International Zinc Association (2023; 2022)

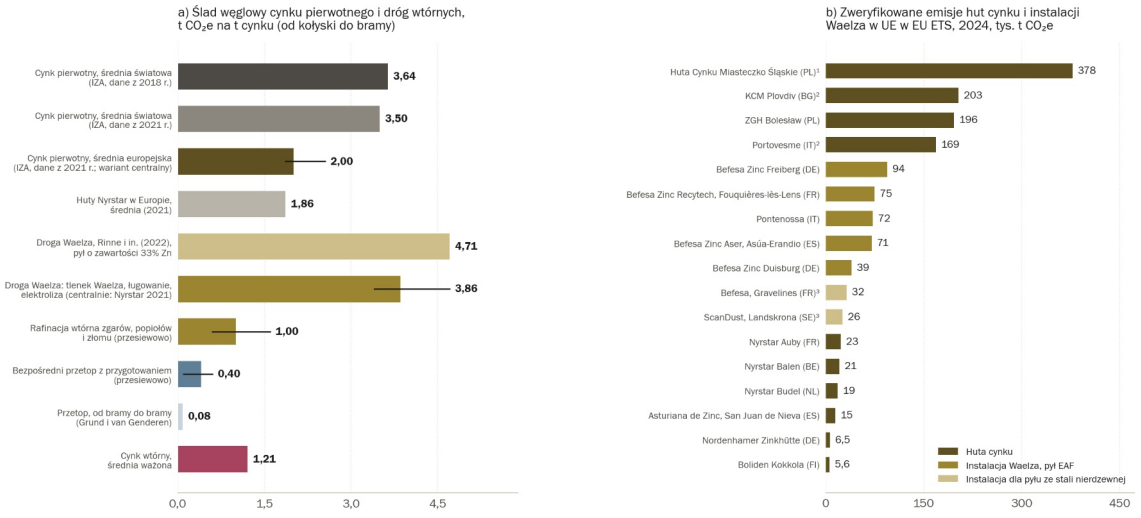
Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0 i jak wskazano. Wartości International Zinc Association stosują alokację masową z rozszerzeniem systemu dla kwasu siarkowego. Wartości drogi przewałowej zależą od zawartości cynku w pyle i silnie rosną przy niskiej zawartości cynku (Rinne i in. 2022).

Przy tych wartościach przetop i rafinacja wtórna w UE-27 w 2024 r. potencjalnie pozwoliły uniknąć 1 110 tys. t CO_2e (pasmo 90%: 1 000–1 610 tys. t; 880 tys. t z przetopu bezpośredniego i 230 tys. t z rafinacji wtórnej), a wynik drogi przewałowej wyniósł −340 tys. t (pasmo 90%: od −470 do −240 tys. t); wynik netto wynosi 770 tys. t (610–1 310 tys. t). W drodze przewałowej cynk ma wyższy ślad niż europejski cynk pierwotny, który może zastępować. Przy przyjętych granicach systemu wynik drogi przewałowej jest ujemny we wszystkich wariantach strukturalnych z punktu 7.1, także przy średniej światowej dla cynku pierwotnego. Porównanie uwzględnia wyłącznie cynk. Pył z elektrycznych pieców łukowych jest odpadem niebezpiecznym (kod 10 02 07* wykazu odpadów, decyzja Komisji 2000/532/WE); proces przewałowy odzyskuje z niego cynk i zwraca żużel zawierający żelazo, a cały pył stalowniczy powstający w Europie jest poddawany recyklingowi (Komisja Europejska 2020). Porównanie przesiewowe nie uwzględnia unieszkodliwiania pyłu, które proces zastępuje, ani odzyskanego żelaza.

Bezpośrednie emisje instalacji są raportowane w systemie handlu uprawnieniami do emisji UE; pełna lista instalacji znajduje się w załączniku C. W 2024 r. zweryfikowane emisje dziesięciu hut cynku wyniosły 1 040 tys. t CO_2e (2023: 970 tys. t), czyli 0,52 t na tonę cynku rafinowanego według statystyki krajowej (1 989 tys. t; Idoine i in. 2026). Cztery instalacje – z produkcją ołowiu w Portovesme i Płowdiwie, z piecem Imperial Smelting w Miasteczku Śląskim (jedynym w UE) oraz ZGH Bolesław, eksploatujący piece przewałowe w obrębie instalacji hutniczej – odpowiadają za 91% tej wielkości. Sześć hut elektrolitycznych bez linii ołowiowych i pieców Imperial Smelting miało zweryfikowane emisje 90,0 tys. t, czyli 0,05 t CO_2 na tonę ich produkcji (1 658 tys. t) w tym

samym ujęciu (0,58 i 0,06 t w ujęciu modelu, przy produkcji 1 800 tys. t i hucie Balen na poziomie zdolności 285 tys. t; zob. punkt 3.2), ponieważ ich głównym nośnikiem energii jest energia elektryczna; otrzymały 299,2 tys. t bezpłatnych uprawnień, o 209,2 tys. t więcej niż ich zweryfikowane emisje, co przy średniej cenie aukcyjnej z 2024 r. odpowiada 13,5 mln EUR. Siedem samodzielnych instalacji przewałowych, z których dwie przerabiają pył ze stali nierdzewnej, miało zweryfikowane emisje 410 tys. t CO_2e (2023: 410 tys. t). Bezpłatny przydział w 2024 r. wyniósł 1 220 tys. t dla hut i 410 tys. t dla samodzielnych instalacji przewałowych; dla cynku nie ma wskaźnika emisyjności produktu, więc przydział opiera się na wskaźnikach rezerwowych dla ciepła, paliwa i emisji procesowych.

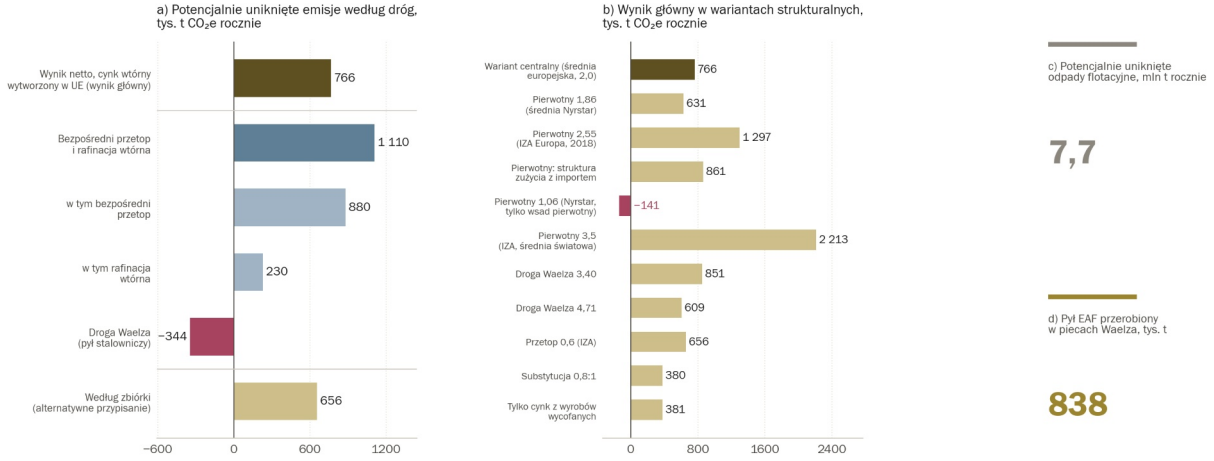
RYSUNEK 14 **Ślad węglowy dróg produkcji cynku i zweryfikowane emisje instalacji w UE**



Źródło: IZA (2022, 2023); Nyrstar (2023); Rinne i in. (2022); Grund i van Genderen (2024); wartości przesiewowe IGMNiR dla rafinacji wtórnej i bezpośredniego przetopu (rozdział 7); zweryfikowane emisje EU ETS (rejestr Unii, stan na 1 kwietnia 2026 r.). Nie są to porównawcze LCA według ISO 14044; linie – zakresy z Aneksu B. ¹ Proces Imperial Smelting. ² Cynk i ołów. ³ Pył ze stali nierdzewnej. Sumy za 2024 r.: dziesięć hut 1 037 tys. t, siedem instalacji Waelza 409 tys. t; bez emisji z wytwarzania zużytej energii elektrycznej.

Przy uwzględnieniu tylko cynku z krajowego złomu pożytkowego potencjalnie uniknięte emisje wynoszą 380 tys. t CO_2e; liczone od cynku zebranego z krajowej podaży złomu, a nie od wytworzonego cynku, wynoszą 660 tys. t. Inne potencjalnie uniknięte obciążenia to ok. 7,7 mln t odpadów poflotacyjnych (przy 8 t na tonę cynku pierwotnego, z alokacją na ołów, srebro i miedź) i 16,9 tys. t SO_2-eq zakwaszenia (Van Genderen i in. 2016). Cynk odzyskany drogą przewałową odpowiada ok. 840 tys. t pyłu stalowniczego przerobionego w UE przy 24% cynku; elektryczne piece łukowe w UE wytopiły w 2024 r. 57,8 mln t stali (EUROFER 2025), co przy 10–30 kg pyłu na tonę (Remus i in. 2013) daje 580–1 730 tys. t pyłu.

RYSUNEK 15 **Emisje i inne obciążenia potencjalnie uniknięte dzięki cynkowi wtórnemu wytworzonemu w UE-27, 2024**



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M4; substytucja 1:1 cynku pierwotnego (wariant centralny: średnia europejska 2,0 t CO_2e/t, Aneks B) cynkiem wtórnym wytworzonym w UE; przy przyjętych granicach droga Waelza ma wyższy ślad niż cynk pierwotny o średniej europejskiej i wynik dla tej drogi jest ujemny. Wynik netto w a) to suma bezpośredniego przetopu i rafinacji wtórnej oraz drogi Waelza; słupek „według zbiórki" to alternatywne przypisanie. Uniknięte obciążenia powstają częściowo poza UE.

7.1 Wrażliwość strukturalna

Wynik główny zależy od wariantu odniesienia. Tabela pokazuje alternatywne wybory wypieranego cynku pierwotnego, substytucji, śladów wtórnych i wolumenów dróg wtórnych; każdy wariant zmienia jeden wybór.

TABELA 31 **Wrażliwość strukturalna potencjalnie uniknięty emisji, 2024 (tys. t CO_2e)**

Wariant	Przetop i rafinacja	Droga przewałowa	Netto	Według zbiórki	Ślad wtórny, t/t
Wariant centralny: średnia europejska cynku pierwotnego (2,0 t)	1 110	−344	766	656	1,21
Substytucja 0,8	798	−418	380	325	1,21
Substytucja 0,5	330	−529	−199	−171	1,21
Tylko cynk z krajowego złomu pożytkowego	553	−171	381	656	1,21
Wypierane: ważona produkcja pierwotna UE i import 7901 (2,10 t)	1 187	−326	861	738	1,21
Wypierane: średnia europejska Nyrstar (1,86 t)	1 001	−370	631	540	1,21
Wypierane: Nyrstar, tylko wsad pierwotny (1,06 t)	377	−518	−141	−121	1,21
Wypierane: średnia europejska, dane 2018 (2,55 t)	1 539	−242	1 297	1 111	1,21
Wypierane: średnia światowa, dane 2021 (3,5 t)	2 280	−67	2 213	1 896	1,21
Wypierane: średnia światowa, dane 2018 (3,64 t)	2 389	−41	2 349	2 012	1,21
Droga przewałowa 3,40 t	1 110	−259	851	729	1,12
Droga przewałowa 4,71 t	1 110	−501	609	521	1,37
Rafinacja wtórna 0,60 t	1 202	−344	858	735	1,11
Rafinacja wtórna 1,60 t	972	−344	628	538	1,35
Przetop 0,10 t	1 275	−344	931	797	1,04
Przetop 0,60 t	1 000	−344	656	562	1,32
Przetop bezpośredni 450 tys. t	950	−344	606	552	1,30
Przetop bezpośredni 750 tys. t	1 430	−344	1 086	843	1,07
Droga przewałowa 140 tys. t	1 110	−260	850	764	1,08
Droga przewałowa 240 tys. t	1 110	−446	664	537	1,35

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. W wariancie ważonym import cynku nieobrobionego spoza UE ma wagę 12%, a produkcja pierwotna UE 88%; import z Norwegii ma ślad średniej europejskiej, a pozostały import średniej światowej.

7.2 Granice systemu i porównywalność

Wartości przesiewowe nie są porównawczymi ocenami cyklu życia według ISO 14044. Odpowiadają na wąskie pytanie: o ile tona cynku z surowców wtórnych zwiększa emisje unijnego przemysłu cynku w porównaniu z toną cynku pierwotnego, którą może zastąpić? Wartości dla poszczególnych dróg pochodzą z różnych opracowań o różnych zasadach alokacji; wartość drogi przewałowej silnie zależy od zawartości cynku w pyle, a ujęcie koksu, żużla zawierającego żelazo i ołowiu w tlenku przewałowym różni się między opracowaniami. Wyniki według dróg pokazano więc wraz z ich zakresami i z wariantami strukturalnymi.

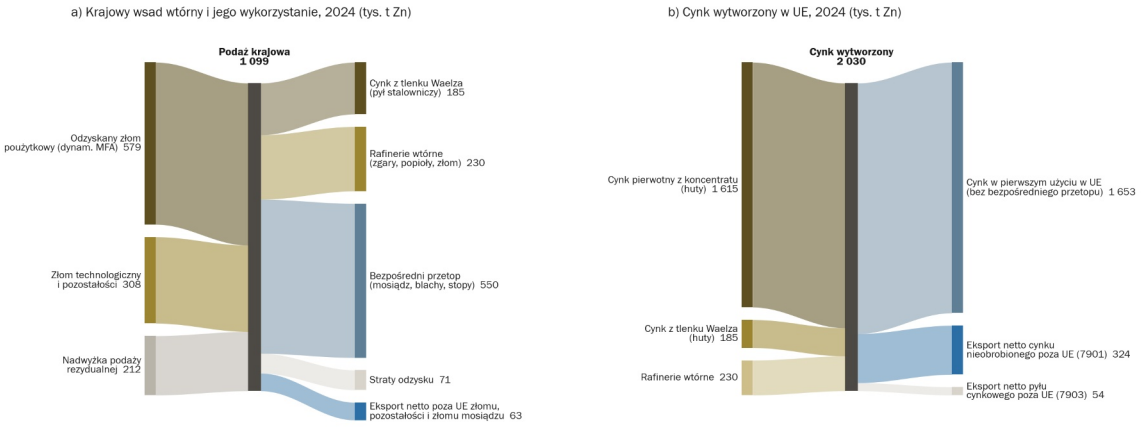
7.3 Niepewność wynikająca z wariantu odniesienia

Potencjalnie uniknięte emisje zależą bardziej od wariantu odniesienia niż od wartości przesiewowych. W wariantach z punktu 7.1 wynik główny mieści się między −200 a 2 350 tys. t CO_2e; pasmo Monte Carlo (610–1 310 tys. t) jest węższe. Przy średniej światowej jako wypieranym cynku pierwotnym wynik netto wynosi 2 210 tys. t, przy cynku Nyrstar w Europie wytwarzanym wyłącznie z wsadu pierwotnego – −140 tys. t, a przy substytucji 0,5 – −200 tys. t. Znak wyniku netto zależy więc od przyjętego śladu cynku pierwotnego.

