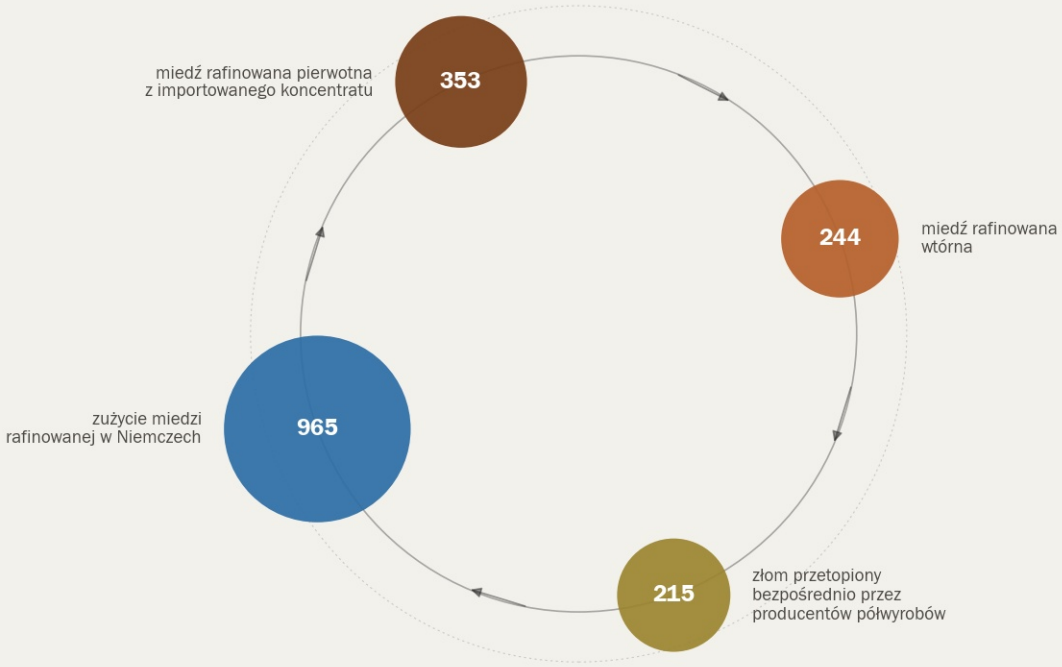
IGMNiR
Economic Chamber of Non-Ferrous Metals and Recycling

Miedź w Niemczech, 2024 (tys. t Cu; pole koła ∝ tony)



RAPORT IGMNIR · LISTOPAD 2026

Miedź w gospodarce Niemiec

Wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw

Zintegrowana ocena przemysłu miedzi w Niemczech (model CU-DE)

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 CU-DE – zintegrowane narzędzie szacowania wkładu ekonomicznego, fiskalnego, środowiskowego i strategicznego przemysłu miedzi w gospodarkę Niemiec: od zbiórki i handlu złomem miedzi, przez rafinację miedzi wtórnej i pierwotnej, po półwyroby z miedzi i jej stopów, odlewy oraz miedź w przewodach i kablach. Model dynamiczny łączy przemysł z zasobem miedzi w budynkach, infrastrukturze i wyrobach. W aneksach zestawiono wszystkie parametry i źródła; kod modelu i dane wejściowe są udostępniane przez IGMNiR na wniosek. Raport przygotowano z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji (AI) do przetwarzania danych, modelowania i redakcji.

Stan danych: statystyka – 31 października 2026 r.; stan prawny i regulacyjny – 8 listopada 2026 r. **Rok bazowy:** 2024 (ostatni rok z kompletną statystyką strukturalną przedsiębiorstw i sprawozdaniami spółek; lata obrotowe Aurubis kończące się we wrześniu przeliczono na rok kalendarzowy 2024 z wagami 0,75 i 0,25); dane handlowe do 2025 r. **Waluta:** EUR, ceny bieżące. **Wersja modelu:** CU-DE v1.0 (identyfikator przebiegu CUDE-1.0-d63adeda8b; ziarno losowania – stały identyfikator 20261118); pakiet modelu – kod, dane wejściowe, scenariusze i testy kontrolne – archiwizuje IGMNiR. **Sugerowany sposób cytowania:** IGMNiR (2026), *Miedź w gospodarce Niemiec: wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw. Zintegrowana ocena przemysłu miedzi w Niemczech (model CU-DE)*, Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu, listopad 2026.

Jak czytać liczby. Raport posługuje się trzema rodzajami wielkości. *Obserwacje* (O) to opublikowane dane statystyczne i dane spółek – statystyka strukturalna przedsiębiorstw Eurostatu, rachunki narodowe, PRODCOM i Comext, bilans miedzi BGR, sprawozdania finansowe i deklaracje środowiskowe Aurubis AG, rejestr EU ETS oraz wykazy beneficjentów Niemieckiego Urzędu ds. Handlu Emisjami (DEHSt). *Szacunki* (S) łączą obserwacje z alokacjami lub skalibrowanymi parametrami – np. udziałami miedzi w handlu złomem i produkcji kabli, podziałem hut na miedź wtórną i pierwotną oraz przetopem bezpośrednim złomu. *Wyniki modelowe* (M) zależą ponadto od założeń kontrfaktycznych lub dynamicznych – efekty pośrednie i indukowane, modelowe podatki, zasób miedzi w użytkowaniu, potencjalnie uniknięte obciążenia oraz scenariusze. Wyniki ekonomiczne to wkład brutto, a nie efekty netto polityki; wartość dodana jest wyrażona w cenach bazowych dla hut i według kosztów czynników produkcji dla pozostałych segmentów oraz nie obejmuje kompensaty cen energii elektrycznej otrzymanej przez producentów miedzi, którą pokazano osobno jako wsparcie publiczne. Podatki łączą podatki dochodowe Aurubis AG z szacunkami modelowymi i nie są saldem fiskalnym netto.

Spis treści

Najważniejsze wnioski....3
01 Wprowadzenie....5
02 Kontekst polityczny i regulacyjny....7
03 Przemysł miedzi w Niemczech....9
04 Model CU-DE....14
05 Wkład ekonomiczny i fiskalny....17
06 Miedź w użytkowaniu i podaż złomu....23
07 Wkład środowiskowy....25
08 Wkład strategiczny....29
09 Niepewność, testy kontrolne i ograniczenia....31
10 Scenariusze do 2035 r....34
11 Podsumowanie....36
A Źródła danych i handel....37
B Parametry i zakresy niepewności....40
C Instalacje łańcucha wartości miedzi....45
D Słownik....46
Bibliografia....47

Najważniejsze wnioski

Niemcy nie mają kopalni miedzi, a mimo to są największym użytkownikiem miedzi rafinowanej w Europie i rafinują 597 tys. t miedzi rocznie – 353 tys. t miedzi pierwotnej z importowanego koncentratu i anod oraz 244 tys. t ze złomu i innych materiałów wtórnych. Wraz z ok. 220 tys. t miedzi ze złomu przetapianego bezpośrednio przez producentów półwyrobów miedź wtórna dostarczyła w 2024 r. 39% miedzi po raz pierwszy użytej w Niemczech.

RYSUNEK 1 Przemysł miedzi w Niemczech w skrócie



Wartości centralne dla 2024 r.; w nawiasach P5–P95 z 10 000 losowań Monte Carlo. Rozszerzony łańcuch wartości: zbiórka i handel złomem, miedź rafinowana wtórna i pierwotna, półwyroby i odlewy, miedź w przewodach i kablach. Emisje: szacunek warunkowy oparty na substytucji, głównie poza Niemcami. Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0.

SIEDEM USTALEŃ

- **Wartość.** Rozszerzony łańcuch wartości miedzi wytworzył w 2024 r. ok. 4 070 mln EUR wartości dodanej brutto i zatrudniał ok. 41 400 osób. Z krajowym łańcuchem dostaw wkład wynosi 6 330 mln EUR i ok. 65 600 miejsc pracy (pasmo 90%: 5 730–7 060 mln EUR). Półwyroby i odlewy (D4) odpowiadają za 44% bezpośredniej wartości dodanej.
- **Recykling.** Łańcuch recyklingu – zbiórka i handel złomem oraz rafinacja miedzi wtórnej – wytworzył 860 mln EUR bezpośredniej wartości dodanej i ok. 5 800 miejsc pracy; z łańcuchem dostaw 1 550 mln EUR. Producentom półwyrobów przetapiającym złom bezpośrednio przypada, proporcjonalnie do wsadu złomowego, ok. 340 mln EUR.
- **Finanse publiczne.** Z działalnością rozszerzonego łańcucha wiąże się ok. 2 410 mln EUR podatków i składek bez VAT, głównie od pracy. Producenci miedzi otrzymali za 2024 r. 55,2 mln EUR kompensaty cen energii elektrycznej, w tym Aurubis AG 30,1 mln EUR.
- **Miedź w użytkowaniu.** Model dynamiczny szacuje zasób miedzi w użytkowaniu w Niemczech na ok. 13,7 mln t (164 kg na osobę; pasmo 90%: 141–189). Wyroby wycofane z użytkowania uwolniły w 2024 r. ok. 500 tys. t miedzi, z czego odzyskano ok. 260 tys. t. Wraz ze złomem technologicznym ta oddolnie oszacowana podaż (362 tys. t) różni się o 30 tys. t od podaży wyznaczonej rezydualnie z wsadu hut i handlu.
- **Środowisko.** Przy substytucji 1:1 średniej światowej miedzi pierwotnej niemiecka miedź wtórna pozwoliła w 2024 r. potencjalnie uniknąć ok. 1 280 tys. t CO_2e (pasmo 90%: 970–1 450 tys. t), ok. 43 mln t odpadów przeróbczych

i 26 mln m³ zużycia wody (blue water), wszystko głównie w krajach górniczych; przy uwzględnieniu tylko miedzi z wyrobów wycofanych – 530 tys. t CO_2e. Przesiewowy ślad drogi wtórnej w Lünen wynosi 1,52 t CO_2e na tonę wobec 3,64 t dla średniej światowej katody pierwotnej (dane ICA za 2023 r.).

- **Bezpieczeństwo dostaw.** Produkcja miedzi rafinowanej odpowiada 62% jej zużycia w Niemczech. Import koncentratu jest skoncentrowany (HHI 1 877; Chile 31%), a złom jest przedmiotem handlu głównie w Europie w obu kierunkach – w 2024 r. import netto wyniósł 61 tys. t masy brutto. Niemcy są eksporterem netto półwyrobów miedzianych, w tym drutu (545 tys. t).
- **Perspektywa.** W scenariuszu wysokiego obiegu na 2035 r. rafinacja wtórna osiąga przyjętą zdolność 300 tys. t; dodatkowy wsad wtórny przewyższa przyrost krajowego złomu prognozowany przez model dynamiczny o ok. 68 tys. t miedzi.