08 Wkład strategiczny

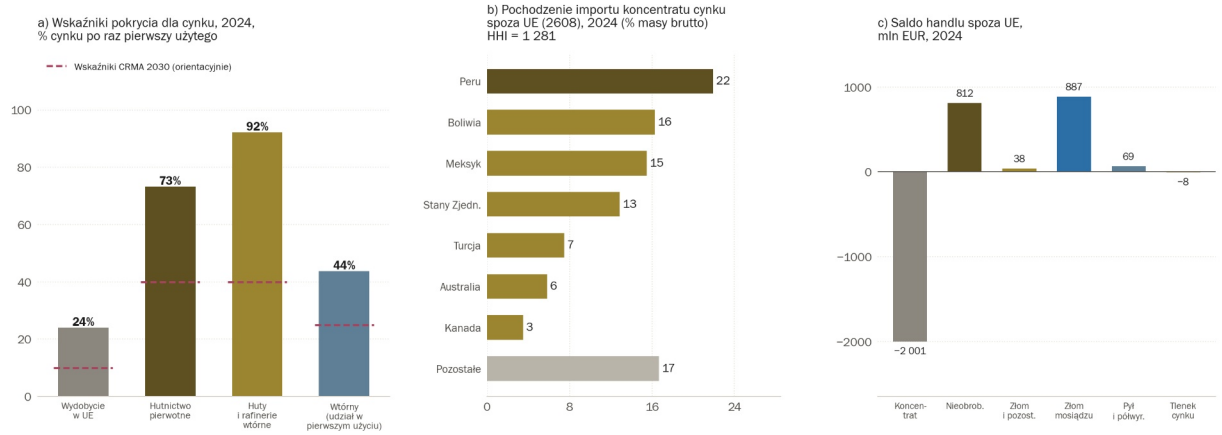
Kopalnie UE wydobyły w 2024 r. 527 tys. t cynku w koncentracie, a huty UE wyprodukowały 1 800 tys. t cynku rafinowanego, w tym 1 615 tys. t pierwotnego. Import rud i koncentratów cynku spoza UE wyniósł 1 960 tys. t (masa brutto), a eksport 270 tys. t. UE-27 jest eksporterem netto cynku nieobrobionego: eksport poza UE (554 tys. t) przewyższył w 2024 r. import (224 tys. t). Cynku po raz pierwszy użytego w UE było 2 203 tys. t, z czego 44% stanowił cynk wtórny.

RYSUNEK 16 **Przepływy cynku w UE-27, 2024**



Źródło: bilans masy IGMNiR ZN-EU (M2) i dynamiczne MFA (M2b); Idoine i in. (2026); Komisja Europejska (2020); Rostek i Loibl (2025); Eurostat Comext 2024 (zawartość cynku: CN 7902 95%, 2620 11 94%, 2620 19 25%, złom mosiądzu 33%; CN 7901 98%). Różnica między szacunkiem rezydualnym a oddolnym podaży krajowej to reszta bilansowa.

RYSUNEK 17 **Wskaźniki bezpieczeństwa dostaw cynku, 2024**



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat Comext (DS-045409; handel spoza UE, import według kraju pochodzenia); Idoine i in. (2026); rozporządzenie (UE) 2024/1252, art. 5 ust. 1. Cynk nie figuruje w załącznikach I ani II rozporządzenia (UE) 2024/1252; wskaźniki dla surowców strategicznych pokazano wyłącznie orientacyjnie. Udział wtórny odnosi cynk wtórny do cynku po raz pierwszy użytego. Produkcja hut obejmuje cynk z tlenku Waelza, który liczy się także w udziale wtórnym. HHI: wskaźnik Herfindahla–Hirschmana krajów partnerskich (0–10 000).

Cynk nie jest surowcem strategicznym ani krytycznym w rozumieniu aktu w sprawie surowców krytycznych (CRMA); są nimi german i gal odzyskiwane w obiegach cynkowych. Unijna ocena krytyczności przypisuje cynkowi ryzyko dostaw 0,2 i zależność od importu 56% na etapie wydobycia oraz 0% na etapie przetwarzania (Komisja Europejska 2023). Tabela pokazuje wskaźniki pokrycia produkcji UE w relacji do pierwszego użycia w UE;

wskaźniki CRMA dla surowców strategicznych nie mają zastosowania do cynku i podano je wyłącznie dla porównania.

TABELA 32 Wskaźniki pokrycia i koncentracji dla cynku, 2024, ze wskaźnikami CRMA dla porównania

Wskaźnik	Cynk 2024	Wskaźnik CRMA (nie dotyczy)
Wydobycie: produkcja kopalń UE / cynk po raz pierwszy użyty	24%	10%
Przetwórstwo: cynk pierwotny / cynk po raz pierwszy użyty	73%	40%
Przetwórstwo: produkcja hut i rafinerii wtórnych / cynk po raz pierwszy użyty	92%	40%
Recykling: cynk wtórny / cynk po raz pierwszy użyty	44%	25%
Największy dostawca koncentratu (Peru), udział w imporcie spoza UE	22%	65%
Największy dostawca cynku nieobrobionego (Norwegia), udział w imporcie spoza UE; udział w pierwszym użyciu w UE	45%; 4,5%	65%

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; rozporządzenie (UE) 2024/1252, art. 5; Comext. Wskaźniki pokrycia wykorzystują produkcję w 2024 r.; wskaźniki CRMA dotyczą zdolności w 2030 r. w relacji do rocznego zużycia surowców strategicznych w UE. Udziały w imporcie spoza UE są górnymi wartościami ekspozycji.

TABELA 33 Koncentracja handlu cynkiem spoza UE według krajów partnerskich, 2024

Strumień	tys. t, masa brutto	HHI	Największy partner	Top 1, %	Top 5, %
Rudy i koncentraty cynku (2608), import	1 919,8	1 281	Peru	22	74
Cynk nieobrobiony (7901), import	224,4	3 212	Norwegia	45	96
– w tym ≥99,99% cynku (7901 11), import	105,0	2 590	Norwegia	40	94
Cynk nieobrobiony (7901), eksport	554,5	1 090	Turcja	26	57
Popioły i pozostałości cynku (2620 19), import	224,2	2 372	Turcja	44	79
Odpady i złom cynku (7902), eksport	54,3	3 891	Indie	54	95
Blachy, arkusze, taśmy i folie cynkowe (7905), eksport	9,6	1 395	Wielka Brytania	30	69

Źródło: Eurostat Comext (DS-045409), zgłaszający EU27_2020, partnerzy spoza UE; IGMNiR ZN-EU v1.0. Sumy obejmują partnerów wykazanych w podziale geograficznym i mogą nieznacznie różnić się od sum Comext. HHI: wskaźnik Herfindahla–Hirschmana (0–10 000).

Import koncentratów pochodzi z kilku państw obu Ameryk i innych regionów (HHI 1 281); import cynku nieobrobionego, niewielki w relacji do zużycia w UE, pochodzi głównie z Norwegii. Opłata przerobowa, główny przychód hut kupujących koncentrat, spadła z poziomu wskaźnika referencyjnego 274 USD za suchą tonę koncentratu w 2023 r. do 165 USD w 2024 r. i 80 USD w 2025 r., najniższego od ponad pięciu dekad, a w 2026 r. wyniosła 85 USD (Fastmarkets 2024; Bloomberg 2025; SMM 2026); import cynku w koncentracie do Chin wzrósł w 2025 r. o 29,8%, do 2 575 tys. t (International Lead and Zinc Study Group 2026a).

TABELA 34 Wskaźniki warunków skrajnych dla unijnego łańcucha wartości cynku, podstawa 2024

Test	Skala	W relacji do
Energia elektryczna +50 EUR/MWh w hutnictwie, drodze przewałowej i rafinacji oraz półwyrobach	410 mln EUR rocznie	34% WDB Z2–Z4; samo hutnictwo 60% WDB hut
Opłata przerobowa na poziomie wskaźnika referencyjnego z 2025 r.	208–254 mln EUR rocznie	34% WDB hut (opłata uzyskiwana zmienia się proporcjonalnie do wskaźnika); górna wartość: od wskaźnika do wskaźnika
Utrata największego dostawcy koncentratu (Peru)	220 tys. t Zn	13% produkcji cynku pierwotnego w UE
Miesięczny przestój największej huty (Asturiana de Zinc, 515 tys. t rocznie)	42,9 tys. t	2,4% produkcji cynku rafinowanego w UE
Zamknięcie huty o zdolności 315 tys. t (Nyrstar Budel; dane krajowe za 2024 r.: 155 tys. t)	315 tys. t	18% produkcji cynku rafinowanego w UE; 107 mln EUR WDB hut przy średniej na tonę
Zmniejszenie o połowę cynku odzyskiwanego drogą przewałową	92 tys. t Zn	4,2% cynku po raz pierwszy użytego; 5,1% wsadu hut
Zmiana eksportu netto cynku w złomie i pozostałościach o ±63 tys. t Zn	±63 tys. t Zn	±6,1% cynku we wsadzie złomowym

Test	Skala	W relacji do
Cena cynku +30% wobec średniej z 2024 r. (2 565 EUR/t), marże bez zmian	2 050 mln EUR wartości metalu i wsadu kupowanych przez Z2–Z5	14,5% produkcji Z2–Z5; jednorazowe zapotrzebowanie na kapitał obrotowy równe miesięcznym dodatkowym zakupom, 171 mln EUR

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Comext; Idoine i in. (2026). Zużycie energii elektrycznej w hutnictwie 7 300 GWh (średnio 4,06 MWh na tonę). WDB hut według kosztów czynników produkcji, z kompensatą. Testy są statyczne i pierwszego rzędu: bez reakcji cen, marż i zdolności. Test zamknięcia wykorzystuje zdolność Nyrstar Budel (315 tys. t), dla której we wrześniu 2026 r. ogłoszono przegląd strategiczny (Nyrstar 2026).

Wzrost ceny energii elektrycznej o 50 EUR/MWh pochłonąłby 60% wartości dodanej hut według kosztów czynników produkcji: huty zużywają ok. 7,3 TWh rocznie, a ich wartość dodana spada do zera przy cenie energii ok. 154 EUR/MWh z kompensatą i 122 EUR/MWh bez niej. Opłata przerobowa na poziomie wskaźnika referencyjnego z 2025 r. obniżyłaby wartość dodaną hut o 34%.

TABELA 35 Wskaźniki strategiczne unijnego łańcucha wartości cynku, 2024

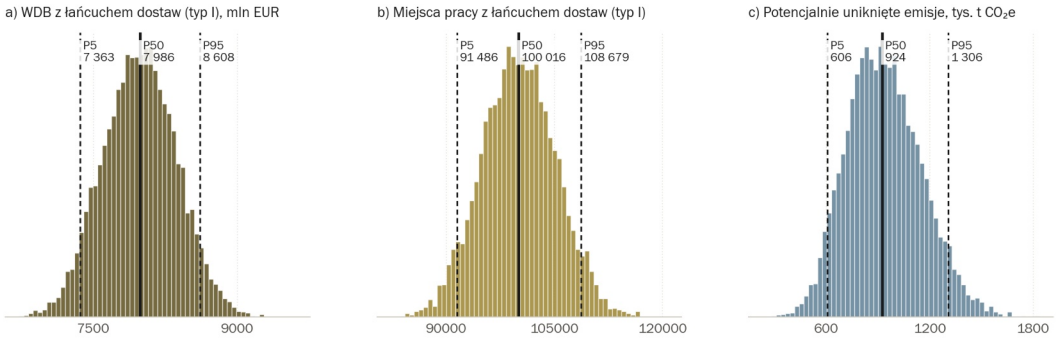
Wskaźnik	Wartość	Źródło
Cynk w koncentracie wydobyty, tys. t	527	Idoine i in. (2026)
Cynk rafinowany wyprodukowany (z tlenkiem przewałowym), tys. t	1 800	zestawienie (rozdział 3)
Zużycie cynku nieobrobionego (pozorne), tys. t	1 476	ZN-EU
Cynk wtórny (wszystkie drogi), tys. t	965	ZN-EU
Wskaźnik pokrycia: krajowa podaż złomu / zużycie złomu (rezydualnie; oddolnie)	106%; 86%	ZN-EU
Saldo handlu, rudy i koncentraty cynku (2608), mln EUR	−2 001	Comext
Saldo handlu, cynk nieobrobiony (7901), mln EUR	812	Comext
Saldo handlu, złom cynku, cynk twardy, popioły i pozostałości (7902, 2620 11, 2620 19), mln EUR	38	Comext
Saldo handlu, złom mosiądzu (7404 00 91), mln EUR	887	Comext
Saldo handlu, pył, pręty, blachy i inne wyroby z cynku (7903–7907), mln EUR	69	Comext
Saldo handlu, tlenek cynku (2817), mln EUR	−8	Comext

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; Eurostat Comext (handel spoza UE); Idoine i in. (2026). Dodatnie salda oznaczają eksport netto.