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

Wskaźnik (2024)	Status	Centralna	P5	P50	P95	Jednostka
Bezpośrednia WDB – łańcuch recyklingu (D1+D2)	S	859	729	875	1 032	mln EUR
Bezpośrednia WDB – przemysł miedzi (D1–D4)	S	3 013	2 883	3 028	3 185	mln EUR
Bezpośrednia WDB – łańcuch rozszerzony (D1–D5)	S	4 071	3 886	4 085	4 291	mln EUR
WDB z łańcuchem dostaw (typ I)	M	6 328	5 729	6 369	7 062	mln EUR
WDB z efektem indukowanym (typ II)	M	8 204	7 311	8 130	8 997	mln EUR
Zatrudnienie bezpośrednie	S	41 364	39 208	41 511	43 808	osoby
Miejsca pracy z łańcuchem dostaw	M	65 587	58 965	65 957	73 598	osoby
Miejsca pracy z efektem indukowanym	M	87 051	76 796	86 092	96 133	osoby
Podatki i składki (przypisanie, nie saldo netto)	M	2 410	2 261	2 560	2 911	mln EUR
Kompensata cen energii elektr., firmy miedziowe (poza WDB)	O	55,2	55,2	55,2	55,2	mln EUR
Potencjalnie uniknięte emisje – wytworzona miedź wtórna	M	1 281	967	1 210	1 447	tys. t CO_2e
– w tym miedź rafinowana wtórna	M	585	427	547	634	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte emisje – według zbiórki	M	960	723	913	1 111	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte emisje – substytucja 0,5	M	447	285	407	524	tys. t CO_2e
Potencjalnie uniknięte odpady przeróbcze	M	42,9	38,1	43,2	48,6	mln t
Miedź wtórna (rafinowana i przetop bezpośredni)	S	459	415	462	511	tys. t Cu
Zasób miedzi w użytkowaniu	M	13,7	11,8	13,7	15,8	mln t Cu
Złom pożytkowy odzyskany z wycofanych wyrobów	M	260	223	264	309	tys. t Cu
Udział miedzi wtórnej w pierwszym użyciu	S	39	37	39	41	%
Pokrycie: produkcja / zużycie miedzi rafinowanej	O	62	62	62	62	%

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; Monte Carlo 10 000 losowań z kopułą Gaussa; wartość „centralna” to przebieg deterministyczny przy modalnych wartościach parametrów. Status: O obserwacja, S szacunek, M wynik modelowy. Segmenty D1–D5: zob. rozdział 4. WDB, miejsca pracy i podatki to wkład brutto. WDB jest wyrażona w cenach bazowych dla hut (D2, D3) i według kosztów czynników produkcji ze statystyki strukturalnej dla D1, D4 i D5; w obu przypadkach nie obejmuje kompensaty cen energii elektrycznej (pozostałej dotacji do produkcji). Podatki nie obejmują VAT; podatki dochodowe Aurubis AG są obserwowane, pozostałe to szacunki modelowe. Potencjalnie uniknięte emisje porównują niemiecką miedź wtórną z substytucją 1:1 średniej światowej katody pierwotnej; powstają głównie poza Niemcami i nie są zmianami krajowej inwentaryzacji; perspektywy emisji są alternatywne i nie sumują się. Udział miedzi wtórnej i wskaźnik pokrycia opierają się na bilansie BGR; produkcja i zużycie miedzi rafinowanej są obserwacjami, a ich iloraz nie ma niepewności parametrycznej.

01 Wprowadzenie

Miedź przewodzi prąd i ciepło lepiej niż jakikolwiek inny metal nieszlachetny, jest odporna na korozję i może być wielokrotnie poddawana recyklingowi bez utraty jakości. Dzięki temu jest niezbędna w sieciach elektroenergetycznych, silnikach elektrycznych, budynkach i pojazdach. Niemcy nie mają kopalni miedzi – ostatnią kopalnię łupka miedzionośnego, koło Sangerhausen, zamknięto w 1990 r. – ale mają pełny łańcuch wartości miedzi: hutę pierwotną i rafinerię Aurubis w Hamburgu, hutę wtórną w Lünen, największą w Europie grupę producentów półwyrobów z miedzi i rozbudowany przemysł kablowy. Według Federalnego Instytutu Nauk o Ziemi i Surowców (BGR) Niemcy zużyły w 2024 r. 965 tys. t miedzi rafinowanej – więcej niż jakikolwiek inny kraj europejski.

Raport stosuje do Niemiec zintegrowany model opracowany przez IGMNiR dla miedzi, cynku i ołowiu w Polsce. Rozszerza go o dynamiczny model miedzi w użytkowaniu, przesiewowe inwentarze emisji dla hut w Hamburgu i Lünen oraz pakiet replikacyjny. Raport opisuje przemysł i wyniki modelu; nie ocenia opcji polityki.

1.1 Pytania badawcze

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

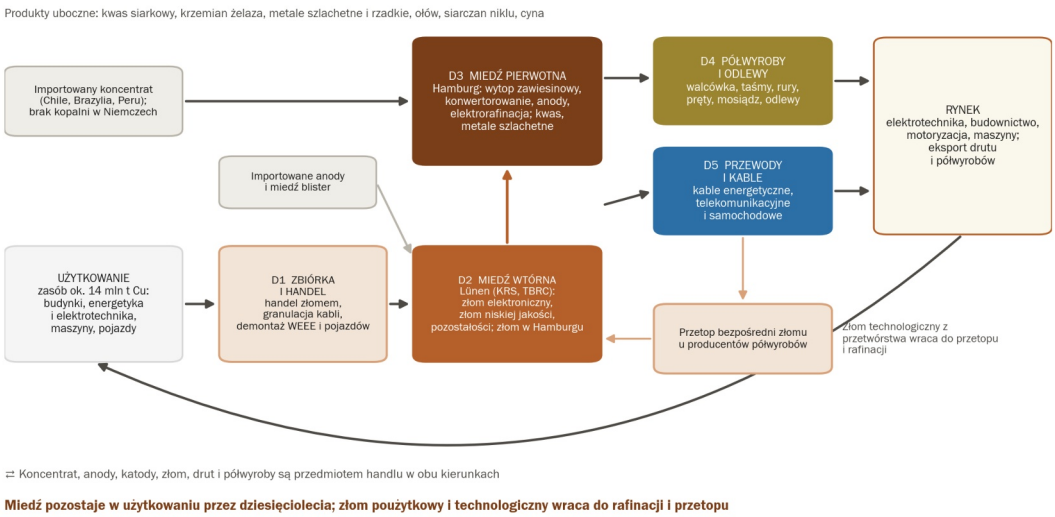
02 Ile wartości dodanej, zatrudnienia i dochodów podatkowych generuje w krajowym łańcuchu dostaw i przez wydatki gospodarstw domowych oraz jakie wsparcie publiczne otrzymuje?

03 Ile miedzi znajduje się w użytkowaniu w Niemczech, ile złomu z niego wypływa i jak ma się to do złomu zużywanego i będącego przedmiotem handlu?

04 Jakich emisji i innych obciążeń pozwala potencjalnie uniknąć miedź wtórna w porównaniu z pierwotną i jak wypadają drogi produkcji w Hamburgu i Lünen?

05 Jak bardzo przemysł zależy od importu koncentratu, katod i złomu oraz jak jego wkład może się zmienić do 2035 r.?

RYSUNEK 2 **Łańcuch wartości miedzi w Niemczech i pięć segmentów modelu CU-DE**



Źródło: IGMNiR.

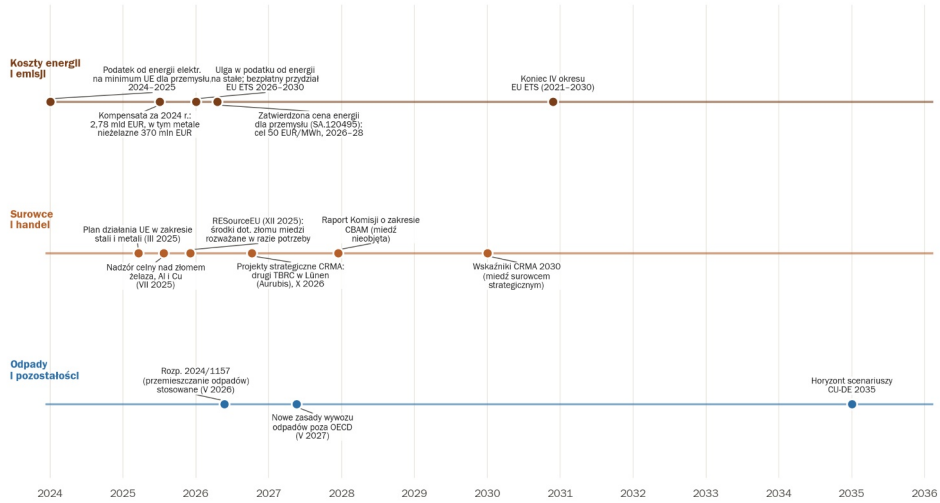
1.2 Struktura raportu

Rozdział 2 przedstawia kontekst polityczny i regulacyjny, rozdział 3 – przemysł i jego handel zagraniczny, a rozdział 4 – model CU-DE. Rozdziały 5–8 zawierają wyniki ekonomiczne i fiskalne, fizyczne, środowiskowe i strategiczne, rozdział 9 – ich niepewność i ograniczenia, a rozdział 10 – scenariusze do 2035 r. Rozdział 11 podsumowuje wyniki. Aneksy dokumentują źródła danych, parametry, instalacje i pojęcia.

02 Kontekst polityczny i regulacyjny

Produkcję miedzi w Niemczech kształtują koszty energii elektrycznej i ich kompensata, unijny system handlu uprawnieniami do emisji, unijna polityka surowcowa i handlowa oraz zasady przemieszczania odpadów. Miedź jest surowcem strategicznym i krytycznym w rozumieniu rozporządzenia w sprawie surowców krytycznych (rozporządzenie (UE) 2024/1252). Rysunek poniżej przedstawia główne kamienie milowe do 2035 r.

RYSUNEK 3 **Kamienie milowe regulacji dla łańcucha wartości miedzi w Niemczech, 2024–2035**



Źródło: StromStG i Strompreispaket (2023); BGBl. 2025 I nr 340; raport DEHSt o kompensacie cen energii elektrycznej za 2024 r.; BAnz AT 06.05.2026; dyrektywa 2003/87/WE; COM(2025) 125; COM(2025) 945; rozporządzenia (UE) 2023/956, 2024/1252 i 2024/1157; Komisja Europejska, projekty strategiczne CRMA (9 października 2026 r.). Stan prawny na 8 listopada 2026 r.