09 Niepewność, testy kontrolne i ograniczenia

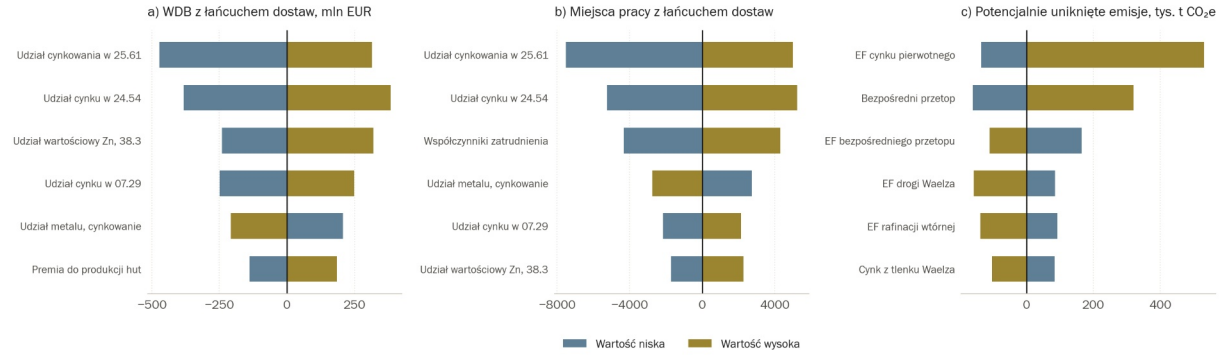
Pasmo 90% WDB z łańcuchem dostaw wynosi 7 360–8 610 mln EUR, zatrudnienia z łańcuchem dostaw 91 000 –109 000, a potencjalnie uniknięte emisji 610–1 310 tys. t CO_2e. Największy wpływ na wyniki ekonomiczne mają udział cynkowania w NACE 25.61, udział cynku w NACE 24.54 i udział wartościowy cynku w odzysku surowców; na potencjalnie uniknięte emisje – ślad wypieranego cynku pierwotnego, cynk przetapiany bezpośrednio i ślad przetopu. Najszersze względne pasmo ma wartość dodana hut (390–820 mln EUR); największy wpływ mają na nią cena energii elektrycznej hut, premia do produkcji hut i pozostałe koszty hut.

RYSUNEK 18 Rozkład Monte Carlo kluczowych wyników



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M6; 10 000 losowań, rozkłady trójkątne z kopułą Gaussa (Aneks B), ziarno 20261118. Pasmo niepewności parametrów w ramach struktury modelu, nie statystyczny przedział ufności.

RYSUNEK 19 Wrażliwość wyników na pojedyncze parametry



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M6; analiza „jeden parametr naraz" na zakresach z Aneksu B; rozszerzony łańcuch wartości.

TABELA 36 Odporność pasma niepewności na konstrukcję statystyczną

Konstrukcja	WDB typ I, mln EUR (P5–P95)	Zatrudnienie typ I (P5–P95)	Potencjalnie uniknięte emisje, tys. t (P5–P95)
Odniesienie (4 000 losowań, ziarno 7)	7 370–8 620	92 000–109 000	610–1 300
Brak korelacji	7 450–8 520	93 000–107 000	610–1 300
Korelacja 0,95 we wszystkich grupach	7 350–8 650	92 000–109 000	610–1 300
Rozkłady PERT	7 420–8 570	93 000–108 000	580–1 160

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, moduł M6. Odrębna konstrukcja testu (4 000 losowań, ziarno 7) w porównaniu z przebiegiem głównym (10 000 losowań, ziarno 20261118). Zbieżność: przy innych ziarnach i 20 000 losowań percentyle kluczowych wyników zmieniają się najwyżej o 1,4%.

TABELA 37 Testy strukturalne wyników ekonomicznych

Wariant	WDB Z0–Z5, mln EUR	WDB typ I, mln EUR	Zatrudnienie typ I	WDB Z3, mln EUR	Podatki, mln EUR
Wariant centralny	4 470	7 990	100 000	610	2 690
Efekty łańcucha dostaw −20%	4 470	7 290	92 000	610	2 470
Efekty łańcucha dostaw +20%	4 470	8 700	109 000	610	2 920
SIOT UE-27 2023	4 470	8 020	100 000	610	2 640
Wąska pierwsza runda	4 470	7 360	92 000	610	2 470
Relacja Z4, niska	4 370	7 960	101 000	610	2 710
Relacja Z4, wysoka	4 610	8 030	99 000	610	2 670
Kompensata, niska	4 430	7 960	100 000	580	2 690
Kompensata, wysoka	4 520	8 040	100 000	660	2 700
Bez kompensaty	4 240	7 760	100 000	380	2 670
Udział cynkowania, niski	4 170	7 520	93 000	610	2 520
Udział cynkowania, wysoki	4 670	8 310	105 000	610	2 810
Udział odlewów, niski	4 280	7 610	95 000	610	2 560
Udział odlewów, wysoki	4 650	8 370	106 000	610	2 830
Z1 według klucza zatrudnienia	4 390	7 850	100 000	610	2 660
Ceny bazowe	4 530	8 050	100 000	620	2 690
Klucze nisko, łańcuch −20%	3 410	5 490	71 000	610	1 910
Klucze wysoko, łańcuch +20%	5 520	10 950	135 000	610	3 610

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Nie pokazano wariantu zakupów metalu, który podwójnie liczy metal kupowany w łańcuchu. Bez kompensaty wartość dodana spada o kwotę kompensaty, zatrudnienie w łańcuchu dostaw się nie zmienia, a podatki spadają wraz z niższą nadwyżką operacyjną.

TABELA 38 Pasmo niepewności parametrów i zakres wariantów strukturalnych

Wynik	P5	P95	Minimum strukturalne	Maksimum strukturalne
WDB typ I, mln EUR	7 360	8 610	5 490	10 950
Zatrudnienie typ I	91 000	109 000	71 000	135 000
Potencjalnie uniknięte emisje, tys. t CO_2e	610	1 310	−200	2 350

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Pasmo Monte Carlo jest warunkowe względem struktury modelu: nie obejmuje błędów klasyfikacji danych ani wyboru granic systemu, które ilustrują warianty strukturalne. Obu zakresów nie łączy się w jeden przedział prawdopodobieństwa; wariant z podwójnym liczeniem pominięto.

9.1 Testy kontrolne

TABELA 39 Testy kontrolne modelu ZN-EU

Test	Wartość ZN-EU	Odniesienie	Źródło odniesienia	Niezależny od parametrów modelu
Cynk rafinowany: wartość centralna modelu wobec sumy danych krajowych (BGS), tys. t	1 800	1 989	Idoine i in. (2026)	nie
Udział wtórny w pierwszym użyciu wobec udziału recyklingu we wsadzie (Europa z UK, NO, CH)	44%	49% (46–51%)	Rostek i Loibl (2025)	nie
Udział złomu pożytkowego wobec wartości publikowanej	50%	70%	Rostek i Loibl (2025)	częściowo
Zasób w użytkowaniu 2020, kg na osobę	109	≈130	Rostek i Loibl (2025)	częściowo
Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych	38%	53% (49–58%)	Rostek i Loibl (2025)	częściowo
Cynk po raz pierwszy użyty (model) wobec popytu europejskiego 2020 (szersza Europa), tys. t	2 203	2 800	Gregoir i Van Acker (2022)	tak
Rachunek koncentratu: cynk w koncentracie dostępny / produkcja cynku pierwotnego (rozdział 3)	84%	100%	Comext; BGS	tak

Test	Wartość ZN-EU	Odniesienie	Źródło odniesienia	Niezależny od parametrów modelu
Pył stalowniczy wynikający z drogi przewałowej wobec stali EAF × 10–30 kg/t, tys. t	840	580–1 730	EUROFER (2025); Remus i in. (2013)	nie
Segmenty cynkowe Z2–Z4, udział w WDB 24.43, wobec udziału cynku w wartości PRODCOM	69%	59%	Eurostat SBS; PRODCOM	tak
Reszta ołowiu i cyny w 24.43: WDB na osobę wobec średniej klasy, tys. EUR	104	117	Eurostat SBS	z konstrukcji
Cynkowanie (Z5), osoby, wobec zatrudnionych w cynkowaniu ogniowym w Europie	32 800	40 000	EGGA (2024)	nie
Zatrudnienie w całej gospodarce UE-27 odtworzone przez współczynniki FIGARO, mln (sprawdzenie konstrukcji)	219	219	nama_10_a64_e	z konstrukcji
WDB typ I z SIOT UE-27 wobec FIGARO, %	0,4	0	naio_10_cp1700	tak
Zbieżność Monte Carlo, maks. zmiana percentyli, %	1,4	–	ziarna 1, 2, 3; 20 000 losowań	–
Replikacja z plików pakietu, maks. różnica bezwzględna	0,001	0	skrypt replikacyjny	–

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. „Nie” oznacza porównania z danymi użytymi do ustalenia parametrów modelu: produkcję cynku rafinowanego przyjęto między szacunkiem opartym na danych ILZSG a sumą danych krajowych BGS; wolumeny dróg wtórnych ustalono z uwzględnieniem publikowanych wskaźników recyklingu; drogę przewałową wyprowadzono z danych o stali EAF i pyle; udział cynkowania korzysta z liczby zatrudnionych podawanej przez EGGA. „Częściowo” oznacza wyniki modelu dynamicznego korzystające z czasów życia i wskaźników odzysku z tego samego źródła. Test zatrudnienia podano w milionach. Popyt europejski dotyczy szerszego regionu niż UE-27.

9.2 Ograniczenia

- **Uzupełnianie SBS.** Agregaty SBS dla UE-27 są zaokrąglone i częściowo poufne; brakujące komórki uzupełniono sumami państw członkowskich lub relacjami z lat wcześniejszych (status S).
- **Klucze alokacji.** Udziały cynku w NACE 07.29, 46.77, 38.3, 25.61 i 24.54 oraz klucze zatrudnienia w 24.43 są założeniami (klasa C), których nie sprawdzono ze sprawozdaniami spółek; klucze zakładają jednakowy koszt osobowy na osobę w 24.43.
- **Możliwe podwójne liczenie.** Instalacje przewałowe mogą być zarejestrowane w NACE 38.3, a więc częściowo także w Z1; pył cynkowy i stopy wtórne mogą występować zarówno w produkcji rafinerii wtórnych (Z2), jak i w produkcji PRODCOM ujętej w Z4.
- **Wycena fizyczna.** Produkcja Z2 i Z3 to wartość metalu brutto w cenach z 2024 r.; wartości jednostkowe PRODCOM cynku nieobrobionego są niższe od ceny LME, a produkcja Z2–Z4 przewyższa produkcję 24.43 w SBS; opublikowane dane nie wyjaśniają tych różnic.
- **Kompensata.** Wartość dodana Z3 według kosztów czynników produkcji obejmuje 230 mln EUR kompensaty kosztów pośrednich emisji, w tym oszacowane kwoty dla Niderlandów, Włoch i Bułgarii.
- **Produkcja rafinowana i wtórna.** Produkcja cynku rafinowanego różni się między BGS a szacunkiem opartym na danych ILZSG; wolumenów trzech dróg wtórnych nie publikuje się i są szacunkami.
- **Bilans złomu.** Szacunki rezydualny i oddolny krajowej podaży złomu różnią się o 212 tys. t (pasmo 90%: od 127 do 345 tys. t); pył stalowniczy i tlenek przewałowy nie mają specyficznych kodów handlowych.
- **Model dynamiczny.** Grupy wyrobów łączą europejskie pierwsze zastosowania z czasami życia z modelu dla szerszego regionu europejskiego; przebieg napływu przed 2024 r. jest założony; odzysk ze stali ocynkowanej ograniczono przez pył stalowniczy; nie odwzorowano eksportu używanych pojazdów ani strat korozyjnych powłok.
- **Ceny i marże.** Wartość dodana odzwierciedla ceny cynku, opłaty przerobowe, ceny energii i marże z 2024 r.; model nie zawiera reakcji cen ani marż.
- **Moduły fiskalny i środowiskowy.** Implicytna stopa podatków od pracy UE-27, średnia ustawowa stawka podatku dochodowego; ślady są wartościami przesiewowymi z różnych opracowań, a wynik zależy od wypieranego cynku pierwotnego i śladu drogi przewałowej.

10 Scenariusze do 2035 r.

Scenariusze są ilustracyjnymi zestawami założeń, a nie prognozami. Zachowują ceny i współczynniki przepływów z 2024 r., a zmieniają wolumeny, ślady emisyjne i wydajność pracy (+1,0% rocznie, dla wszystkich miejsc pracy). Odzysk złomu pożytkowego wynika z modelu dynamicznego, niezależnie od zakładanej aktywności. S1 (2030) i S2 (2035) zakładają więcej cynku wtórnego oraz stabilną lub rosnącą aktywność hut; S3 (2030) jest scenariuszem warunków skrajnych z aktywnością hut niższą o jedną czwartą, mniejszym wydobyciem i mniejszą ilością cynku wtórnego. Produkcja pierwotna hut zmienia się zgodnie z indeksem hutnictwa, a cynk z tlenku przewałowego – zgodnie z drogami wtórnymi. Pierwsze użycie zmienia się zgodnie z aktywnością użytkowników cynku (65% cynkowanie i odlewy, 35% blachy, pył i stopy), a handel netto cynkiem nieobrobionym (CN 7901) domyka bilans. Wagi są założeniem IGMNiR opartym na pierwszych zastosowaniach w modelu dynamicznym: cynkowanie i odlewy ciśnieniowe przyjmują 67% napływu; mosiądz i związki cynku (27%) nie mają własnego segmentu i przypisano je do indeksu blach, pyłu i stopów.

TABELA 40 Założenia scenariuszy (zmiana względem 2024 r.)

Czynnik	S1 2030	S2 2035	S3 2030
Droga przewałowa i rafinerie wtórne (Z2)	+10%	+25%	−10%
Przetop bezpośredni złomu	+8%	+18%	−8%
Zbiórka i handel złomem (Z1)	+6%	+15%	−8%
Wydobycie rud cynku (Z0)	0%	0%	−20%
Hutnictwo cynku pierwotnego (Z3)	0%	+5%	−25%
Blachy, pył i stopy (Z4)	+3%	+6%	−8%
Cynkowanie i odlewy (Z5)	+3%	+6%	−5%
Ślad cynku pierwotnego	−5%	−15%	−5%
Ślad cynku wtórnego	−15%	−30%	−5%
Wynikowa zmiana produkcji cynku rafinowanego (pierwotny i z drogi przewałowej)	+1%	+7%	−23%

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Droga przewałowa i rafinerie wtórne są ograniczone do 520 tys. t, a przetop bezpośredni do 850 tys. t cynku. Dodatkowy wsad złomowy ma niższy uzysk i wyższy ślad.