2.1 Koszty energii elektrycznej i kompensata cen energii

Obie huty Aurubis zużyły w 2024 r. ok. 769 GWh energii elektrycznej (610 GWh w Hamburgu i 159 GWh w Lünen). Produkcja miedzi (NACE 24.44) kwalifikuje się do niemieckiej kompensaty cen energii elektrycznej (Strompreiskompensation), która zwraca część pośrednich kosztów uprawnień do emisji przenoszonych na ceny energii zgodnie z unijnymi wytycznymi w sprawie pomocy państwa. Za 2024 r. Niemiecki Urząd ds. Handlu Emisjami (DEHSt) przyznał 2,78 mld EUR 366 przedsiębiorstwom, w tym 370 mln EUR producentom metali nieżelaznych. Firmy miedziowe zidentyfikowane w wykazach beneficjentów otrzymały 55,2 mln EUR, w tym Aurubis AG 30,1 mln EUR (tabela poniżej). Energia elektryczna zużywana do elektrolizy i w procesach produkcji metali jest zwolniona z podatku od energii elektrycznej (§ 9a StromStG); w pozostałych zastosowaniach przedsiębiorstwa przetwórstwa przemysłowego mogły w latach 2024–2025 obniżyć podatek do minimum unijnego 0,50 EUR za MWh (§ 9b StromStG), a od 2026 r. ulga ma charakter stały. Obniżone opłaty sieciowe dla odbiorców energochłonnych i bezpłatny przydział uprawnień w EU ETS to dalsze formy wsparcia, których model nie kwantyfikuje. W kwietniu 2026 r. Komisja Europejska zatwierdziła program ceny energii dla przemysłu na lata 2026–2028 z ceną docelową 50 EUR za MWh dla połowy kwalifikowanego zużycia; nie można go łączyć z kompensatą w odniesieniu do tego samego zużycia.

TABELA 2 **Kompensata cen energii elektrycznej dla firm miedziowych, lata rozliczeniowe 2023 i 2024 (mln EUR)**

Beneficjent	2023	2024	Ujęcie w CU-DE
Aurubis AG (Hamburg, Lünen)	31,56	30,12	D2 i D3, dotacja poza WDB

Beneficjent	2023	2024	Ujęcie w CU-DE
Pozostałe firmy miedziowe (Wieland, KME, Diehl, Schwermetall i inne)	24,64	25,08	D4, dotacja poza WDB
Firmy miedziowe, razem	56,2	55,2	
Metale nieżelazne, razem (wszyscy beneficjenci)	279,5	369,7	kontekst

Źródło: DEHSt, raporty z oceny i wykazy beneficjentów za lata rozliczeniowe 2023 i 2024. Beneficjenci są wykazani z trzycyfrowym kodem NACE 24.4; przypisanie do miedzi – IGMNiR (według nazw spółek). Kompensata za rok rozliczeniowy jest wypłacana w roku następnym; CU-DE przypisuje ją do roku, którego dotyczą koszty energii.

2.2 Handel uprawnieniami do emisji i podatki

Obie huty są instalacjami objętymi unijnym systemem handlu uprawnieniami do emisji. W 2024 r. huta w Hamburgu wyemitowała 136 900 t CO_2 przy bezpłatnym przydziale 307 300 uprawnień, a huta w Lünen 160 700 t przy przydziale 126 500 uprawnień (wykaz instalacji DEHSt). Miedź nie jest objęta mechanizmem dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2 (rozporządzenie (UE) 2023/956); kolejny raport Komisji w sprawie jego zakresu planowany jest na 2027 r. W Niemczech nie ma odrębnego podatku od wydobycia miedzi; opłata wydobywcza z federalnej ustawy górniczej (Förderabgabe, § 31 BBergG) dotyczyłaby przyszłego wydobycia, obecnie nie przynosi jednak wpływów z miedzi. Podatek dochodowy od osób prawnych z dopłatą solidarnościową oraz gminny podatek od działalności gospodarczej wynoszą łącznie ok. 30% dochodu do opodatkowania.

2.3 Surowce i handel

Europejski plan działania w zakresie stali i metali z marca 2025 r. oraz komunikat RESourceEU z grudnia 2025 r. dotyczą dostaw metali i złomu. Od lipca 2025 r. UE monitoruje przywóz i wywóz złomu żelaza, aluminium i miedzi w ramach nadzoru celnego. RESourceEU zapowiada środki dotyczące złomu aluminium i stwierdza, że podobne działania w odniesieniu do miedzi będą rozważane w razie potrzeby; do dnia zamknięcia danych nie przyjęto żadnego środka dotyczącego złomu miedzi. W październiku 2026 r. Komisja uznała drugi obrotowy konwertor TBRC firmy Aurubis w Lünen za projekt strategiczny na podstawie rozporządzenia w sprawie surowców krytycznych. We wrześniu 2023 r. Wspólny Departament Planowania Przestrzennego Berlina i Brandenburgii stwierdził, że na podstawie złożonych dokumentów nie można potwierdzić zgodności projektu Kupferschiefer Lausitz koło Spremberga z planowaniem przestrzennym; w 2025 r. zapowiedziano nową ocenę zgodności przestrzennej (Raumverträglichkeitsprüfung) na podstawie zmienionych dokumentów.

2.4 Odpady i złom

Złom miedzi spełniający kryteria utraty statusu odpadu lub specyfikacje gatunków handlowych przemieszcza się w UE swobodnie; złom zanieczyszczony, odpady kablowe i złom elektroniczny podlegają rozporządzeniu (UE) 2024/1157 w sprawie przemieszczania odpadów, stosowanemu od maja 2026 r., z nowymi zasadami wywozu do państw spoza OECD od maja 2027 r. Huta w Lünen przerabia materiały niskiej jakości, takie jak złom elektroniczny, frakcje z rozdrabniania i szlamy, których wiele hut nie może przyjąć; część tych materiałów jest importowana pod kodami odpadów lub metali szlachetnych, a nie jako złom miedzi.

03 Przemysł miedzi w Niemczech

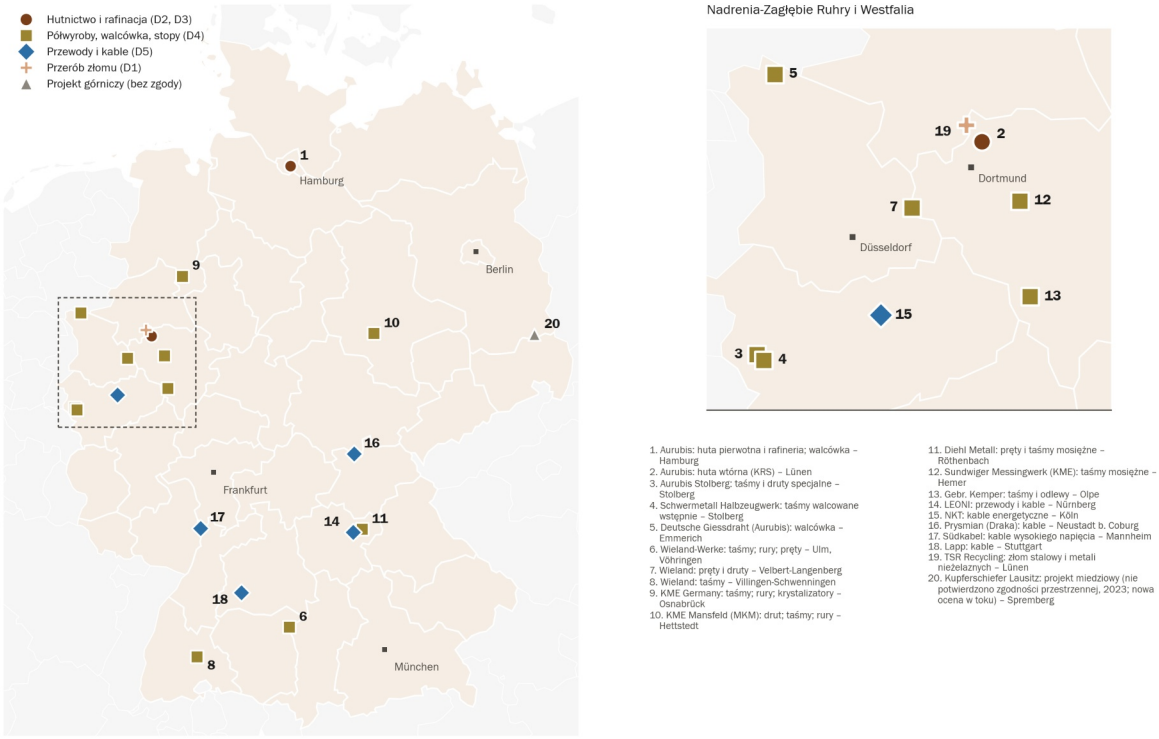
Niemiecki przemysł miedzi tworzą: jeden zintegrowany producent miedzi rafinowanej, Aurubis AG, z hutą pierwotną i rafinerią w Hamburgu oraz hutą wtórną w Lünen, grupa producentów półwyrobów – Wieland, KME, Diehl, Aurubis Stolberg i inni – wytwarzających taśmy, rury, pręty, druty i wyroby mosiężne, oraz producenci kabli przetwarzający walcówkę miedzianą na kable energetyczne, telekomunikacyjne i samochodowe. Handel złomem i zakłady recyklingu zbierają, sortują i przerabiają złom miedzi dla krajowych hut i przetwórców oraz na eksport.

TABELA 3 **Główni producenci miedzi w Niemczech – podstawowe dane, 2024**

Spółka / zakład	Działalność	Miedź rafinowana, tys. t	Pracownicy	Inne dane
Aurubis AG – Hamburg	Huta pierwotna i rafineria; walcówka	441,5	2 841 (z centralą)	Katody 441 tys. t; koncentrat 907 tys. t; ETS 137 tys. t CO_2
Aurubis AG – Lünen	Huta wtórna i rafineria (KRS)	165,1	740	Materiały z recyklingu 313 tys. t; ETS 161 tys. t CO_2
Aurubis Stolberg, Deutsche Giessdraht	Taśmy, druty specjalne; walcówka	–	564	Część grupy Aurubis
Wieland-Werke AG	Taśmy, rury, pręty, druty	–	10 608 (grupa)	Przychody grupy 6,6 mld EUR (r.o. 2024/25); udział surowców wtórnych 82%
KME SE	Taśmy, rury, krystalizatory, druty	–	3 159	Przychody 1,54 mld EUR; sprzedaż miedzi 162 tys. t (2024)
Diehl Metall	Pręty i taśmy mosiężne	–	2 882	Przychody 738 mln EUR (2024)
Producenci kabli	LEONI, NKT, Prysmian, Südkabel, Lapp	–	–	LEONI kupił ok. 100 tys. t miedzi (2024)

Źródło: raport roczny Aurubis 2024/25 (pracownicy na 30 września 2025 r.) i deklaracja środowiskowa 2026 (rok kalendarzowy 2024); wykaz instalacji DEHSt 2024; raport zrównoważonego rozwoju Wieland 2024/25; raport roczny KME Group 2024; raport roczny Diehl 2024; raport zrównoważonego rozwoju LEONI 2024. Miedź rafinowana obu zakładów (606,6 tys. t) obejmuje anody z innych zakładów Aurubis i różni się definicją od sumy krajowej BGR (597,0 tys. t).