TABELA 41 Bilans cynku w scenariuszach (tys. t Zn)

Pozycja	2024	S1 2030	S2 2035	S3 2030
Cynk pierwotny wyprodukowany przez huty	1 615	1 615	1 696	1 211
Cynk z tlenku przewałowego	185	204	231	166
Cynk rafinowany wyprodukowany przez huty	1 800	1 818	1 927	1 378
Rafinerie wtórne	230	253	288	207
Przetop bezpośredni	550	594	649	506
Cynk po raz pierwszy użyty (zgodnie z użytkownikami)	2 203	2 269	2 335	2 070
Import netto cynku nieobrobionego, CN 7901 (pozycja domykająca; wartość ujemna = eksport netto)	−324	−343	−475	32
Odzyskany złom pożytkowy (model dynamiczny)	579	594	603	594
Dodatkowy cynk we wsadzie złomowym wobec 2024 r.	0	101	239	−92
Dodatkowy krajowy złom wobec 2024 r.	0	24	43	−4
Dodatkowy wsad niepokryty przyrostem krajowego złomu	0	76	196	−88

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Wartości ujemne niepokrytego wsadu oznaczają, że przyrost krajowego złomu przewyższa dodatkowy wsad. W 2024 r. eksport netto cynku w złomie i pozostałościach poza UE wyniósł 63 tys. t, a eksport brutto 174 tys. t.

W S1 bezpośrednia wartość dodana rośnie do 4 600 mln EUR, a w S2 do 4 800 mln EUR; w S3 spada do 4 020 mln EUR. Produkcja cynku rafinowanego zmienia się o +1% w S1, +7% w S2 i −23% w S3. Zatrudnienie z łańcuchem dostaw, skorygowane o wydajność, wynosi ok. 98 000 w S1, 96 000 w S2 i 87 000 w S3 wobec 100 000 w 2024 r. Potencjalnie uniknięte emisje wynoszą 880 tys. t CO_2e w S1, 860 tys. t w S2 i 670 tys. t w S3. W S2 dodatkowy wsad złomowy jest większy od przyrostu krajowego złomu pożytkowego i technologicznego o ok. 196 tys. t cynku. Import netto cynku nieobrobionego (wartości ujemne oznaczają eksport netto) zmienia się z −324 tys. t w 2024 r. do −343 tys. t w S1, −475 tys. t w S2 i 32 tys. t w S3, w którym UE staje się importerem netto cynku nieobrobionego.

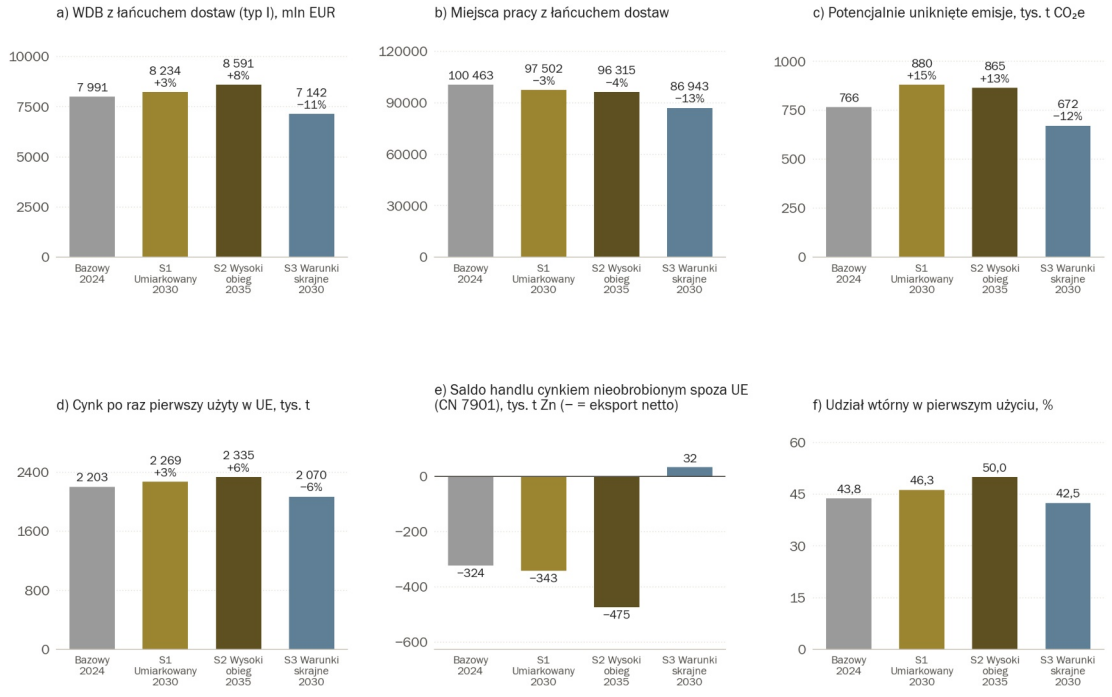
Opublikowane prognozy pozwalają umieścić te założenia w kontekście. Studium dla Eurometaux zakłada europejski popyt na cynk w wysokości 2,8 mln t zarówno w 2020 r., jak i w 2050 r., przy czym transformacja energetyczna dodaje 11%, głównie w pojazdach elektrycznych i fotowoltaice (Gregoir i Van Acker 2022). Według tego samego studium recykling dostarcza już 40–55% aluminium, miedzi i cynku w Europie.

TABELA 42 **Dekompozycja zmiany potencjalnie uniknięty emisji od 2024 r. do scenariusza S2, tys. t CO_2e**

Krok	Wynik	Zmiana
Bazowy 2024	766	
Więcej cynku wtórnego (wolumen)	896	130
Gorszy wsad krańcowy	858	−37
Czystsze drogi wtórne	1 215	357
Czystszy wypierany cynk pierwotny	865	−350

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; dekompozycja sekwencyjna, kolejność jak w tabeli. Czystszy wypierany cynk pierwotny obniża potencjalnie uniknięte emisje; czystsze drogi wtórne je podnoszą, głównie przez drogę przewałową.

RYSUNEK 20 **Wyniki scenariuszy: zmiana względem 2024 r.**



Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; ceny 2024; założenia w tabeli scenariuszy; wydajność pracy +1% rocznie; ślad wszystkich dróg produkcji maleje w czasie. Saldo w e) domyka bilans cynku nieobrobionego w każdym scenariuszu.

Scenariusze nie wiążą cen złomu, opłat przerobowych i cen energii z wykorzystaniem zdolności ani nie wykazują wykonalności ekonomicznej; nie modelują podaży i zawartości cynku w pyle stalowniczym, dostępności taniej energii ani polityki handlowej.

11 Podsumowanie

W 2024 r. UE-27 wydobyła 527 tys. t cynku w koncentracie, wytopiła ok. 1 800 tys. t cynku rafinowanego i wytworzyła ok. 965 tys. t cynku wtórnego, a eksport netto cynku nieobrobionego do państw spoza UE wyniósł 324 tys. t. Rozszerzony łańcuch wartości cynku – od górnictwa przez handel złomem, piece przewałowe i rafinację wtórną, hutnictwo, blachy, pył i stopy cynku po cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe – wytworzył ok. 4,5 mld EUR bezpośredniej wartości dodanej i zatrudniał ok. 57 000 osób; wraz z unijnym łańcuchem dostaw wspierał 8,0 mld EUR wartości dodanej i ok. 100 000 miejsc pracy oraz ok. 2,7 mld EUR podatków i składek bez VAT. Cynkowanie i odlewnictwo ciśnieniowe odpowiadają za 52% bezpośredniej wartości dodanej.

Cynk wtórny – ok. 185 tys. t z tlenku przewałowego, 230 tys. t z rafinerii wtórnych i 550 tys. t przetopionych bezpośrednio – dostarczył 43,8% cynku po raz pierwszy użytego w UE. Wartość dodana hutnictwa cynku według kosztów czynników produkcji wynosi 610 mln EUR (pasmo 90%: 390–820 mln EUR), w tym 230 mln EUR kompensaty kosztów pośrednich emisji; kwoty zarejestrowane dla producentów cynku, ok. 200 mln EUR, stanowią 33% tej wartości. Energia elektryczna droższa o 50 EUR/MWh podniosłaby koszty hut o ok. 370 mln EUR rocznie. Zasób cynku w użytkowaniu porównano z opublikowanymi szacunkami, a nie do nich skalibrowano; odzysk ze stali ocynkowanej jest ograniczony do cynku w pyłach z pieców elektrycznych przerabianych w UE. Zasób cynku w użytkowaniu wynosi ok. 49 mln t (110 kg na osobę); wyroby wycofane z użytkowania uwolniły w 2024 r. ok. 1 780 tys. t cynku, z czego w UE odzyskano ok. 580 tys. t. Eksport netto cynku w złomie i pozostałościach wyniósł ok. 63 tys. t.

Przy substytucji 1:1 cynku pierwotnego o średnim śladzie europejskim cynk wtórny wytworzony w UE w 2024 r. pozwolił potencjalnie uniknąć 1,1 mln t CO_2e dzięki przetopowi i rafinacji wtórnej, a droga przewałowa, której ślad w przyjętych granicach systemu przewyższa ślad europejskiego cynku pierwotnego, dodała 0,34 mln t; wynik netto wynosi 0,77 mln t, a w wariantach odniesienia mieści się w przedziale od −0,2 mln t (wzrost netto) do ok. 2,3 mln t CO_2e. Kopalnie w UE odpowiadają 24%, hutnictwo pierwotne w UE 73%, a cały cynk z hut i rafinerii wtórnych w UE 92% cynku po raz pierwszy użytego w UE; w scenariuszu S2 (2035) cynk wtórny osiąga 1 170 tys. t.

Trzy cechy wyników wynikają z dostępnych danych. Ponad połowa bezpośredniej wartości dodanej (52%) pochodzi z cynkowania i odlewnictwa ciśnieniowego, których udziały cynku wyznaczają klucze podziału. Udział cynku wtórnego (43,8%) opiera się na wolumenach z literatury i nie domyka się z modelem zasobów (reszta 212 tys. t). Znak potencjalnie unikniętych emisji zależy od śladu odniesienia cynku pierwotnego: od −0,14 mln t wobec europejskiego cynku wyłącznie z wsadu pierwotnego do 2,2 mln t wobec średniej światowej.

A Źródła danych

TABELA 43 Główne źródła danych modelu ZN-EU

Obszar	Źródło	Zastosowanie w ZN-EU
Statystyka strukturalna przedsiębiorstw	Eurostat (2026b): sbs_ovw_act, UE-27 i państwa członkowskie, 2021–2024	Produkcja, wartość dodana, zatrudnienie, koszty pracy, obroty (07.29, 24.43, 24.54, 25.61, 46.77, 38.3); brakujące komórki UE uzupełnione sumami państw członkowskich i relacjami z wcześniejszych lat
Produkcja i handel	Eurostat (2026b): PRODCOM (DS-059358), 2019–2024; Comext DS-045409, zgłaszający EU27_2020, 2015–2025	Cynk nieobrobiony i stopy, pył cynkowy, blachy cynkowe, wyroby z ołowiu i cyny z 24.43, odlewy z metali nieżelaznych, usługi cynkowania, tlenek cynku; handel spoza UE w CN 2608, 2620 11, 2620 19, 2817, 7901–7907, 7404 00 91 i 7204, partnerzy, wartości jednostkowe
Przepływy międzygałęziowe i rachunki narodowe	Eurostat (2026a): FIGARO naio_10_fcp_ip4, 2024, zagregowane do bloku UE-27; symetryczna tablica UE-27 Eurostatu (naio_10_cp1700, 2023) jako walidacja; nama_10_a64(_e)	Współczynniki wewnątrzunijne, wartość dodana, popyt gospodarstw domowych; zatrudnienie
Kopalnie i huty	Idoine i in. (2026), World Mineral Production 2020–24; International Lead and Zinc Study Group (2026a, 2026b); U.S. Geological Survey (2026); raporty spółek: Boliden (2025, 2026), Lundin Mining (2024, 2025), Sandfire Resources (2024, 2025), Eldorado Gold (2025), Glencore (2025), Nyrstar (2024a, 2024b, 2026)	Cynk w koncentracie i cynk rafinowany według państw i zakładów; zamknięcia, ponowne uruchomienia i przeglądy hut
Cynk wtórny i pyły stalownicze	Befesa (2024, 2025); EUROFER (2025); Remus i in. (2013); Cusano i in. (2017); Komisja Europejska (2020)	Moce i przerób instalacji przewałowych; stal elektryczna; ilość pyłu i zawartość cynku; pozostałości
Zasoby, przepływy i recykling	Rostek i Loibl (2025); Rostek (2025); Rostek i in. (2022); Meylan i Reck (2017); Graedel i in. (2011); Komisja Europejska (2020, 2023); International Zinc Association (2026); Gregoir i Van Acker (2022); Eurostat demo_gind i proj_23np	Udziały zastosowań, czasy życia, wskaźniki odzysku, wskaźniki recyklingu, perspektywy popytu, zasób do kalibracji; ludność
Polityka, podatki i wsparcie publiczne	EUR-Lex: dyrektywa 2003/87/WE, decyzja delegowana (UE) 2019/708, rozporządzenie delegowane (UE) 2019/331, rozporządzenia wykonawcze (UE) 2021/447 i 2026/1412, rozporządzenia (UE) 2023/956 i 2024/1252; Komisja Europejska (2025b, 2025d, 2026d); kompensaty kosztów pośrednich emisji: DEHSt (2025, 2026), Ministerio de Industria y Turismo (2025), Energiavirasto (2025), Urząd Regulacji Energetyki (2025), Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2026); Komisja Europejska, DG TAXUD (2026)	Ramy prawne; przydział bezpłatnych uprawnień; kompensata kosztów pośrednich emisji; stopa opodatkowania pracy
Ceny i kursy walut	Bank Światowy (2025), Pink Sheet; Europejski Bank Centralny (2026)	Cena cynku LME w 2024 r. w USD; średni roczny kurs EUR/USD

Obszar	Źródło	Zastosowanie w ZN-EU
Energia i emisje	Europejska Agencja Środowiska (2026); zweryfikowane emisje z rejestru Unii (Komisja Europejska 2026c); International Zinc Association (2023; 2022); Nyrstar (2023); Grund i van Genderen (2024); Rinne i in. (2022); Van Genderen i in. (2016); Kantamaneni i in. (2021)	Wskaźnik sieci; ślady cynku pierwotnego, drogi przewałowej i przetopu; energia elektryczna elektrolizy; zweryfikowane emisje instalacji

Dane według stanu na 31 października 2026 r.; raporty spółek i rejestry według stanu na 10 listopada 2026 r.

TABELA 44 Statystyka strukturalna wykorzystanych działalności, UE-27, 2024

NACE Rev. 2	Segment	Produkcja, mln EUR	Wartość dodana, mln EUR	Pracujący, tys.	Koszty osobowe, mln EUR	Obroty, mln EUR
07.29 Górnictwo pozostałych rud metali nieżelaznych	Z0	11 740 (0)	6 586 (0)	43,6 (S)	2 123 (S)	12 686 (0)
46.77 Sprzedaż hurtowa odpadów i złomu	Z1	16 023 (0)	7 688 (0)	120,0 (0)	3 737 (0)	68 196 (0)
38.3 Odzysk surowców	Z1	80 000 (0)	18 000 (0)	273,0 (0)	10 668 (S)	90 000 (0)
24.43 Produkcja ołowiu, cynku i cyny	Z2–Z4	7 858 (0)	1 771 (0)	15,1 (0)	890 (0)	8 836 (0)
24.54 Odlewnictwo pozostałych metali nieżelaznych	Z5	4 151 (0)	1 221 (0)	18,7 (0)	837 (0)	4 287 (0)
25.61 Obróbka metali i nakładanie powłok na metale	Z5	41 000 (0)	16 700 (0)	290,0 (0)	11 700 (0)	43 000 (0)

Źródło: Eurostat sbs_ovw_act (EU27_2020 i państwa członkowskie), stan na 31 października 2026 r. O – opublikowana wartość UE; S – szacunek: brakująca komórka UE uzupełniona sumą państw raportujących skalowaną zatrudnieniem, relacją produkcji do obrotów lub udziałem kosztów osobowych z wcześniejszego roku (górnictwo: pracujący z kosztów osobowych na osobę w sekcji B). Segmenty wykorzystują udziały cynku w tych działalnościach (Aneks B).

TABELA 45 Popyt pierwszej rundy w UE według segmentów i grup produktów, 2024 (mln EUR)

Grupa produktów (CPA)	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Energia elektryczna, gaz, para	40	24	41	506	70	164
Koks i produkty rafinacji	16	10	9	25	15	31
Chemikalia	12	9	10	30	17	65
Wyroby z gumy i tworzyw	3	6	4	12	7	53
Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych	10	4	6	16	9	34
Transport i magazynowanie	51	57	31	90	53	159
Naprawy i instalacja	26	10	13	37	22	68
Wyroby metalowe, maszyny	15	19	30	88	52	606
Usługi profesjonalne i wsparcia	80	134	32	91	54	270
Handel pojazdami i handel detaliczny	18	20	10	30	18	76
Pozostałe produkty	79	148	41	118	70	359
Popyt pierwszej rundy w UE razem	351	440	226	1 043	388	1 885
Zużycie pośrednie spoza łańcucha, wszystkie pochodzenia	391	473	259	1 141	444	2 111
Pierwsza runda w UE w relacji do wiersza powyżej	90%	93%	87%	91%	87%	89%

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0; FIGARO 2024 zagregowane do bloku UE-27 (współczynniki wewnątrzunijne i wszystkich pochodzeń). Dla Z0 i Z1 pierwsza runda to wewnątrzunijne współczynniki nakładów produktów macierzystych (CPA_B, CPA_G46, CPA_E37-39) bez zakupów wewnątrz łańcucha, pomnożone przez produkcję; dla Z2, Z4 i Z5 usunięto zakupy metali, rud, tlenków, pozostałości i złomu (udział cynku w produkcji), a pozostałe zużycie pośrednie rozłożono według struktury wszystkich pochodzeń CPA_C24 (cynkowanie: CPA_C25). Dla Z3 wyłączono koncentraty i tlenek przewałowy, a energia elektryczna wchodzi do pierwszej rundy jako nakład spoza łańcucha.

TABELA 46 Specyfikacja modułu przepływów międzygałęziowych

Element	Specyfikacja
Tablica	Eurostat FIGARO, produkt × produkt, 2024 (naio_10_fcp_ip4, edycja z lipca 2026 r.), pobrana dla każdego z 27 państw członkowskich jako odbiorcy i zagregowana: dostawy z dowolnego państwa członkowskiego traktowane są jako krajowe (pochodzenie UE), dostawy spoza UE jako import; 64 produkty CPA. Walidacja symetryczną tablicą UE-27 Eurostatu (naio_10_cp1700, 2023).
Mnożniki	Typ I: $L = (I - A_UE)^{-1}$; typ II: gospodarstwa domowe endogenizowane – dochód z pracy × (1 − stopa opodatkowania pracy) × skłonność do konsumpcji, wydatkowany według struktury konsumpcji wyrobów wytworzonych w UE
Zatrudnienie	Pracujący 2024 (nama_10_a64_e, EU27_2020) na jednostkę produkcji z tablicy według produktów CPA; tam, gdzie dane za 2024 r. są publikowane tylko dla sekcji NACE, dane szczegółowe z 2023 r. przeskalowano zmianą zatrudnienia sekcji w latach 2023–2024. Zastosowane do produkcji FIGARO współczynniki dają 219 tys. osób wobec 219 tys. w rachunkach narodowych.
Z0 i Z1 – pierwsza runda	Wewnątrzunijne współczynniki nakładów CPA_B (07.29), CPA_G46 (46.77) i CPA_E37-39 (38.3) bez produktów łańcucha, pomnożone przez produkcję części cynkowej; test strukturalny: całe zużycie pośrednie SBS rozłożone według kolumny produktu macierzystego
Z2, Z4, Z5 – pierwsza runda	Nakłady pośrednie niemetalowe = produkcja − WDB − udział cynku × produkcja; rozłożone według struktury wszystkich pochodzeń CPA_C24 (cynkowanie: CPA_C25) bez metali, rud, tlenków, pozostałości i złomu; do modelu Leontiefa wchodzi część wytworzona w UE
Z3 – pierwsza runda	Koncentraty cynku i tlenek przewałowy (nakłady z łańcucha) wyłączone; energia elektryczna wyceniona wprost (MWh na t cynku × cena) i wprowadzona jako CPA_D35 według udziału pochodzenia unijnego w kolumnie CPA_C24; pozostałe nakłady = produkcja − WDB − wsad cynkonośny − energia elektryczna, rozłożone według struktury CPA_C24 bez D35
Wartość dodana	Z0, Z1 i Z5 ze statystyki strukturalnej przedsiębiorstw (wartość dodana według kosztów czynników produkcji) i udziałów cynku; Z2 ze struktury kosztów, przy produkcji wycenionej fizycznie (cynk w tlenku przewałowym według części ceny LME, cynk wtórny według ceny LME, opłaty za przyjęcie pyłu); Z3 z rachunku kosztów hut (opłata przerobowa, metal ponadpłatny, premia i produkty uboczne minus energia elektryczna i pozostałe koszty spoza łańcucha, plus kompensata kosztów pośrednich emisji jako dotacja operacyjna); Z4 jako relacja wartości dodanej do produkcji × produkcja według PRODCOM; pośrednia i indukowana wartość dodana w cenach bazowych (FIGARO); przeliczenie bezpośredniej wartości dodanej na ceny bazowe z pozostałymi podatkami od produkcji netto FIGARO jako test strukturalny
Podatki	Implicytna stopa opodatkowania pracy UE-27 × koszt pracy; podatek dochodowy od osób prawnych (średnia stawka ustawowa UE-27 21,8% × opodatkowana część nadwyżki operacyjnej; szacunek IGMNiR, klasa C); podatki netto od produkcji i od zużytych produktów według współczynników FIGARO, pomniejszone o pozostałe dotacje; bez VAT

Pakiet modelu. Pakiet ZN-EU archiwizowany przez IGMNiR obejmuje moduły modelu M1–M6 i M2b (Python), wszystkie dane wejściowe z datami pobrania i kodami zbiorów, plik parametrów ze źródłami i zakresami (Aneks B), definicje scenariuszy, automatyczne testy spójności oraz dziennik przebiegu. Każdemu przebiegowi towarzyszą pliki czytelne maszynowo: wyniki według segmentów, wektory popytu pierwszej rundy, bilans cynku, rachunek kosztów hut, kompensaty kosztów pośrednich emisji i zweryfikowane emisje, losowania i percentyle Monte Carlo, warianty strukturalne, wyniki scenariuszy i szeregi modelu zasobów. Identyfikator przebiegu (ZNEU-1.0-fc03a4ecad) jest skrótem parametrów, kodu i danych wejściowych; ziarno losowania jest stałe.

TABELA 47 Pliki danych wejściowych pakietu modelu

Plik	Zawartość	Rozmiar, KB	SHA-256 (pierwsze 16 znaków)
comext_eu_extra.csv	Comext, handel spoza UE rudami, pozostałościami, tlenkiem, cynkiem nieobrobionym, złomem i wyrobami z cynku	43	15d39e9127dc9189
comext_eu_extra_aux.csv	Comext, handel spoza UE złomem mosiądzu (CN 7404 00 91) i złomem żelaza i stali (CN 7204)	15	40c8deed03ce91e0
comext_eu_intra.csv	Comext, handel wewnątrzunijny rudami, pozostałościami, cynkiem nieobrobionym i wyrobami z cynku	16	1b7de9929f499c53
comext_eu_partners.csv	Comext, handel według krajów partnerskich	411	b496624a41c34167
figaro_eu_2024.csv	FIGARO 2024 (naio_10_fcp_ip4) zagregowane do bloku UE-27	453	1592e127348e2772

Plik	Zawartość	Rozmiar, KB	SHA-256 (pierwsze 16 znaków)
nama_emp.csv	Zatrudnienie według działów, UE-27 (nama_10_a64_e)	14	9de1201f70535eca
nama_gva.csv	Produkcja i wartość dodana według działów, UE-27 (nama_10_a64)	32	87635fdbae4cec3e
pop_eu.csv	Ludność na 1 stycznia (demo_pjan)	2	b1c030433a387315
pop_eu_gind.csv	Ludność na 1 stycznia, 1960–2026 (demo_gind)	1	d482e1492f5f2cdf
popproj_eu.csv	Projekcje ludności EUROPOP2023 (proj_23np)	0	cae7ca1b1e6f1238
prodcom_eu.csv	PRODCOM, wyroby z cynku, odlewy z metali nieżelaznych, cynkowanie i tlenek cynku, UE-27 (DS-059358)	8	436c9240d8bb0b20
prodcom_eu_2443.csv	PRODCOM, wszystkie wyroby NACE 24.43 (ołów, cynk, cyna) i tlenek cynku, 2022–2024	3	6c9e767e5bd86ca8
sbs_eu.csv	Statystyka strukturalna przedsiębiorstw, UE-27 i państwa członkowskie (sbs_ovw_act)	467	39ecc65a45082fc9
siot_eu.csv	Symetryczna tablica przepływów UE-27, Eurostat (naio_10_cp1700), 2021–2023	2 566	784ea53d739d887b
siot_eu_2023.csv	Ta sama tablica, 2023, w układzie FIGARO (walidacja)	385	adb811bad14e15c6

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0, plik pakietu 09 (pełne skróty kodu, danych i wyników). Dane Eurostatu według stanu na 31 października 2026 r.

Przebieg referencyjny. Wszystkie wyniki raportu odpowiadają przebiegowi ZNEU-1.0-fc03a4ecad. **Replikacja.** Pakiet działa w środowisku Python 3 (numpy, pandas, scipy, matplotlib, pypdf), Node.js z biblioteką docx oraz LibreOffice. Polecenie bash build_all.sh przelicza model, przebiegi Monte Carlo, rysunki oraz raporty EN i PL; bash build_all.sh --no-mc korzysta z zapisanych wyników Monte Carlo. Skrypt eu_download.py pobiera dane Eurostatu (wyciąg FIGARO jest pobierany dla poszczególnych państw i agregowany). Skrypt replikacyjny odtwarza wyniki centralne z plików pakietu i podaje największą różnicę bezwzględną.

B Parametry i zakresy niepewności

Każdy niepewny parametr opisano rozkładem trójkątnym (wartość niska, centralna, wysoka) w obrębie jednej rodziny danych; alternatywne bazy danych, granice systemu, klucze podziału i ślady traktowane są jako warianty strukturalne (rozdziały 5, 7 i 9). Klasy wiarygodności: A – statystyka publiczna, literatura naukowa lub sprawozdania finansowe spółek; B – dane branżowe lub spółek; C – założenie IGMNiR lub wartość wyprowadzona. Ilości podano w tys. t zawartości cynku, o ile nie zaznaczono inaczej.

TABELA 48 Parametry modelu ZN-EU

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Udział cynku w 07.29	0,085	0,060	0,110	A/C	udział cynku w NACE 07.29 (górnictwo pozostałych rud metali nieżelaznych) w UE-27: 527 tys. t Zn w koncentracie w 2024 r. (Idoine i in. 2026, bez Polski) × wartość netto dla kopalni ≈1 900 EUR/t Zn (85% płatnej zawartości według LME minus opłata przerobowa) wobec produkcji 07.29 wynoszącej 11,7 mld EUR; większość kopalń to złoża polimetaliczne
Udział wartościowy cynku, 46.77	0,020	0,012	0,030	C	udział cynku w wartości NACE 46.77 (sprzedaż hurtowa odpadów i złomu) w UE-27: udział metali nieżelaznych ≈0,40 × udział cynku w wartości złomu i pozostałości metali nieżelaznych ≈0,05; cynk w złomie mosiądzu jest przedmiotem obrotu jako złom miedzi
Udział zatrudnienia cynku, 46.77	0,015	0,008	0,025	C	udział cynku w zatrudnieniu NACE 46.77
Udział wartościowy cynku, 38.3	0,012	0,006	0,020	C	udział cynku w wartości NACE 38.3 (odzysk surowców): pozostałości z cynkowania, pyły i szlamy zawierające cynk, frakcje z rozdrabniania
Udział zatrudnienia cynku, 38.3	0,010	0,005	0,016	C	udział cynku w zatrudnieniu 38.3
Udział cynku w wartości dodanej 24.43 (tylko kontrola)	0,620	0,550	0,700	A/C	udział cynku w wartości dodanej NACE 24.43 (produkcja ołowiu, cynku i cyny), wykorzystywany wyłącznie do sprawdzenia pozostałej części przypadającej na ołów i cynę: wyroby z cynku według PRODCOM 2024 – 5 273 mln EUR z 8 975 mln EUR dla wszystkich wyrobów 24.43 (0,59); ≈0,64 przy wycenie cynku nieobrobionego według ceny LME