RYSUNEK 4 **Główne huty miedzi, zakłady przetwórcze, producenci kabli i zakłady recyklingu w Niemczech**



Źródło: IGMNiR; raport roczny Aurubis 2024/25 i deklaracja środowiskowa 2026; strony i raporty spółek (Wieland, KME, Diehl, LEONI, NKT, Prysmian, Südkabel, Lapp, TSR); Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg (2023); granice GISCO. Lokalizacje przybliżone. Numeracja wg Aneksu C.

3.1 Statystyka publiczna

Statystyka strukturalna przedsiębiorstw Eurostatu wykazuje dla produkcji miedzi (NACE 24.44) w Niemczech w 2024 r. 55 przedsiębiorstw, 20 556 pracujących, wartość produkcji 21 440 mln EUR i wartość dodaną według kosztów czynników produkcji 2 303 mln EUR. Produkcja pozostałych przewodów i kabli elektronicznych i elektrycznych (NACE 27.32) zatrudniała 19 096 osób, a sprzedaż hurtowa odpadów i złomu (NACE 46.77) oraz odzysk surowców (NACE 38.3), obejmujące wszystkie materiały – odpowiednio 21 437 i 43 552 osoby. Tabela poniżej przedstawia krajowy bilans miedzi BGR, a kolejna – produkcję półwyrobów raportowaną przez stowarzyszenie przemysłu metali WVMetalle.

TABELA 4 **Bilans miedzi rafinowanej Niemiec, 2020–2024 (tys. t)**

Pozycja	2020	2021	2022	2023	2024
Produkcja miedzi rafinowanej	643,0	615,0	609,0	596,0	597,0
– pierwotnej	389,7	383,8	364,0	340,1	353,4
– wtórnej	253,3	231,2	245,0	255,9	243,6
Zużycie miedzi rafinowanej	1 046,0	1 009,0	1 004,5	980,3	965,0
Udział produkcji wtórnej, %	39,4	37,6	40,2	42,9	40,8
Produkcja / zużycie, %	61,5	61,0	60,6	60,8	61,9

Źródło: BGR, Deutschland – Rohstoffsituation 2024 (2025), tab. 35; zużycie według International Copper Study Group. Produkcja wtórna to miedź rafinowana z wsadu wtórnego; miedź ze złomu przetapianego bezpośrednio przez producentów półwyrobów nie jest uwzględniona.

TABELA 5 **Produkcja półwyrobów i odlewów z miedzi i jej stopów, 2022–2024 (tys. t, masa brutto)**

Wyrób	2022	2023	2024
Wyroby walcowane, prasowane i ciągnione	804,2	631,5	607,9
Walcówka z odlewania ciągłego	564,7	622,7	634,1

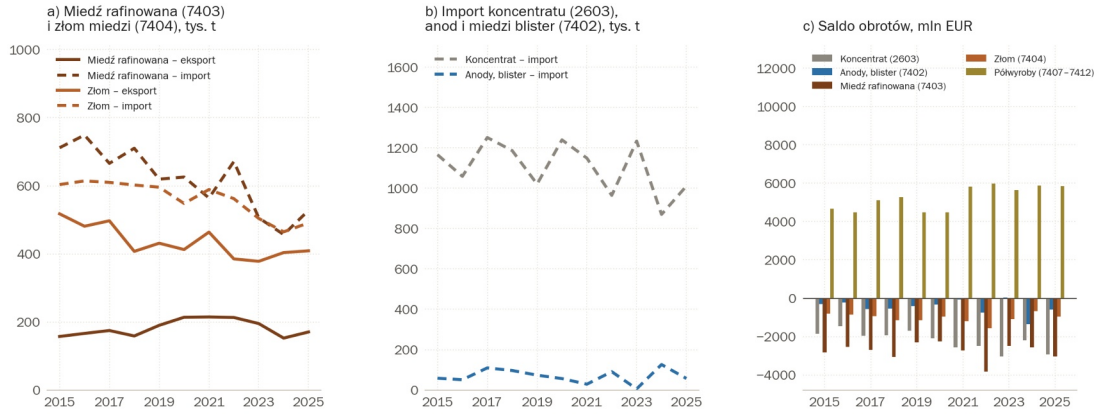
Wyrób	2022	2023	2024
Proszki i płatki	15,7	11,8	12,4
Półwyroby, razem	1 384,7	1 266,0	1 254,5
Stopy odlewnicze miedzi (gąski)	26,2	19,4	20,9
Odlewy z miedzi i jej stopów	65,1	66,7	69,9

Źródło: WVMetalle, Quartalsbericht 02/2025 (Kupferverband, Destatis, Federalny Związek Niemieckiego Przemysłu Odlewniczego); 2024 – dane wstępne. Masa brutto obejmuje dodatki stopowe, np. cynk w mosiądzu. PRODCOM wykazuje 650 tys. t walcówki (kod 24442330) w 2024 r.

3.2 Handel zagraniczny

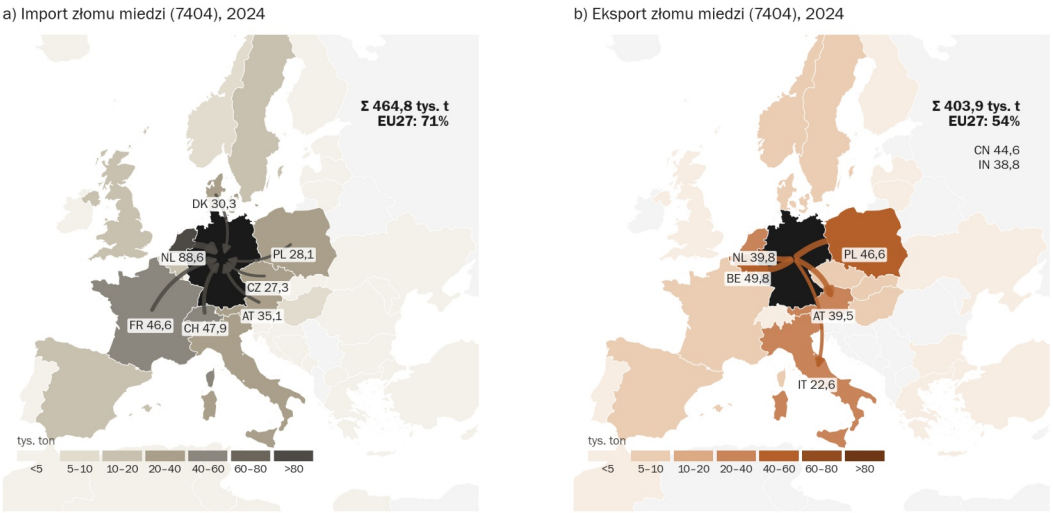
Niemcy importują miedź na wczesnych etapach przetwarzania, a eksportują na dalszych. W 2024 r. zaimportowały 870 tys. t rud i koncentratów miedzi (masa brutto), 127 tys. t anod i miedzi blister – głównie z huty Aurubis w Pirdopie w Bułgarii – oraz 457 tys. t miedzi rafinowanej, a wyeksportowały 153 tys. t miedzi rafinowanej. Eksport drutu miedzianego (405 tys. t) i wszystkich półwyrobów (818 tys. t) znacznie przewyższał ich import (274 tys. t). Złom był przedmiotem handlu w obu kierunkach: import 465 tys. t, eksport 404 tys. t. Saldo obrotów wyniosło −2 188 mln EUR dla koncentratu, −2 560 mln EUR dla miedzi rafinowanej, −664 mln EUR dla złomu i +5 871 mln EUR dla półwyrobów.

RYSUNEK 5 **Handel zagraniczny miedzią według stopnia przetworzenia, 2015–2025**



Źródło: Eurostat Comext DS-045409 (masa brutto); IGMNiR CU-DE.

RYSUNEK 6 **Źródła importu i kierunki eksportu złomu miedzi, 2024**



Źródło: Eurostat Comext (DS-045409), CN 7404, masa brutto; granice GISCO; IGMNiR CU-DE. Partnerów spoza mapy wymieniono w prawym górnym rogu.

3.3 Wsad wtórny i recykling miedzi

Miedź ze złomu trafia do niemieckiej produkcji dwiema drogami. Huty rafinują złom i inne materiały wtórne do katod: w 2024 r. huta w Lünen przerobiła 313,5 tys. t surowców z recyklingu – złomu elektronicznego, złomu niskiej jakości, frakcji z rozdrabniania, szlamów i zgarów – a huta w Hamburgu 13,2 tys. t złomu miedzi i 165,0 tys. t innych materiałów miedzionośnych. BGR wykazuje 244 tys. t miedzi rafinowanej wtórnej. Producenci półwyrobów i odlewnie przetapiają czysty złom bezpośrednio; ich zużycie złomu nie jest publikowane. CU-DE szacuje je na ok. 220 tys. t miedzi na podstawie różnicy między miedzią w półwyrobach a zużyciem miedzi rafinowanej (rozdział 4). Łącznie w Niemczech zużyto ok. 478 tys. t miedzi w materiałach wtórnych.

TABELA 6 **Miedź wtórna i jej podaż, Niemcy, 2024 (tys. t Cu)**

Pozycja	tys. t Cu	Status	Źródło lub podstawa
Miedź rafinowana wtórna (BGR)	243,6	O	BGR, tab. 35
Miedź ze złomu przetapianego bezpośrednio	215	S	Półwyroby (WVMetalle) minus zużycie miedzi rafinowanej (BGR)
Miedź wtórna, razem	459	S	
Miedź we wsadzie wtórnym (przy uzyskach)	478	S	Uzysk 95% (huty), 97% (przetop)
Miedź w imporcie netto złomu (CN 7404; 82% Cu w imporcie, 73% w eksporcie)	86	S	Comext
Podaż krajowa, szacunek rezydualny	392	M	Wsad minus import netto
Podaż krajowa oddolnie: odzyskany złom pożytkowy (model dynamiczny, M2b)	260	M	Rozdział 6
Podaż krajowa oddolnie: złom technologiczny	102	M	9% miedzi w półwyrobach
Różnica (inne materiały wtórne, zapasy, błąd)	30	M	

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; BGR; WVMetalle; Comext. Status: O obserwacja, S szacunek, M wynik modelowy. Inne miedzionośne materiały wtórne są importowane pod innymi kodami: w 2024 r. import netto wyniósł 14 tys. t popiołów i pozostałości miedzi (CN 262030), 12 tys. t odpadów elektronicznych z płytkami drukowanymi (CN 854929) i 15 tys. t odpadów i złomu metali szlachetnych (CN 711299), wszystko w masie brutto; przy typowych zawartościach miedzi zawierają one szacunkowo 8–15 tys. t miedzi.

Ponieważ przetop bezpośredni nie jest raportowany, tabela poniżej przedstawia przejście od statystyki produkcji do szacunku. Walcówkę wytwarza się z katod; wyroby walcowane, prasowane i ciągnione obejmują mosiądz i inne stopy i powstają częściowo ze złomu. Miedź rafinowana zużywana poza półwyrobami (stopy odlewnicze, chemikalia, proszki i stopy wstępne) oraz zmiany zapasów nie są raportowane odrębnie i przyjęto je jako resztę w wysokości ok. 51 tys. t. Dane spółek dają niezależne wskazania udziału złomu w półwyrobach: KME podaje 87,5 tys. t wsadu z recyklingu przy 229,8 tys. t produkcji miedzi brutto w 2024 r. (38%), a Wieland – 82% udziału surowców wtórnych w grupie.

TABELA 7 **Przejście od produkcji półwyrobów do miedzi z przetopu bezpośredniego, Niemcy, 2024 (tys. t)**

Pozycja	tys. t	Źródło	Status
Produkcja półwyrobów, masa brutto	1 254,5	WVMetalle 2024 (Kupferverband, Destatis)	O
– walcówka (ok. 100% Cu)	634,1	WVMetalle; PRODCOM 24442330: 650,1 tys. t	O
– wyroby walcowane, prasowane i ciągnione (ok. 80% Cu)	607,9	WVMetalle	O
– proszki i płatki (ok. 90% Cu)	12,4	WVMetalle	O
Miedź w półwyrobach (średnio 90%)	1 129	IGMNiR	S
Zużycie miedzi rafinowanej w Niemczech	965,0	BGR, tab. 35 (według ICSG)	O
– zużycie poza półwyrobami i zmiana zapasów (reszta)	51	IGMNiR	S
Miedź rafinowana w półwyrobach	914	IGMNiR	S

Pozycja	tys. t	Źródło	Status
Miedź ze złomu przetapianego bezpośrednio (miedź w półwyrobach minus miedź rafinowana w półwyrobach)	**215**	IGMNiR; zakres 150–290	S

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; WVMetalle, Quartalsbericht 02/2025; BGR (2025); PRODCOM. Status: O obserwacja, S szacunek. Zawartości miedzi według wyrobów to założenia IGMNiR; złom technologiczny zwracany przez krajowych odbiorców jest częścią złomu przetapianego bezpośrednio, a złom obiegowy w walcowniach nie jest liczony. Wyniki dla 150 i 290 tys. t przedstawiono jako warianty strukturalne w rozdziale 7.

TABELA 8 Przepływy miedzi według węzłów, Niemcy, 2024 (tys. t Cu)

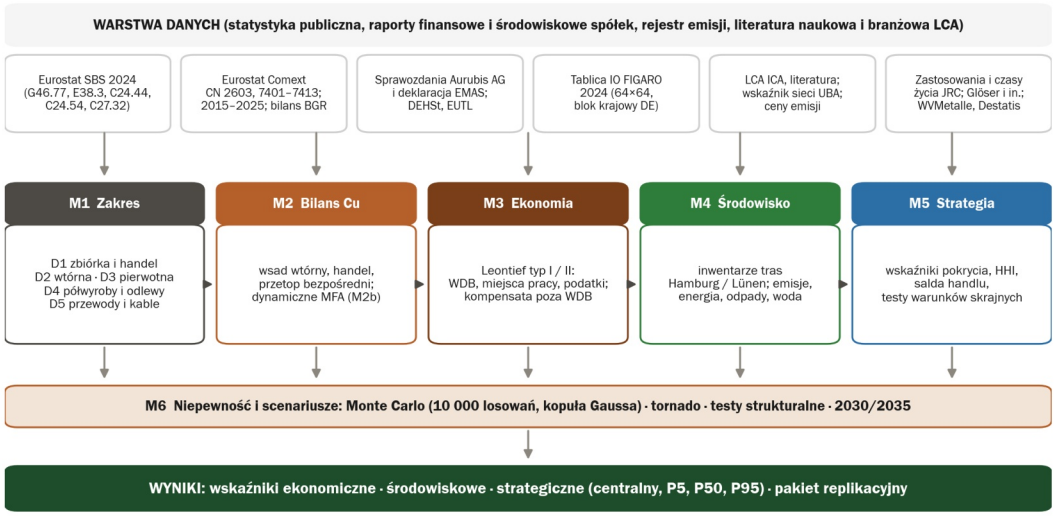
Węzeł i przepływ	tys. t Cu	Status	Podstawa
Miedź rafinowana			
Produkcja + import − eksport (CN 7403)	901	O	BGR; Comext
Zużycie (BGR/ICSG)	965	O	BGR
Reszta: zmiana zapasów i różnica statystyczna	−64	O	
Półwyroby			
Miedź w półwyrobach = miedź rafinowana w półwyrobach + przetop bezpośredni	1 129 = 914 + 215	S	Tożsamość (tabela wyżej)
Złom i materiały wtórne			
Podaż: odzyskany złom poużytkowy (model dynamiczny)	260	M	Rozdział 6
Podaż: złom technologiczny z przetwórstwa w kraju	102	M	9% miedzi w półwyrobach
Podaż: miedź w imporcie złomu (CN 7404)	381	S	Comext × 82% Cu
Podaż: miedź w innych importowanych materiałach wtórnych (netto)	12 (8–15)	S	CN 262030, 854929, 711299
Zużycie: wsad wtórny hut	256	S	BGR / uzysk 95%
Zużycie: wsad przetopu bezpośredniego	222	S	Uzysk 97%
Zużycie: miedź w eksporcie złomu (CN 7404)	295	S	Comext × 73% Cu
Miedź nierozliczona (zużycie minus zidentyfikowana podaż)	**18**	M	Pasmo 90% reszty: od −50 do 79
Wyroby wycofane z użytkowania			
Wypływ = zebrane + niezebrane	501 = 352 + 148	M	Model dynamiczny
Zebrane = odzyskane + straty przerobu	352 = 260 + 92	M	Wskaźniki Glösera i in. (2013)

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Status: O obserwacja, S szacunek, M wynik modelowy. Szacunek rezydualny i oddolny krajowego złomu mają wspólną jedynie zawartość miedzi w półwyrobach (przez przetop bezpośredni i złom technologiczny); pozostałe dane pochodzą z odrębnych źródeł. Statystyka handlu nie rozdziela złomu miedzi i mosiądzu ani złomu technologicznego i poużytkowego, więc tych podziałów nie można pokazać dla złomu w obrocie.

04 Model CU-DE

CU-DE wykorzystuje architekturę zintegrowanych modeli IGMNiR dla metali nieżelaznych i dostosowuje ją do miedzi w Niemczech. Łączy sześć modułów: zakres i alokację (M1), bilans masy miedzi z dynamicznym modelem miedzi w użytkowaniu (M2 i M2b), moduł efektów ekonomicznych i fiskalnych oparty na modelu przepływów międzygałęziowych (M3), moduł środowiskowy z przesiewowymi inwentarzami dróg produkcji (M4), wskaźniki strategiczne i testy warunków skrajnych (M5) oraz moduł niepewności i scenariuszy (M6). Skrypt replikacyjny odtwarza wartość dodaną i zatrudnienie z opublikowanych plików pakietu, a skrypt kontroli jakości porównuje kluczowe liczby wersji angielskiej i polskiej.

RYSUNEK 7 Architektura modelu CU-DE



Źródło: IGMNiR.

4.1 Zakres i segmenty

Model rozróżnia pięć segmentów. **D1** to udział miedzi w handlu hurtowym odpadami i złomem (46.77) oraz odzysku surowców (38.3), alokowany oddzielnie dla wartości (20% i 5%) i zatrudnienia (12% i 4,5%). **D2** i **D3** dzielą niemiecką działalność hutniczą i rafineryjną Aurubis AG (Hamburg i Lünen) według udziału produkcji wtórnej w krajowej produkcji miedzi rafinowanej (40,8%, BGR). Ich wartość dodaną wyznaczono ze sprawozdań spółki jako EBITDA powiększoną o koszty osobowe i pozostałe podatki od produkcji, pomniejszoną o kompensatę cen energii elektrycznej. **D4** to produkcja miedzi (NACE 24.44) pomniejszona o obie huty, powiększona o udział stopów miedzi (60%) w odlewnictwie pozostałych metali nieżelaznych (24.54). Ponieważ D4 jest resztą z sumy urzędowej, suma D2–D4 jest zakotwiczona w statystyce strukturalnej przedsiębiorstw. **D5** to udział przewodów miedzianych (75%) w produkcji przewodów i kabli (27.32).

TABELA 9 Segmenty modelu CU-DE, 2024 (wariant centralny)

Segment	Podstawa	Produkcja, mln EUR	WDB, mln EUR	Osoby	WDB na osobę, tys. EUR
D1 Zbiórka i handel złomem	SBS 46.77, 38.3 × udziały miedzi	1 581	608	4 530	134
D2 Miedź rafinowana wtórna	Aurubis AG × udział wtórny	5 202	251	1 310	191
D3 Miedź rafinowana pierwotna	Aurubis AG × udział pierwotny	7 548	364	1 910	191
D4 Półwyroby, walcówka i odlewy	SBS 24.44 − huty + udział 24.54	9 648	1 790	19 290	93
D5 Miedź w przewodach i kablach	SBS 27.32 × udział miedzi	4 562	1 058	14 320	74

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; Eurostat SBS 2024; sprawozdania finansowe Aurubis AG (HGB), rok kalendarzowy 2024. Produkcja D2 i D3 to przychody Aurubis AG, obejmujące metale szlachetne, produkty uboczne i wyroby miedziane wytwarzane w Hamburgu. EBITDA hut oszacowano na 300 mln EUR (zakres 230–380) na podstawie operacyjnej EBITDA grupy i wyniku Aurubis AG według HGB, która nie publikuje EBITDA.