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Instalacje przewałowe i rafinerie wtórne, udział w zatrudnieniu 24.43	0,120	0,080	0,160	C	instalacje przewałowe (Waelz) i rafinerie wtórne cynku (destylacja, przetop zgarów i popiołów, pył i tlenek cynku z pozostałości), udział w pracujących NACE 24.43 (15 136): ≈1 200–2 400 osób; część zakładów może być zarejestrowana w NACE 38.3 lub 20.12
Huty cynku bez linii ołowiu, udział w zatrudnieniu 24.43	0,330	0,270	0,400	C	huty cynku (zakłady elektrolityczne i piec Imperial Smelting w Miasteczku Śląskim), udział w pracujących NACE 24.43, bez linii ołowiu w zakładach zintegrowanych: dziesięć zakładów, ≈4 000–6 000 osób
Blachy, pył i stopy cynku, udział w zatrudnieniu 24.43	0,200	0,150	0,250	C	producenci blach cynkowych, pyłu cynkowego i stopów cynku poza hutami, udział w pracujących NACE 24.43
Nakłady cynkonośne, udział w produkcji Z2	0,450	0,300	0,600	C	złom, pozostałości i tlenki zawierające cynk jako udział w wartości produkcji instalacji przewałowych i rafinerii wtórnych; pył stalowniczy przyjmowany jest za opłatą
Pozostałe nakłady, udział w produkcji Z2	0,280	0,200	0,360	C	nakłady spoza łańcucha instalacji przewałowych i rafinerii wtórnych (koks, gaz ziemny, energia elektryczna, wapno, usługi) jako udział w wartości produkcji
Wartość cynku w tlenku przewałowym wobec LME	0,650	0,550	0,750	C	wartość cynku w tlenku przewałowym (Waelz) i innych tlenkach wtórnych sprzedawanych hutom w relacji do ceny LME
Opłata za przyjęcie pyłu stalowniczego, EUR/t pyłu	30,0	0,0	60,0	C	opłata za przyjęcie pyłu stalowniczego, EUR na t pyłu (niepublikowana)
Opłata przerobowa, EUR/t cynku	250	180	305	B/C	zrealizowana opłata przerobowa hut w UE w 2024 r., EUR na t cynku: roczny wskaźnik referencyjny 165 USD/t suchego koncentratu (2023: 274; 2025: 80) to ≈305 EUR na t cynku przy 51,7% Zn i uzysku 96,5%; część wsadu kupowana jest na niższych warunkach spot (Fastmarkets 2024; Bloomberg 2025)
Metal ponadpłatny wobec LME	0,120	0,100	0,130	C	metal ponadpłatny: cynk odzyskany ponad płatną część cynku w koncentracie (płatne 85% lub zawartość cynku minus 8 punktów; uzysk ≈96–97%), w relacji do ceny LME

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Premia i wartość stopów wobec LME	0,060	0,030	0,100	C	premia regionalna za cynk SHG i wartość stopów w relacji do wartości LME produkcji hut
Produkty uboczne, EUR/t cynku	110	60	180	C	produkty uboczne na t cynku z koncentratu: kwas siarkowy ≈1,8 t na t cynku, pozostałości srebrowo-ołowiowe, kadm, cementat miedziowy, german i ind, EUR
Energia elektryczna elektrolizy, MWh/t	4,17	3,99	4,39	A	energia elektryczna elektrolitycznego wytwarzania cynku, MWh na t cynku: dziewięć zakładów w UE z prażeniem, ługowaniem i elektrolizą w latach 2017–2019, średnia ważona 4 167 kWh/t, zakres 3 994 –4 393 (Kantamaneni i in. 2021); wskaźnik efektywności zużycia energii elektrycznej 3,994 MWh/t (wytyczne w sprawie pomocy państwa w kontekście systemu handlu uprawnieniami do emisji, załącznik II)
Koszt energii elektrycznej hut, EUR/MWh	70,0	50,0	95,0	C	przeciętny koszt energii elektrycznej hut cynku w UE w 2024 r., EUR/MWh, przed kompensatą kosztów pośrednich emisji
Pozostałe koszty hut spoza łańcucha, EUR/t	350	270	430	C	pozostałe koszty hut spoza łańcucha na t cynku: odczynniki, tlen, utrzymanie ruchu, usługi, transport, ubezpieczenia, EUR; łącznie z energią elektryczną i kosztami osobowymi koszty przerobu wynoszą ≈800 EUR na t cynku
Udział stopów cynku wytwarzanych poza hutami	0,500	0,300	0,700	C	udział wartości stopów cynku według PRODCOM wytwarzanych poza hutami (producenci stopów i przetapiacze)
Udział cynku, blachy, pył i stopy	0,600	0,500	0,700	A/C	udział cynku w wartości produkcji blach cynkowych, pyłu cynkowego i stopów cynku
Wartość dodana / produkcja, blachy, pył i stopy	0,180	0,130	0,250	C	relacja wartości dodanej do produkcji blach cynkowych, pyłu cynkowego i stopów cynku wytwarzanych poza hutami, niższa od średniej 24.43 wynoszącej 0,23

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Kompensata kosztów pośrednich emisji, huty, mln EUR	230	195	280	A/C	kompensata kosztów pośrednich emisji uznana przez huty cynku w UE za 2024 r., mln EUR (dotacja operacyjna, składnik wartości dodanej według kosztów czynników produkcji): odnotowane dla hut 170 mln EUR (Hiszpania, Belgia, Niemcy, Francja, Finlandia) plus NACE 24.43 w Polsce (30 mln EUR, łącznie z ołowiem i cyną) oraz Niderlandy, Włochy i Bułgaria, dla których kwot nie opublikowano
Udział cynkowania w 25.61	0,113	0,095	0,125	A/B	udział cynkowania w NACE 25.61 (obróbka metali i nakładanie powłok na metale): cynkowanie ogniowe według PRODCOM 2024 (łącznie z cynowaniem zanurzeniowym) – 3 138 mln EUR i elektrolityczne nakładanie powłok cynkowych – 1 500 mln EUR wobec produkcji 25.61 wynoszącej 41,0 mld EUR (0,113); European General Galvanizers Association (EGGA): ≈40 000 zatrudnionych w Europie łącznie z Turcją i Wielką Brytanią; bez ciągłego cynkowania taśm w hutach stali (NACE 24.10)
Udział cynku, cynkowanie	0,280	0,220	0,340	A/C	udział cynku w wartości produkcji cynkowania: ≈470 tys. t cynku w cynkowaniu ogniowym jednostkowym (≈6,7 mln t stali przy ≈70 kg Zn na t; Galvanizers Association 2025, Kopf 2025) i ≈30 tys. t w cynkowaniu elektrolitycznym × 2 600 EUR/t wobec 4,6 mld EUR
Udział stopów cynku w 24.54	0,350	0,200	0,500	C	udział stopów cynku w NACE 24.54 – odlewnictwo pozostałych metali nieżelaznych (reszta: głównie stopy miedzi)
Udział cynku, odlewy ciśnieniowe ze stopów cynku	0,250	0,180	0,330	C	udział stopów cynku w wartości produkcji odlewów ciśnieniowych ze stopów cynku

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Cynk rafinowany z hut w UE, tys. t	1 800	1 720	1 860	A/C	cynk rafinowany wytworzony przez huty w UE w 2024 r., łącznie z cynkiem z tlenku przewałowego: suma państw członkowskich według Idoine i in. (2026) 1 989 tys. t, w tym Belgia 480 tys. t (2023: 250 tys. t; przy 250 tys. t suma wynosi 1 759 tys. t); produkcja europejska według International Lead and Zinc Study Group (2026a) bez Norwegii i Rosji ≈1 800 tys. t; PRODCOM: cynk nieobrobiony niestopowy 1 466 tys. t i stopy 741 tys. t (masa brutto)
Cynk z tlenku przewałowego odzyskany w hutach, tys. t	185	140	240	A/C	cynk z tlenku przewałowego i innych tlenków wtórnych odzyskany w hutach w UE, tys. t, łącznie z piecami przewałowymi działającymi w hutach: stal elektryczna w UE 57,8 mln t (EUROFER 2025) × 10–30 kg pyłu na t ciekłej stali × 21–43% Zn w pyle ze stali węglowych, 18–35% w pyle przerabianym (Remus i in. 2013); cały pył stalowniczy wytwarzany w Europie jest poddawany recyklingowi (Komisja Europejska 2020); grupa Befesa przerobiła w 2024 r. 1 211 tys. t pyłu, łącznie z zakładami spoza UE (Befesa 2025)
Cynk wtórny z rafinerii poza hutami, tys. t	230	150	320	A/C	cynk wtórny z rafinerii poza hutami (cynk i stopy rafinowane i przetopione ze zgarów, popiołów i złomu, pył i tlenek cynku z pozostałości), tys. t; rafinacja wtórna w Europie łącznie z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią ≈430 tys. t z tlenkiem przewałowym (Rostek i Loibl 2025)

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Cynk w złomie przetapianym bezpośrednio, tys. t	550	450	750	A/C	cynk w złomie przetapianym bezpośrednio bez rafinacji (walcownie mosiądzu, blachy cynkowe, stopy odlewnicze, pozostałości z cynkowania wykorzystywane w stopach), tys. t: ≈700 tys. t rocznie poddawane recyklingowi w UE z pominięciem hut, łącznie z rafineriami wtórnymi (Komisja Europejska 2020), czyli ≈470 tys. t bez rafinerii wtórnych; bezpośrednie ponowne wykorzystanie w Europie łącznie z Wielką Brytanią, Norwegią i Szwajcarią 1,0 mln t, ≈0,88 mln t po przeliczeniu na UE-27 (Rostek i Loibl 2025)
Uzysk cynku, od pyłu stalowniczego do cynku rafinowanego	0,920	0,880	0,950	A/C	cynk odzyskany na t cynku w pyle stalowniczym: piec przewałowy 0,93–0,95 (Rostek 2025, tabela 8) × uzysk huty ≈0,97
Uzysk cynku, rafinacja wtórna	0,900	0,850	0,950	C	cynk odzyskany na t cynku w zgarach, popiołach i złomie przerabianych przez rafinerie wtórne
Uzysk cynku, przetop bezpośredni	0,950	0,920	0,980	C	cynk odzyskany na t cynku w złomie przetapianym bezpośrednio
Zawartość cynku w CN 2620 19	0,250	0,170	0,400	C	zawartość cynku w handlu spoza UE pozycją CN 2620 19 (żużel, popiół i pozostałości zawierające głównie cynk): 0,17 (Rostek 2025, tabela 15); wartość jednostkowa w 2024 r. 482 EUR/t
Zawartość cynku w złomie mosiądzu (CN 7404 00 91)	0,330	0,280	0,380	C	zawartość cynku w złomie mosiądzu CN 7404 00 91
Złom technologiczny i pozostałości na t cynku po raz pierwszy użytego	0,140	0,100	0,180	C	złom technologiczny i pozostałości na t cynku w pierwszym użyciu: wióry i złom z walcowni mosiądzu, zgary i popioły z cynkowania (20–30% cynku zużywanego w cynkowaniu ogniowym jednostkowym), zgary z linii ciągłych, złom z walcowania i odlewania przekazywany poza zakład
Napływ na mieszkańca w 2013 r. wobec 2024 r.	1,10	1,00	1,20	C	napływ na mieszkańca w 2013 r. względem 2024 r. (ścieżka odcinkowo liniowa przez lata 1960, 2013 i 2024)
Import netto cynku w wyrobach gotowych, tys. t	0,000	−150,000	150,000	C	import netto cynku zawartego w wyrobach gotowych i stali powlekanej do UE-27, tys. t

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Napływ na mieszkańca w 1960 r. wobec 2024 r.	0,850	0,700	1,000	C	napływ na mieszkańca w 1960 r. względem 2024 r.; zasób w użytkowaniu w UE-27, Wielkiej Brytanii, Norwegii i Szwajcarii 69,9 mln t w 2020 r., ≈130 kg na osobę (Rostek i Loibl 2025)
Wzrost napływu 2025–2035, rocznie	0,005	0,000	0,015	A/C	roczny wzrost napływu na mieszkańca w latach 2025 –2035; zapotrzebowanie w Europie 2,8 mln t w 2020 i 2050 r. (Gregoir i Van Acker 2022)
Cynk odzyskany w UE na t w wycofanej stali ocynkowanej	0,160	0,120	0,220	C	cynk odzyskany w UE na t cynku w stali ocynkowanej wycofanej z użytkowania: cynk w przerabianym pyle stalowniczym (≈200 tys. t) minus cynk ze złomu technologicznego stali ocynkowanej (≈35 tys. t) wobec ≈1 000 tys. t cynku w stali ocynkowanej wycofanej z użytkowania; nie odzyskuje się cynku w złomie stalowym przetapianym w konwertorach tlenowych, w eksportowanym złomie stalowym (eksport netto 10,9 mln t w 2024 r.) ani cynku utraconego wskutek korozji w okresie użytkowania
Skalowanie czasu życia wyrobów	1,00	0,80	1,20	A/C	skalowanie średnich czasów życia wyrobów (Rostek 2025, tabele 9 i 14)
Skalowanie wskaźników odzysku z wyrobów wycofanych	1,00	0,85	1,15	C	skalowanie wskaźników odzysku z wyrobów wycofanych według grup wyrobów
Skłonność do konsumpcji	0,860	0,820	0,900	A/C	przeciętna skłonność do konsumpcji z dochodu netto z pracy; stopa oszczędności brutto gospodarstw domowych UE-27 w 2024 r. 14,67% (Eurostat tec00131)
Stopa opodatkowania pracy	0,371	0,355	0,385	A	implicytna stopa opodatkowania pracy, UE-27 2024 (Komisja Europejska, DG TAXUD 2026)
Skalowanie współczynników zatrudnienia	1,00	0,90	1,10	C	niepewność współczynników zatrudnienia FIGARO
Opodatkowana część nadwyżki operacyjnej	0,400	0,250	0,550	C	nadwyżka operacyjna po podatkach od produkcji, amortyzacji, odsetkach i stratach

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Ślad wypieranego cynku pierwotnego, t CO_2e/t	2,00	1,86	2,55	B	wypierany cynk pierwotny SHG, od kołyski do bramy: średnia europejska z Norwegią, tylko produkcja pierwotna, 2,0 t CO_2e/t (International Zinc Association 2023, dane za 2021 r., 94% produkcji europejskiej); wartość niska – średnia europejska Nyrstar 1,86 (Nyrstar 2023); wartość wysoka – średnia europejska dla danych z 2018 r. 2,55 (International Zinc Association 2022); UE-27 jest eksporterem netto cynku nieobrobionego, więc średnia europejska jest bliska strukturze zużycia; średnia światowa 3,5 jako wariant strukturalny
Droga przewałowa, t CO_2e/t cynku	3,86	3,40	4,71	A/B/C	droga przewałowa (tlenek przewałowy, ługowanie, elektroliza), t CO_2e na t cynku: cynk europejski Nyrstar wyłącznie z tlenku przewałowego 3,86 (Nyrstar 2023); wartość niska ≈3,4 – ze zweryfikowanych emisji instalacji przewałowych w UE (≈2,4 t na t cynku w tlenku przewałowym) plus hutnictwo i paliwa w łańcuchu dostaw; wartość wysoka – Rinne i in. (2022) 4,71
Rafinacja wtórna, t CO_2e/t cynku	1,00	0,60	1,60	C	rafinacja wtórna zgarów, popiołów i złomu (destylacja, przetop, produkcja tlenku i pyłu)
Przetop bezpośredni z przygotowaniem złomu, t CO_2e/t	0,400	0,100	0,600	A/B/C	bezpośredni przetop złomu cynku i mosiądzu z przygotowaniem złomu: przetop 0,08 t CO_2e na t cynku (Grund i van Genderen 2024); cynk przetopiony ≈0,6 t CO_2e/t (Grund 2026)
Wskaźnik sieci UE, t CO_2e/MWh	0,183	0,165	0,206	A	energia elektryczna UE-27, t CO_2e na MWh: wstępny szacunek Europejskiej Agencji Środowiska za 2024 r. 183,4 g/kWh (2023: 205,7) (Europejska Agencja Środowiska 2026)
Odpady poflotacyjne na t cynku pierwotnego, t	8,00	5,00	12,00	A/C	t odpadów poflotacyjnych na t cynku pierwotnego z alokacją na ołów, srebro i miedź w rudach polimetalicznych; ≈12 t bez alokacji (Van Genderen i in. 2016)
Zakwaszenie, cynk pierwotny, kg SO_2-eq/t	17,5	10,0	30,0	A	zakwaszenie cynku pierwotnego, kg SO_2-eq na t (Van Genderen i in. 2016)

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Cena EU ETS, EUR/t	64,7	60,0	74,0	A	średnia cena aukcyjna EU ETS w 2024 r., 64,74 EUR/t (Komisja Europejska 2025d)

Grupy skorelowane (parametr kopuły Gaussa): udziały cynku w handlu złomem i odzysku (ρ = 0,8); cynk z tlenku przewałowego i cynk odzyskany z wycofanej stali ocynkowanej (0,7); ślady rafinacji wtórnej i przetopu (0,6); udziały cynku w produkcji rafinacji wtórnej, blach i stopów, cynkowania i odlewnictwa ciśnieniowego (0,5); czasy życia i napływ na mieszkańca (−0,3); rafinacja wtórna i przetop bezpośredni (−0,4); udział cynku w produkcji cynkowania i udział cynkowania w 25.61 (−0,5). Cynk po raz pierwszy użyty i napływ do użytkowania w 2024 r. przelicza się w każdym losowaniu z bilansu.

TABELA 49 Grupy wyrobów w dynamicznym modelu cynku w użytkowaniu

Grupa wyrobów	Udział w napływie	Średni czas życia, lata	Odchylenie standardowe, lata	Zebrane po wycofaniu	Odzyskane w UE
Stal ocynkowana	52%	35	16	75%	16%
Mosiądz i brąz	13%	25	10	85%	80%
Odlewy ciśnieniowe ze stopów cynku	15%	12	5	60%	55%
Blachy cynkowe	6%	50	23	95%	90%
Zastosowania rozpraszające (chemikalia, farby, opony, nawozy, pasze)	14%	1	0	0%	0%

Źródło: IGMNiR ZN-EU v1.0. Czasy życia mają rozkład normalny (Rostek 2025, tabele 9 i 14); skuteczność wydzielania według strumieni odpadów – Rostek (2025, tabela 7), uzysk w procesie przewałowym – Rostek (2025, tabela 8). Odzysk ze stali ocynkowanej to parametr z aneksu B; wskaźniki odzysku wszystkich grup skalowane są łącznie w analizie niepewności. Cynk w zastosowaniach rozpraszających nie jest odzyskiwany.

C Instalacje przemysłu cynku w systemie handlu uprawnieniami do emisji

Produkcję cynku rafinowanego według hut w 2024 r. podano w tabeli hut w rozdziale 3; tabela poniżej wymienia huty cynku i samodzielne instalacje przewałowe wraz ze zweryfikowanymi emisjami i bezpłatnym przydziałem uprawnień w 2024 r. Niektóre huty eksploatują piece przewałowe w ramach instalacji huty (ZGH Bolesław); ich emisje ujęto w danych huty.

TABELA 50 **Zweryfikowane emisje i bezpłatny przydział uprawnień instalacji przemysłu cynku, 2024 (tys. t CO_2e)**

Instalacja	Państwo	Działalność	Emisje zweryfikowane	Przydział bezpłatny	Segment
Nyrstar Balen	BE	28	21,1	58,3	Z3
Nyrstar Budel	NL	28	18,5	75,0	Z3
Nyrstar France, Auby	FR	20	23,2	37,2	Z3
Boliden Kokkola, zakład cynkowy	FI	23	5,6	48,5	Z3
Asturiana de Zinc, San Juan de Nieva	ES	28	15,0	70,1	Z3
Nordenhamer Zinkhütte	DE	28	6,5	10,1	Z3
Portovesme (cynk i ołów)	IT	28	169,1	264,2	Z3
KCM Płowdiw (cynk i ołów)	BG	28	203,3	173,1	Z3
ZGH Bolesław	PL	28	196,3	170,3	Z3
Huta Cynku Miasteczko Śląskie (Imperial Smelting, cynk i ołów)	PL	28	378,1	316,4	Z3
Befesa Zinc Duisburg	DE	28	39,3	39,6	Z2
Befesa Zinc Freiberg	DE	28	94,3	96,8	Z2
Befesa Zinc Aser, Asúa-Erandio	ES	28	70,9	72,6	Z2
Befesa Zinc Recytech, Fouquières-lès-Lens	FR	28	74,6	61,9	Z2
Befesa Circular Alloys France, Gravelines (pył ze stali nierdzewnej)	FR	28	31,8	33,7	Z2
ScanDust, Landskrona (pył ze stali nierdzewnej)	SE	24	26,2	34,1	Z2
Pontenossa (instalacja przewałowa)	IT	28	72,1	73,1	Z2
Huty cynku (10 instalacji)			1 036,8	1 223,2	Z3
w tym huty elektrolityczne bez linii ołowiu (6 instalacji)			90,0	299,2	Z3
Samodzielne instalacje przewałowe (7 instalacji)			409,3	411,7	Z2

Źródło: Komisja Europejska (2026c), rejestr Unii, plik verified_emissions_2025_en.xlsx (stan na 1 kwietnia 2026 r.). Kody działalności według rejestru: 20 spalanie paliw; 23 prażenie lub spiekanie rud metali; 24 produkcja surówki lub stali; 28 produkcja lub przetwarzanie metali nieżelaznych. Produkcja ołowiu w Portovesme i w Płowdiwie; piec Imperial Smelting w Miasteczku Śląskim (jedyny w UE) wytwarza cynk i ołów. Wyłącznie emisje zakresu 1, bez energii elektrycznej. Nie wymieniono hut ołowiu, zakładów recyklingu innych metali ani linii cynkowania.

D Słownik

- **CBAM** – mechanizm dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2, rozporządzenie (UE) 2023/956; cynku (dział 79 CN) nie ma wśród towarów wymienionych w załączniku I.
- **CRMA** – akt w sprawie surowców krytycznych (Critical Raw Materials Act), rozporządzenie (UE) 2024/1252; cynk nie jest wymieniony ani jako surowiec strategiczny, ani jako krytyczny; wymieniono german i gal, odzyskiwane częściowo z obiegów cynkowych.
- **Cynk pierwotny / wtórny** – cynk wytwarzany z rud i koncentratów / cynk wytwarzany ze złomu, pozostałości i pyłów. Cynk wtórny w ZN-EU powstaje trzema drogami: tlenek przewałowy przerabiany w hutach, rafinacja wtórna poza hutami i przetop bezpośredni.
- **Cynk po raz pierwszy użyty** – cynk nieobrobiony zużyty w UE (produkcja hut plus import netto), cynk wtórny z rafinerii i cynk przetopiony bezpośrednio, pomniejszony o eksport netto pyłu cynkowego (2 203 tys. t w 2024 r.); mianownik udziału cynku wtórnego.
- **Cynk SHG (special high grade)** – cynk o czystości co najmniej 99,995%, gatunek dostarczany w ramach kontraktu LME.
- **Cynkowanie ogniowe (jednostkowe) i ciągłe** – zanurzeniowe nakładanie powłok na gotowe wyroby stalowe w cynkowniach / powlekanie taśmy stalowej na liniach ciągłych, głównie w hutach stali (NACE 24.10, poza Z5).
- **Efekty typu I / typu II** – bezpośrednie i w łańcuchu dostaw / dodatkowo indukowane wydatkami gospodarstw domowych.
- **EoL-RR / EoL-RIR** – odzyskana część cynku w wyrobach wycofanych / udział złomu poużytkowego we wsadzie metalu.
- **FIGARO / SIOT** – międzykrajowe tablice przepływów międzygałęziowych Eurostatu, w ZN-EU zagregowane do jednego bloku UE-27 / symetryczna tablica przepływów UE-27 (naio_10_cp1700), służąca do walidacji.
- **Handel spoza UE / wewnątrzunijny** – wymiana państw członkowskich z krajami spoza UE / z innymi państwami członkowskimi; ZN-EU traktuje dostawy wewnątrzunijne jako krajowe.
- **HHI** – wskaźnik koncentracji Herfindahla–Hirschmana (0–10 000).
- **Jarozyt, getyt, hematyt** – żelazonośne pozostałości z etapu ługowania w elektrolitycznym wytwarzaniu cynku.
- **Kompensata kosztów pośrednich emisji** – pomoc publiczna z tytułu kosztów emisji w cenach energii elektrycznej (dyrektywa 2003/87/WE, art. 10a ust. 6); NACE 24.43 jest uprawniona, przy wskaźniku efektywności zużycia energii elektrycznej 3,994 MWh na t cynku dla elektrolizy. W statystyce strukturalnej przedsiębiorstw jest dotacją operacyjną i składnikiem wartości dodanej według kosztów czynników produkcji.
- **Metal ponadpłatny** – cynk odzyskany przez hutę ponad płatną część cynku w koncentracie.
- **Obserwacja / szacunek / wynik modelowy (O/S/M)** – status wielkości: dane opublikowane / dane połączone z alokacjami lub skalibrowanymi parametrami / wynik zależny od założeń kontrfaktycznych lub dynamicznych.
- **Opłata przerobowa (TC)** – opłata potrącana przez hutę z wartości płatnego cynku w koncentracie; roczny wskaźnik referencyjny ustalają duży producent koncentratu i duża huta.
- **Potencjalnie uniknięte obciążenie** – korzyść środowiskowa z zastąpienia produkcji pierwotnej materiałem wtórnym, zależna od przyjętej substytucji.

- **Prażenie–ługowanie–elektroliza / Imperial Smelting** – elektrolityczna droga wytwarzania cynku (prażenie, ługowanie, oczyszczanie, elektroliza) / droga pirometalurgiczna, w której cynk i ołów wytwarza się w piecu szybowym; w UE wyłącznie w Miasteczku Śląskim.
- **Proces przewałowy (Waelz) / tlenek przewałowy** – przerób pyłu stalowniczego w piecu obrotowym z koksem, w wyniku którego powstaje surowy tlenek cynku kierowany do hut cynku.
- **Pył stalowniczy (pył z pieców łukowych)** – pył z elektrycznej drogi wytwarzania stali; zawiera cynk ze złomu stali ocynkowanej i jest odpadem niebezpiecznym.
- **Wartość dodana według kosztów czynników produkcji** – wartość dodana w statystyce strukturalnej przedsiębiorstw: produkcja minus zużycie pośrednie, minus pozostałe podatki od produkcji, plus pozostałe dotacje do produkcji (dotacje operacyjne, np. kompensata kosztów pośrednich emisji).
- **WDB** – wartość dodana brutto: produkcja minus zużycie pośrednie; ze statystyki strukturalnej według kosztów czynników produkcji.
- **Wkład brutto / efekt netto** – działalność związana z łańcuchem przy stałych współczynnikach / zmiana po polityce lub szoku i realokacji zasobów; raport pokazuje tylko wkład brutto.
- **Wskaźnik pokrycia** – relacja podaży lub produkcji w UE do zużycia w UE; nie jest miarą samowystarczalności.
- **Zgary i popioły** – stop cynku i żelaza osiadający w wannach cynkowniczych (zgary dolne, cynk twardy (hartcynk)) i utleniony cynk zbierany z powierzchni kąpieli (popiół); oba są poddawane recyklingowi.
- **Złom technologiczny i pożytkowy** – złom i pozostałości z przetwórstwa i cynkowania / złom z wyrobów wycofanych z użytkowania. Wskaźnik złomu technologicznego to złom technologiczny i pozostałości na tonę cynku po raz pierwszy użytego.

Bibliografia

Bank Światowy (2025), Commodity Markets – Pink Sheet, luty 2025 (średnie roczne ceny 2024). Waszyngton.

Befesa (2024), ESG Report 2023. Luksemburg: Befesa S.A.

Befesa (2025), Annual Report 2024 (z oświadczeniem w sprawie zrównoważonego rozwoju według ESRS). Luksemburg: Befesa S.A.

Bloomberg (2025), informacja o rocznym wskaźniku opłat przerobowych za koncentraty cynku na 2025 r., 2 kwietnia 2025 r. Nowy Jork.

Boliden (2025), Annual and Sustainability Report 2024. Sztokholm: Boliden AB.

Boliden (2026), Annual and Sustainability Report 2025. Sztokholm: Boliden AB.

Boulamanti A., Moya J.A. (2016), Production costs of the non-ferrous metals in the EU and other countries: copper and zinc. Resources Policy 49: 112–118 (doi:10.1016/j.resourpol.2016.04.011).

Cusano G., Rodrigo Gonzalo M., Farrell F., Remus R., Roudier S., Delgado Sancho L. (2017), Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries. JRC Science for Policy Report EUR 28648 EN. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej.

Decyzja delegowana Komisji (UE) 2019/708 z dnia 15 lutego 2019 r. uzupełniająca dyrektywę 2003/87/WE w odniesieniu do określenia sektorów i podsektorów uznanych za narażone na ryzyko ucieczki emisji na lata 2021–2030. Dz.U. L 120 z 8.5.2019.

Decyzja Komisji 2000/532/WE z dnia 3 maja 2000 r. zastępująca decyzję 94/3/WE ustanawiającą wykaz odpadów (wykaz odpadów), zmieniona decyzją Komisji 2014/955/UE. Dz.U. L 226 z 6.9.2000.