4.2 Bilans masy miedzi

Moduł fizyczny operuje tonami miedzi. Miedź wtórna S to miedź rafinowana wtórna (BGR) powiększona o miedź ze złomu przetapianego bezpośrednio przez producentów półwyrobów i odlewnie (S_dm), oszacowaną jako miedź w półwyrobach (1 254 tys. t masy brutto przy 90% miedzi) pomniejszona o miedź rafinowaną zużytą do ich produkcji. Miedź we wsadzie wtórnym C wynika z S i uzysków. Krajową podaż miedzi wtórnej szacuje się dwiema niezależnymi metodami: rezydualnie – jako C pomniejszone o miedź w imporcie netto złomu (CN 7404 przy 82% miedzi w imporcie i 73% w eksporcie, według wartości jednostkowych) – oraz oddolnie – jako złom poużytkowy odzyskany z wyrobów wycofanych z użytkowania (model dynamiczny, rozdział 6) powiększony o złom technologiczny z przetwórstwa w Niemczech (9% miedzi w półwyrobach; złom z przetwórstwa eksportowanych półwyrobów powstaje za granicą). Różnica wskazuje na materiały miedzionośne importowane pod innymi kodami, zmiany zapasów i błąd szacunku.

$$S = S_{ref} + S_{dm} \qquad A_{res} = C - cu_{7404} \cdot (M_{7404} - X_{7404}) \qquad A_{bu} = \text{odzyskany złom poużytkowy} + r_{new} \cdot \text{Cu w półwyrobach}$$

4.3 Dynamiczny model miedzi w użytkowaniu

Moduł M2b jest modelem zasobów sterowanym napływem dla lat 1960–2035, uruchamianym od 1900 r. w celu zbudowania zasobu w użytkowaniu. Napływ miedzi do użytkowania to iloczyn liczby ludności i napływu na mieszkańca, zakotwiczonego w wartości dla UE-28 w 2014 r. podanej przez Wspólne Centrum Badawcze (5,91 kg na osobę) i przeskalowanego dla Niemiec współczynnikiem 1,10. Napływ na mieszkańca rośnie liniowo od 55% późniejszego poziomu w 1960 r. do tego poziomu w 1990 r., w latach 2020–2024 podąża za serią zużycia miedzi rafinowanej BGR, a od 2025 r. rośnie o 1,0% rocznie. Napływ dzieli się na pięć zastosowań według udziałów JRC; każda kohorta opuszcza użytkowanie po czasie życia o rozkładzie normalnym z odchyleniem standardowym równym 0,3 średniej. Wskaźniki zbiórki i odzysku według strumieni odpadów przyjęto za Glöserem i in. (2013). Model daje zasób w użytkowaniu, wypływy wyrobów wycofanych z użytkowania oraz zebrany i odzyskany złom poużytkowy w kolejnych latach.

TABELA 10 Parametry dynamicznego modelu miedzi w użytkowaniu

Zastosowanie	Udział napływu, %	Średni czas życia, lata	SD, lata	Strumień odpadów	Zbiórka, %	Odzysk, %
Budownictwo	34	40	12,0	Budowy i rozbiórki	72	65
Sprzęt elektryczny i elektroniczny	29	25	7,5	Przemysłowe urządzenia elektryczne	66	46

Zastosowanie	Udział napływu, %	Średni czas życia, lata	SD, lata	Strumień odpadów	Zbiórka, %	Odzysk, %
Maszyny przemysłowe	20	18	5,4	Przemysłowe urządzenia nieelektryczne	68	50
Transport	9	16	4,8	Pojazdy wycofane z eksploatacji	91	49
Wyroby konsumpcyjne i inne	8	8	2,4	Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny	63	34

Źródło: Passarini i in. (2018), JRC, UE-28 2014 (udziały i czasy życia); Glöser i in. (2013), świat 2010 (zbiórka i odzysk według strumieni odpadów). Przyporządkowanie zastosowań do strumieni odpadów – IGMNiR. W symulacji Monte Carlo czasy życia oraz wskaźniki zbiórki i odzysku są skalowane łącznie (Aneks B).

4.4 Moduły ekonomiczny, fiskalny, środowiskowy i strategiczny

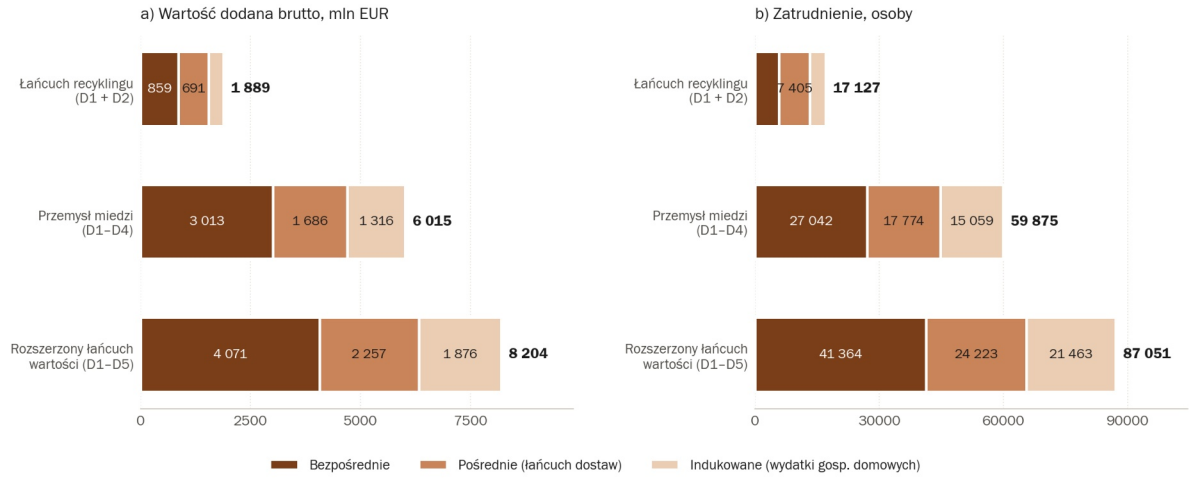
Efekty pośrednie i indukowane liczone są za pomocą mnożników Leontiefa typu I i II z bloku krajowego tablicy przepływów międzygałęziowych Eurostat FIGARO dla Niemiec (2024, 64 produkty; dla najnowszego roku częściowo projektowanej przez Eurostat na podstawie statystyki makroekonomicznej), zamkniętej względem gospodarstw domowych przy stopie opodatkowania dochodu z pracy 36% (implicite stopa opodatkowania pracy) i skłonności do konsumpcji 0,88. Zakupy wewnątrz łańcucha – złom, koncentrat, anody, katody i półwyroby – usunięto z popytu pierwszej rundy: nakłady metalonośne stanowią 90% produkcji hut, 68% produkcji półwyrobów i 55% miedziowej części produkcji kabli. Współczynniki zatrudnienia pochodzą z rachunków narodowych za 2024 r. (z konstrukcji zgodne z łącznym zatrudnieniem 45 960 tys. osób).

Podatki szacowane są dla każdego segmentu: podatki i składki od pracy jako stopa opodatkowania pracy zastosowana do kosztu pracy, podatek dochodowy i od działalności gospodarczej według stawki 30% od części nadwyżki operacyjnej oraz podatki od produkcji według współczynników FIGARO. Dla hut przyjęto obserwowane podatki dochodowe Aurubis AG (9,0 mln EUR w roku kalendarzowym 2024) i szacunek pozostałych podatków (5,0 mln EUR). Moduł środowiskowy porównuje miedź wtórną z pierwotną za pomocą przesiewowych inwentarzy dróg produkcji dla Hamburga i Lünen (rozdział 7). Niepewność uwzględniono za pomocą symulacji Monte Carlo (10 000 losowań) z rozkładów trójkątnych wszystkich parametrów z Aneksu B, przy czym grupy skorelowane powiązano kopułą Gaussa; uzupełnia ją analiza wrażliwości „jeden parametr naraz” i analiza strukturalna.

05 Wkład ekonomiczny i fiskalny

W 2024 r. rozszerzony łańcuch wartości miedzi wytworzył 4 071 mln EUR bezpośredniej wartości dodanej brutto i zatrudniał 41 400 osób. Krajowi dostawcy dodali 2 257 mln EUR i 24 200 miejsc pracy, a wydatki gospodarstw domowych z wypłaconych wynagrodzeń – kolejne 1 876 mln EUR i 21 500 miejsc pracy. Mnożnik wartości dodanej wynosi 1,55 (typ I) i 2,02 (typ II). Łańcuch recyklingu (D1 i D2) ma wyższy mnożnik typu I (1,80), ponieważ handel złomem i odzysk kupują więcej krajowych usług i transportu na euro wartości dodanej.

RYSUNEK 8 Wkład ekonomiczny łańcucha wartości miedzi w Niemczech, 2024



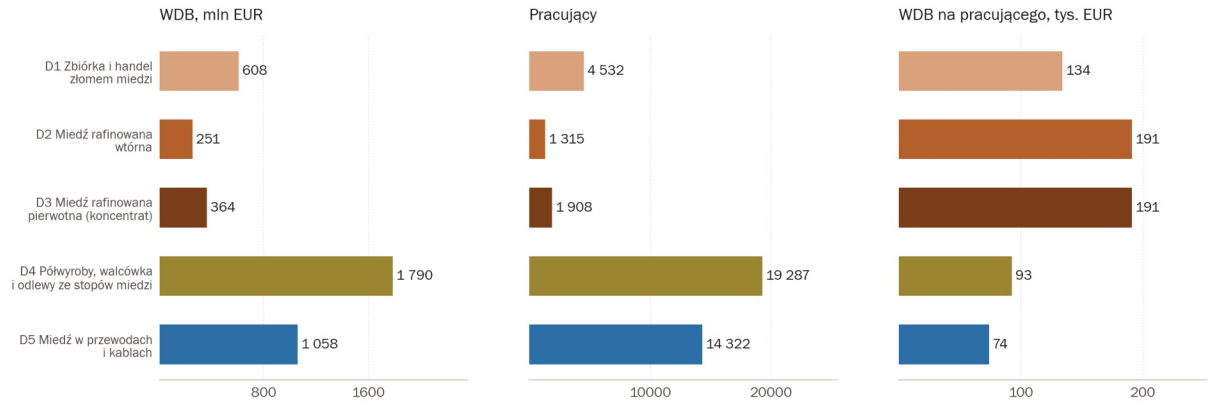
Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; raport roczny Aurubis AG 2024/25; Eurostat SBS 2024, FIGARO 2024, Comext; BGR; wariant centralny.

TABELA 11 Wkład ekonomiczny według segmentów, 2024 (wariant centralny)

Segment	WDB bezp.	WDB typ I	WDB typ II	Praca bezp.	Praca typ I	Podatki
D1 Zbiórka i handel złomem	608	1 140	1 376	4 530	10 280	368
D2 Miedź rafinowana wtórna	251	410	513	1 310	2 970	124
D3 Miedź rafinowana pierwotna	364	594	744	1 910	4 310	180
D4 Półwyroby, walcówka i odlewy	1 790	2 555	3 383	19 290	27 260	1 072
D5 Miedź w przewodach i kablach	1 058	1 629	2 188	14 320	20 770	666
Łańcuch recyklingu (D1+D2)	859	1 550	1 889	5 850	13 250	492
Przemysł miedzi (D1–D4)	3 013	4 699	6 015	27 040	44 820	1 744
Łańcuch rozszerzony (D1–D5)	4 071	6 328	8 204	41 360	65 590	2 410

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Mln EUR i osoby. Typ I uwzględnia krajowy łańcuch dostaw, typ II także wydatki gospodarstw domowych. Podatki: podatki i składki od pracy, podatki dochodowe i podatki od produkcji we wszystkich rundach, bez VAT.