DEHSt – Deutsche Emissionshandelsstelle (2025), Auswertungsbericht Strompreiskompensation 2024 (SPK-Bericht 2024), grudzień 2025. Berlin: Umweltbundesamt.

DEHSt – Deutsche Emissionshandelsstelle (2026), Strompreiskompensation: wykaz beneficjentów za 2024 r., maj 2026. Berlin: Umweltbundesamt.

Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych w Unii (tekst skonsolidowany). Dz.U. L 275 z 25.10.2003.

EGGA – European General Galvanizers Association (2024), stanowisko w systemie informacji o przepisach technicznych, notyfikacja 2024/0468/DE, 24 października 2024 r. Bruksela: Komisja Europejska (TRIS).

Eldorado Gold (2025), Management's Discussion and Analysis za rok zakończony 31 grudnia 2024 r. Vancouver: Eldorado Gold Corporation.

Energiavirasto (2025), kompensata kosztów pośrednich emisji: pomoc wypłacona w 2025 r. za koszty 2024 r. (plik 2025 maksetut tuet.xlsx). Helsinki: fiński urząd ds. energii.

EUROFER (2025), European Steel in Figures 2025. Bruksela: European Steel Association.

Europejska Agencja Środowiska (2026), Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe (wskaźnik; wstępny szacunek za 2024 r.). Kopenhaga.

Europejski Bank Centralny (2026), referencyjne kursy walut euro, średnia roczna kursu dolara USA (EXR.A.USD.EUR.SP00.A). Frankfurt nad Menem.

Eurostat (2026a), FIGARO – międzynarodowe tablice podaży i wykorzystania oraz przepływów międzygałęziowych UE, 2024 (naio_10_fcp_ip4), edycja z lipca 2026 r.; symetryczna tablica przepływów międzygałęziowych UE-27 (naio_10_cp1700), 2021–2023. Luksemburg.

Eurostat (2026b), Statystyka strukturalna przedsiębiorstw (sbs_ovw_act), rachunki narodowe (nama_10_a64, nama_10_a64_e), PRODCOM (DS-059358), Comext (DS-045409), ludność (demo_gind, demo_pjan), projekcje ludności EUROPOP2023 (proj_23np), ceny energii elektrycznej dla odbiorców innych niż gospodarstwa domowe (nrg_pc_205) i stopa oszczędności gospodarstw domowych (tec00131), według stanu na 31 października 2026 r. Luksemburg.

Fastmarkets (2024), informacja o rocznym wskaźniku opłat przerobowych za koncentraty cynku na 2024 r., kwiecień 2024. Londyn.

Galvanizers Association (2025), deklaracja środowiskowa wyrobu dla stali cynkowanej ogniowo (galvanizing.org.uk; dostęp 10 listopada 2026 r.). Sutton Coldfield.

Glencore (2025), Full Year 2024 Production Report, styczeń 2025. Baar: Glencore plc.

Gordon R.B., Lifset R.J., Bertram M., Reck B., Graedel T.E., Spatari S. (2004), Where is all the zinc going: The Stocks and Flows Project, Part 2. JOM 56(1): 24–29 (doi:10.1007/s11837-004-0266-4).

Graedel T.E. i in. (2011), Recycling Rates of Metals – A Status Report. A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. Nairobi: Program Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska.

Graedel T.E., van Beers D., Bertram M., Fuse K., Gordon R.B., Gritsinin A., Harper E.M., Kapur A., Klee R.J., Lifset R., Memon L., Spatari S. (2005), The multilevel cycle of anthropogenic zinc. Journal of Industrial Ecology 9(3): 67–90 (doi:10.1162/1088198054821573).

Gregoir L., Van Acker K. (2022), Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge. Podsumowanie dla decydentów, KU Leuven dla Eurometaux, kwiecień 2022. Leuven.

Grund S. (2026), prezentacja International Zinc Association na posiedzeniu ILZSG, 22 kwietnia 2026 r. Lizbona: International Lead and Zinc Study Group.

Grund S., van Genderen E. (2024), Journal of Physics: Conference Series 2738: 012038 (doi:10.1088/1742-6596/2738/1/012038).

Idoine N.E. i in. (2026), World Mineral Production 2020–24. Keyworth, Nottingham: British Geological Survey.

IGMNiR (2026a), Cynk w gospodarce Polski: wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw (model ZN-PL). Warszawa: Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu.

Il Sole 24 Ore (2026), Madeddu D., Glencore Portovesme, reduced speed plans on bismuth and lithium lines, 2 stycznia 2026 r. Mediolan.

International Lead and Zinc Study Group (2026a), statystyka rynku ołowiu i cynku, komunikat prasowy z 24 lutego 2026 r. Lizbona.

International Lead and Zinc Study Group (2026b), statystyka rynku ołowiu i cynku, komunikat prasowy z 26 sierpnia 2026 r. Lizbona.

International Zinc Association (2022), Zinc Environmental Profile – Life Cycle Assessment, aktualizacja 2022 na podstawie danych przemysłowych za 2018 r. Durham, NC.

International Zinc Association (2023), Zinc Environmental Profile – Life Cycle Assessment, aktualizacja 2023 na podstawie danych przemysłowych za 2021 r. Durham, NC.

International Zinc Association (2026), Resources: recykling cynku (zinc.org; dostęp 10 listopada 2026 r.). Durham, NC.

Kantamaneni R. i in. (2021), badanie wspierające przegląd wskaźników efektywności zużycia energii elektrycznej w wytycznych w sprawie pomocy państwa w kontekście systemu EU ETS, dla DG ds. Konkurencji. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej (doi:10.2763/284129).

Komisja Europejska (2020), Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020) – Non-critical raw materials factsheets. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej (doi:10.2873/587825).

Komisja Europejska (2023), Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej (doi:10.2873/725585).

Komisja Europejska (2025b), Europejski plan działania na rzecz stali i metali, COM(2025) 125 z 19 marca 2025 r. Bruksela.

Komisja Europejska (2025d), sprawozdanie z funkcjonowania europejskiego rynku uprawnień do emisji w 2024 r. (Carbon Market Report), COM(2025) 735 z 3 grudnia 2025 r. Bruksela.

Komisja Europejska (2025f), Komisja wprowadza nadzór nad przywozem i wywozem złomu metali, informacja z 23 lipca 2025 r. Bruksela.

Komisja Europejska (2026c), Rejestr Unii: zweryfikowane emisje instalacji stacjonarnych, plik verified_emissions_2025_en.xlsx (stan na 1 kwietnia 2026 r.). Bruksela: DG CLIMA.

Komisja Europejska (2026d), State Aid Transparency Public Search: pomoc przyznana producentom cynku w ramach programów SA.103704 i SA.63404 (dostęp 10 listopada 2026 r.). Bruksela: DG COMP.

Komisja Europejska, DG TAXUD (2026), Data on Taxation Trends, wydanie z 2026 r. (implicytna stopa opodatkowania pracy, UE-27). Luksemburg.

Komunikat Komisji – Wytyczne w sprawie niektórych środków pomocy państwa w kontekście systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych po 2021 r. (2020/C 317/04). Dz.U. C 317 z 25.9.2020.

Komunikat Komisji – Zasady ramowe dotyczące środków pomocy państwa wspierających Ład przemysłowy na rzecz czystej gospodarki (CISAF), C/2025/3602. Dz.U. C z 4.7.2025.

Komunikat Komisji – Zmiana wytycznych w sprawie niektórych środków pomocy państwa w kontekście systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych po 2021 r. (2021/C 528/01). Dz.U. C 528 z 30.12.2021.

Kopf M. (2025), Latest developments in the European general galvanizing sector, prezentacja na posiedzeniu ILZSG, 24 października 2025 r. European General Galvanizers Association.

Lundin Mining (2024), komunikat ze stycznia 2024 r. o wynikach produkcyjnych 2023 r. i prognozie na 2024 r. Vancouver: Lundin Mining Corporation.

Lundin Mining (2025), komunikat z 16 stycznia 2025 r. o wynikach produkcyjnych 2024 r. Vancouver: Lundin Mining Corporation.

L'Unione Sarda (2024), Glencore-Government, it's war..., 25 grudnia 2024 r. Cagliari.

Meylan G., Reck B.K. (2017), The anthropogenic cycle of zinc: status quo and perspectives. Resources, Conservation and Recycling 123: 1–10 (doi:10.1016/j.resconrec.2016.01.006).

Ministerio de Industria y Turismo (2025), Resolución z 25 listopada 2025 r. w sprawie pomocy z tytułu kosztów pośrednich emisji, nabór 2025 (koszty 2024 r.). Madryt.

Moya J.A., Boulamanti A. (2016), Production costs from energy intensive industries in the EU and third countries. JRC Science for Policy Report, EUR 27729 EN. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej (doi:10.2790/056120).

Natural Resources Canada (2026), Zinc facts, aktualizacja z 27 lutego 2026 r. Ottawa.

Nyrstar (2020), 2020 Fact Sheet – Balen. Balen: Nyrstar.

Nyrstar (2023), Life Cycle Assessment of Nyrstar European special high grade zinc – Methodology, listopad 2023 (dane za 2021 r.). Balen: Nyrstar, Trafigura.

Nyrstar (2024a), komunikat prasowy z 15 stycznia 2024 r. o wstrzymaniu pracy huty w Budel. Balen.

Nyrstar (2024b), komunikat prasowy z 30 kwietnia 2024 r. o ponownym uruchomieniu huty w Budel. Balen.

Nyrstar (2024c), Nyrstar adds nearly half a billion euros to the Belgian economy every year, informacja z 25 października 2024 r. (badanie Ecorys). Balen.

Nyrstar (2026), komunikat prasowy z 24 września 2026 r. o przeglądzie strategicznym huty w Budel. Balen.

Remus R., Aguado-Monsonet M.A., Roudier S., Delgado Sancho L. (2013), Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. JRC Reference Report EUR 25521 EN. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej.

Reuters (2024), Desai P., Glencore's Nordenham zinc smelter starts ramping up output, 15 marca 2024 r. Londyn.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2026), Rapportage uitgaven subsidieregeling IKC-ETS 2025, kwiecień 2026. Haga.

Rinne M. i in. (2022), Journal of Sustainable Metallurgy 8: 913–926 (doi:10.1007/s40831-022-00531-x).

Rostek L. (2025), Modelling the global zinc cycle with dynamic material flow analysis. Rozprawa doktorska, Politechnika w Clausthal. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Rostek L., Loibl A. (2025), Linking regional MFA models: understanding disparities within the global zinc cycle. Journal of Industrial Ecology 29(1): 173–184 (doi:10.1111/jiec.13588).

Rostek L., Tercero Espinoza L., Goldmann D., Loibl A. (2022), A dynamic material flow analysis of the global anthropogenic zinc cycle: providing a quantitative basis for circularity discussions. Resources, Conservation and Recycling 180: 106154 (doi:10.1016/j.resconrec.2022.106154).

Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/331 z dnia 19 grudnia 2018 r. ustanawiające przejściowe zasady dotyczące zharmonizowanego przydziału bezpłatnych uprawnień do emisji obowiązujące w całej Unii na mocy art. 10a dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady. Dz.U. L 59 z 27.2.2019.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/956 z dnia 10 maja 2023 r. w sprawie ustanowienia mechanizmu dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji C02. Dz.U. L 130 z 16.5.2023.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1157 z dnia 11 kwietnia 2024 r. w sprawie przemieszczania odpadów. Dz.U. L z 30.4.2024.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1252 z dnia 11 kwietnia 2024 r. w sprawie ustanowienia ram na potrzeby zapewnienia bezpiecznych i zrównoważonych dostaw surowców krytycznych. Dz.U. L z 3.5.2024.

Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2021/447 z dnia 12 marca 2021 r. określające skorygowane wartości wskaźników na potrzeby przydziału bezpłatnych uprawnień do emisji na okres 2021–2025. Dz.U. L 87 z 15.3.2021.

Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2026/1412 z dnia 26 czerwca 2026 r. określające zmienione wartości wskaźników emisyjności do celów bezpłatnego przydziału uprawnień do emisji na lata 2026–2030. Dz.U. L z 29.6.2026.

Sandfire Resources (2024), raport kwartalny za kwartał zakończony 30 czerwca 2024 r., komunikat ASX z 25 lipca 2024 r. Perth.

Sandfire Resources (2025), raport kwartalny za kwartał zakończony 31 grudnia 2024 r., komunikat ASX z 30 stycznia 2025 r. Perth.

SMM – Shanghai Metals Market (2022), Nyrstar to restart its Auby zinc smelter in France, 17 marca 2022 r. (news.metal.com). Szanghaj.

SMM – Shanghai Metals Market (2026), 2026 zinc concentrates benchmark released, 6 marca 2026 r. (news.metal.com). Szanghaj.

U.S. Geological Survey (2026), Mineral Commodity Summaries 2026 – Zinc. Reston, VA.

Urząd Regulacji Energetyki (2025), Informacja Prezesa URE nr 64/2025 z dnia 19 listopada 2025 r. w sprawie rekompensat kosztów pośrednich emisji wypłaconych za 2024 r. Warszawa.

Van Genderen E., Wildnauer M., Santero N., Sidi N. (2016), A global life cycle assessment for primary zinc production. International Journal of Life Cycle Assessment 21(11): 1580–1593 (doi:10.1007/s11367-016-1131-8).

Wyns T., Khandekar G. (2019), Metals for a Climate Neutral Europe: A 2050 Blueprint. Bruksela: Institute for European Studies, Vrije Universiteit Brussel.

IGMNiR
Economic Chamber of Non-Ferrous Metals and Recycling

Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu

Economic Chamber of Non-Ferrous Metals and Recycling

ZN-EU to przejrzysty, odtwarzalny model łączący statystykę publiczną UE, raporty spółek i branży, unijny rejestr emisji, opublikowane ślady węglowe wyrobów, dynamiczny model zasobów cynku w użytkowaniu i metalurgię procesową cynku. Szacuje wkład brutto przemysłu cynku w Unii Europejskiej – wydobycia rud cynku, zbiórki i handlu złomem i pozostałościami, pieców Waelza i rafinerii wtórnych, hutnictwa cynku, produkcji blach cynkowych, pyłu cynkowego i stopów, cynkowania i odlewnictwa – w gospodarkę i finanse publiczne, emisje i inne obciążenia potencjalnie uniknięte dzięki cynkowi wtórnemu oraz znaczenie branży dla bezpieczeństwa dostaw.

SUGEROWANY SPOSÓB CYTOWANIA

IGMNiR (2026), Cynk w gospodarce UE-27: wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw. Zintegrowana ocena przemysłu cynku w Unii Europejskiej (model ZN-EU). Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu, listopad 2026.