RYSUNEK 9 Bezpośrednia WDB, zatrudnienie i produktywność według segmentów, 2024



Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; raport roczny Aurubis AG 2024/25; Eurostat SBS 2024, FIGARO 2024, Comext; BGR; wariant centralny.

Wartość dodana na osobę jest najwyższa w hutach (191 tys. EUR), a niższa w produkcji półwyrobów i odlewów (93 tys. EUR); średnia dla NACE 24.44 wynosi 112 tys. EUR. Producenci półwyrobów przetapiający złom bezpośrednio należą do D4; proporcjonalnie do miedzi uzyskiwanej ze złomu (19% miedzi w półwyrobach) odpowiadają za ok. 341 mln EUR wartości dodanej i 3 700 miejsc pracy. Kwoty te są częścią D4, a nie dodatkiem do łańcucha recyklingu. Przypisanie opiera się na wsadzie miedzi i nie jest wartością dodaną samego przetopu, której się nie obserwuje; produkcja ze złomu i z katod różni się asortymentem i marżami.

TABELA 12 Uzgodnienie zatrudnienia i obrotów ze statystyką branżową i urzędową, 2024

Zakres	Osoby	Obroty, mln EUR	Wartość dodana (koszty czynników), mln EUR	Źródło
WVMetalle: przemysł miedzi (statystyka stowarzyszenia)	16 000	22 000	–	Raport roczny WVMetalle 2024/25
SBS NACE 24.44 produkcja miedzi (wszystkie przedsiębiorstwa)	20 556	22 432	2 303	Eurostat SBS 2024
– w tym huty (Aurubis AG, D2 + D3)	3 223	12 750	630	Aurubis AG (HGB), rok kalendarzowy 2024
– w tym półwyroby i walcówka poza hutami (część D4)	17 333	9 682	1 674	Reszta
Odlewy ze stopów miedzi (60% NACE 24.54, część D4)	1 954	–	–	Eurostat SBS 2024
D2–D4 (przemysł miedzi w CU-DE)	**22 510**			
D1 zbiórka i handel złomem (udziały miedzi)	4 532	–	–	SBS 46.77, 38.3
D5 miedź w przewodach i kablach (75% NACE 27.32)	14 322	–	–	SBS 27.32
D1–D5	**41 364**			

Źródło: raport roczny WVMetalle 2024/25; Eurostat SBS 2024; Aurubis AG. WVMetalle podaje dla niemieckiego przemysłu miedzi blisko 16 tys. pracujących w ok. 60 przedsiębiorstwach i ok. 22 mld EUR obrotów, w tym ponad 12 mld EUR za granicą; zakres nie jest określony, a podana produkcja 1,5 mln t odpowiada półwyrobom, więc rafinacja prawdopodobnie nie jest uwzględniona. SBS obejmuje wszystkie przedsiębiorstwa zaklasyfikowane do NACE 24.44. CU-DE dodaje do D4 odlewy ze stopów miedzi, a dla hut stosuje dane spółki. Obroty Aurubis AG obejmują towary odsprzedawane.

TABELA 13 Definicje i wyniki modeli miedziowych IGMNiR dla Niemiec i Polski, 2024

Pozycja	CU-DE (Niemcy)	CU-PL (Polska)
Zakres łańcucha rozszerzonego	D1–D5: złom, rafinacja wtórna i pierwotna, półwyroby i odlewy, kable	C1–C5: złom, miedź wtórna, górnictwo i hutnictwo (KGHM), półwyroby, kable
Górnictwo	brak	uwzględnione (kopalnie KGHM)
Tablica przepływów	FIGARO 2024, DE	FIGARO 2024, PL
Bezpośrednia WDB, mln EUR	4 071	3 085
WDB typ I, mln EUR	6 328	4 401

Pozycja	CU-DE (Niemcy)	CU-PL (Polska)
Miejsca pracy typ I	65 600	53 000
Miedź wtórna, tys. t	459	167

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; IGMNiR CU-PL v1.2 (wartości centralne). Oba modele mają wspólną metodę, ale różnią się zakresem: CU-PL obejmuje górnictwo i podatek od wydobycia kopalin, CU-DE nie obejmuje górnictwa, ale większy przemysł półwyrobów i kabli oraz bezpośredni przetop złomu. Wartości są wkładem brutto w każdym kraju i nie tworzą rankingu.

Wyniki modelu przepływów międzygałęziowych zależą od sposobu oddzielenia zakupów wewnątrz łańcucha od pozostałych nakładów oraz od agregacji FIGARO do 64 produktów, w której miedź jest częścią metali (CPA C24), a kable – urządzeń elektrycznych (CPA C27). Tabela poniżej porównuje ujęcie centralne z wariantem ostrożnym, w którym z pierwszej rundy usuwa się także zakupy wyrobów metalowych, elektroniki, urządzeń elektrycznych i maszyn, z wariantem zachowującym krajowe zakupy metali (a więc liczącym część transakcji wewnątrz łańcucha podwójnie), z tablicą FIGARO za 2023 r. oraz z wartością dodaną w cenach bazowych dla wszystkich segmentów. Dla interpretacji istotny jest eksport: eksport miedzi rafinowanej i półwyrobów (CN 7403, 7407–7413) był w 2024 r. wart 10 361 mln EUR wobec 22 398 mln EUR produkcji D2–D4, więc znaczna część działalności zaspokaja popyt zagraniczny.

TABELA 14 Wrażliwość wyników przepływów międzygałęziowych na wybory konstrukcyjne, 2024

Wariant	WDB bezp., mln EUR	WDB typ I, mln EUR	Mnożnik	Praca typ I
Centralny: usunięte metale, rudy, złom i handel złomem	4 071	6 328	1,55	65 600
Ostrożny: usunięte także wyroby metalowe, elektronika, urządzenia elektryczne, maszyny	4 071	6 093	1,50	62 900
Zachowane krajowe zakupy metali (podwójne liczenie w łańcuchu)	4 071	11 302	2,78	113 800
FIGARO 2023 zamiast 2024	4 071	6 319	1,55	65 000
Ceny bazowe dla wszystkich segmentów (FIGARO, pozostałe podatki netto)	4 153	6 410	1,54	65 600

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; FIGARO 2024 i 2023 (naio_10_fcp_ip4). Wektory pierwszej rundy według 64 produktów CPA, wektory mnożników oraz data pobrania i skrót SHA-256 pliku FIGARO są częścią pakietu modelu (Aneks A). Nie porównywano wyników z krajowymi tablicami przepływów międzygałęziowych Destatis.

TABELA 15 Wartość dodana łańcucha dostaw według produktów dostawców, rozszerzony łańcuch wartości, 2024

Produkt dostawcy (CPA)	WDB, mln EUR	Udział, %
Usługi prawne, rachunkowe i doradztwa	188	8,3
Energia elektryczna, gaz i para	176	7,8
Obsługa rynku nieruchomości	153	6,8
Usługi IT i informacyjne	137	6,1
Transport lądowy	127	5,6
Usługi architektoniczne, inżynierskie i badawcze	124	5,5
Usługi ochrony, utrzymania budynków i biurowe	117	5,2
Budownictwo	109	4,8
Pozostałe produkty	1 126	49,9
WDB łańcucha dostaw razem	2 257	100,0

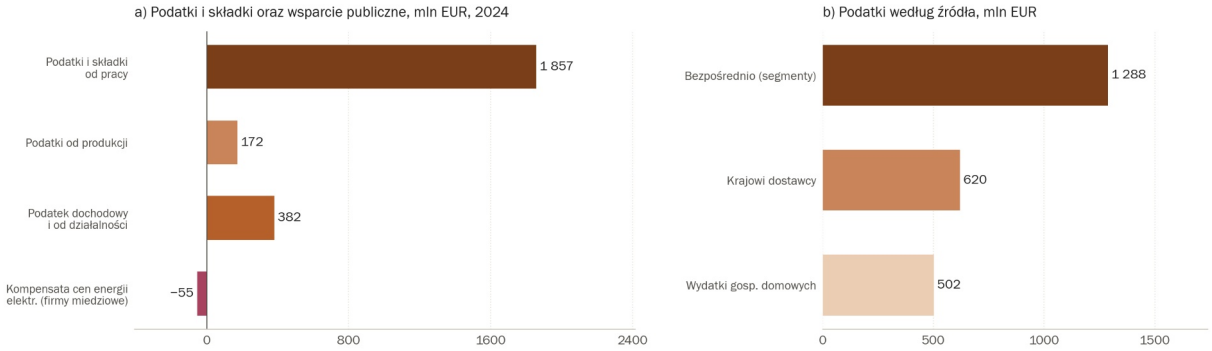
Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; efekty pośrednie typu I (macierz odwrotna Leontiefa krajowego bloku FIGARO zastosowana do wektorów pierwszej rundy).

5.1 Podatki, dochody publiczne i wsparcie publiczne

Z działalnością rozszerzonego łańcucha wiąże się ok. 2 410 mln EUR podatków i składek bez VAT: 1 288 mln EUR w samych segmentach, 620 mln EUR u krajowych dostawców i 502 mln EUR przez wydatki gospodarstw domowych. Podatki i składki od pracy wynoszą 1 857 mln EUR, przy stopie opodatkowania pracy 36%; przy klinie podatkowym OECD dla osoby samotnej o przeciętnym wynagrodzeniu (47,9%) byłyby wyższe, a efekty

indukowane niższe, ponieważ stopa zmienia podatki i dochód netto w przeciwnych kierunkach. Aurubis AG ujęła w roku kalendarzowym 2024 podatki dochodowe w wysokości 9,0 mln EUR (1 mln EUR w r.o. 2023/24 i 33 mln EUR w r.o. 2024/25). Skwantyfikowane wsparcie publiczne dla producentów miedzi to kompensata cen energii elektrycznej w wysokości 55,2 mln EUR za 2024 r.; zwolnienie z podatku od energii elektrycznej w procesach, obniżone opłaty sieciowe i bezpłatne uprawnienia do emisji (Hamburg miał w 2024 r. o ok. 170 tys. uprawnień więcej niż emisji) nie są kwantyfikowane. Kwoty te przypisują dochody publiczne działalności i nie są saldem fiskalnym netto.

RYSUNEK 10 **Podatki i składki związane z łańcuchem wartości miedzi oraz wsparcie publiczne, 2024**



Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; Aurubis AG 2024 (obserwowane podatki dochodowe); wykazy beneficjentów DEHSt (kompensata cen energii elektrycznej za 2024 r.); implicite stopa opodatkowania pracy; FIGARO 2024. Podatki to szacunki modelowe z wyjątkiem obserwowanych podatków dochodowych Aurubis AG; bez VAT. Kompensata to wydatek publiczny (pozostała dotacja do produkcji), pokazany osobno.

TABELA 16 **Podatki, składki i wsparcie publiczne według kategorii, 2024 (mln EUR)**

Kategoria	mln EUR	Status	Podstawa
(i) Obserwowane: podatki dochodowe Aurubis AG (rok kalendarzowy 2024)	9,0	O	Sprawozdania finansowe Aurubis AG
(ii) Modelowe, segmenty: podatki i składki od pracy	1 018	M	36% × koszty osobowe
(ii) Modelowe, segmenty: podatki dochodowe pozostałych firm	132	M	30% × opodatkowana część nadwyżki operacyjnej
(ii) Modelowe, segmenty: podatki od produkcji	128	M/S	Współczynniki FIGARO; szacunek dla Aurubis
(iii) Modelowe: krajowi dostawcy (typ I)	620	M	FIGARO
(iv) Modelowe: indukowane wydatkami gospodarstw domowych (typ II)	502	M	FIGARO, zamknięty względem gosp. domowych
Podatki i składki razem (bez VAT)	**2 410**		
Wsparcie publiczne: kompensata cen energii elektrycznej (firmy miedziowe)	55,2	O	Wykazy beneficjentów DEHSt
Wsparcie publiczne niekwantyfikowane: zwolnienie energii procesowej z podatku (§ 9a StromStG), obniżone opłaty sieciowe, bezpłatny przydział EU ETS	–		

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Koszt pracy to koszty osobowe według statystyki strukturalnej i sprawozdań spółek (wynagrodzenia brutto i składki pracodawcy). Stopa 36,3% to implicite stopa opodatkowania pracy w Niemczech w 2024 r. (Eurostat: podatki i obowiązkowe składki od dochodu z pracy najemnej w relacji do wynagrodzeń pracowników powiększonych o podatki od płac). Wsparcie publiczne pokazano osobno; nie jest porównywalne z modelowymi podatkami.

5.2 Produkty współwytwarzane i granice z innymi raportami IGMNiR

Huta w Hamburgu wytwarza oprócz miedzi kwas siarkowy (720 tys. t w 2024 r.), krzemian żelaza, metale szlachetne (Ag, Au i platynowce, 1 226 t), ołów (10 tys. t), siarczan niklu i metale towarzyszące; huta w Lünen – kompozyt cynowy, siarczan niklu, tlenek cynku i piasek z krzemianu żelaza. W wariancie centralnym CU-DE przypisuje całą wartość dodaną hut miedzi. W ujęciu wyłącznie miedziowym, przy alokacji ekonomicznej (70% wartości sprzedaży metali przypisane miedzi), bezpośrednia WDB łańcucha recyklingu spada z 859 mln EUR do 783 mln EUR, a łańcucha rozszerzonego – z 4 071 mln EUR do 3 886 mln EUR.

TABELA 17 Wpływ alokacji produktów współwytwarzanych i udziału wtórnego na wyniki, 2024 (mln EUR)

Wariant	WDB D1+D2	WDB D3	WDB D1–D5	WDB typ I	Kompensata
Cała wartość dodana hut przypisana miedzi (centralny)	859	364	4 071	6 328	55,2
Tylko miedź, alokacja masowa metali (97%)	851	353	4 052	6 298	54,3
Tylko miedź, alokacja ekonomiczna (70%)	783	255	3 886	6 027	46,2
Udział wtórny według zatrudnienia (38,3%)	843	380	4 071	6 328	55,2
Udział wtórny według zużycia energii zakładów (46,5%)	894	329	4 071	6 328	55,2
Tylko Lünen, według zatrudnienia (20,7%)	735	488	4 071	6 328	55,2

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Alokacja ekonomiczna według sprzedaży metali grupy w r.o. 2023/24 (miedź, złoto, srebro, ołów, nikiel, cyna, cynk, metale towarzyszące i platynowce) w cenach 2024 r.; kwas siarkowy i krzemian żelaza traktowane jako produkty uboczne. Udział wtórny według zatrudnienia przypisuje do D2 całe Lünen i Hamburg według jego produkcji wtórnej; klucz energetyczny opiera się na zużyciu energii zakładów (Lünen 508 GWh, Hamburg 1 119 GWh, z czego udział produkcji wtórnej); klucz „tylko Lünen” przypisuje wyłącznie zakład w Lünen. Aurubis nie publikuje wyników zakładów, więc klucze wyznaczają przedział podziału wartości dodanej między D2 i D3.

TABELA 18 Granice z innymi raportami IGMNiR

Działalność	CU-DE	Inny raport IGMNiR	Ujęcie
Przemysł miedzi w Polsce	–	CU-PL	Inny kraj; brak nakładania
Ołów, cyna, tlenek cynku i siarczan niklu z hut Aurubis	D2, D3	–	Produkty współwytwarzane hut; pokazane w tabeli alokacji
Mosiądz (stopy miedzi i cynku)	D4	–	Ujęty w półwyrobach miedzianych według masy brutto; zawartość cynku niewyodrębniona
Handel złomem metali nieżelaznych w Polsce	–	NF-REC-PL	Inny kraj; brak nakładania

Źródło: IGMNiR.

5.3 Porównanie z innymi badaniami miedzi w Niemczech

Inne badania miedzi w Niemczech posługują się innymi jednostkami analizy, latami i granicami. Tabela poniżej pokazuje, co obejmuje każde z nich i jak ma się do CU-DE; wielkości nie tworzą rankingu.

TABELA 19 Badania miedzi w Niemczech: zakres i związek z CU-DE

Badanie	Jednostka analizy i rok	Główne wielkości	Związek z CU-DE
BGR (2025), Rohstoffsituation 2024	Krajowy bilans miedzi rafinowanej, handel, 2024	597 tys. t rafinowanej (353 pierwotnej, 244 wtórnej); zużycie 965 tys. t	Dane wejściowe CU-DE (rozdziały 3 i 4)
USGS (2026), Minerals Yearbook 2024, Niemcy	Przemysł mineralny, 2024	597 tys. t rafinowanej; import koncentratu 870 tys. t, Chile 31%	Niezależne potwierdzenie produkcji miedzi rafinowanej i importu koncentratu
WVMetalle (2025), raport roczny 2024/25	Przemysł miedzi (stowarzyszenie), 2024	Blisko 16 tys. pracujących, ok. 22 mld EUR obrotów, udział eksportu ok. 56%	Uzgodnione z SBS i D2 –D4 (rozdział 5)
Bähr i in. (2024), IW Consult i Fraunhofer ISI dla KfW	Produkcja wszystkich dóbr zawierających miedź, 2022	216 mld EUR WDB (30% przetwórstwa), 1,8 mln pracujących	Ekspozycja wszystkich dóbr zawierających miedź; CU-DE obejmuje łańcuch miedzi do kabli
Pfaff i in. (2018)	Sprzężony model makroekonomiczny i przepływów substancji dla miedzi w Niemczech	Scenariusze działań na rzecz efektywności; opóźnione uwalnianie zasobów powoduje kompromisy między popytem pierwotnym a podażą wtórną	Najbliższy krajowy model dynamiczny; CU-DE stosuje prostszy model sterowany napływem
Soulier i in. (2018); Passarini i in. (2018, JRC)	Dynamiczne i statyczne przepływy miedzi, UE-28	Zasób UE ok. 82 mln t; udziały zastosowań i czasy życia	Źródło udziałów zastosowań i czasów życia w CU-DE; granica UE, nie Niemiec

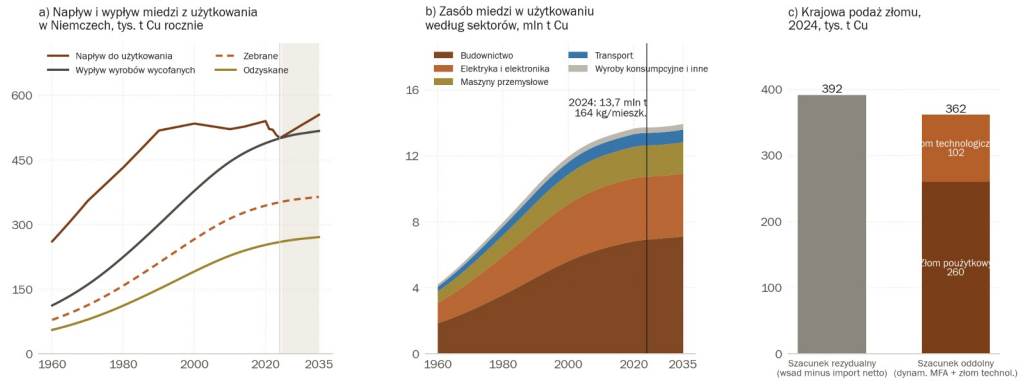
Badanie	Jednostka analizy i rok	Główne wielkości	Związek z CU-DE
BDE i in. (2024), Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft	Wskaźniki recyklingu, Niemcy	Miedź: rzeczywisty wskaźnik recyklingu ok. 80%, udział surowców wtórnych ok. 40%	Inne definicje (rozdział 6)
Icha i Lauf (2026), UBA Climate Change 16/2026	Wskaźnik CO_2 niemieckiej mieszanki energii elektrycznej	353 g/kWh w 2024 r. (dane wstępne)	Dane wejściowe inwentarzy dróg produkcji (rozdział 7)

Źródło: jak w tabeli; IGMNiR CU-DE v1.0. Pfaff i in. (2018) przywołano na podstawie opublikowanego streszczenia; ich wyników liczbowych nie porównywano.

06 Miedź w użytkowaniu i podaż złomu

Model dynamiczny szacuje, że na koniec 2024 r. w Niemczech w użytkowaniu znajdowało się ok. 13,7 mln t miedzi, czyli 164 kg na osobę (pasmo 90%: 141–189 kg). Budynki zawierają 50% zasobu, sprzęt elektryczny i elektroniczny 28%, a maszyny przemysłowe 14%. W 2024 r. do użytkowania weszło ok. 501 tys. t miedzi, a 501 tys. t opuściło je w wyrobach wycofanych; przy założeniu modelowym stałego napływu na mieszkańca w latach 1990–2019 zasób ustabilizował się, ponieważ wypływy z wcześniejszych kohort zrównały się z napływem. Produkcja półwyrobów była wyższa ok. 2000–2007 r. (WVMetalle); wariant wrażliwości z napływem wyższym o 25% w latach 1998–2008 przedstawiono poniżej. Z miedzi w wyrobach wycofanych zebrano 352 tys. t, a odzyskano jako złom pożytkowy 260 tys. t (wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych 52%).

RYSUNEK 11 **Miedź w użytkowaniu w Niemczech, 1960–2035, i krajowa podaż złomu w 2024 r.**



Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0, moduł M2b; model zasobów sterowany napływem 1960–2035 z udziałami zastosowań i czasami życia JRC (Passarini i in. 2018; rozkład normalny, SD = 0,3 × średnia), zbiórką i odzyskiem według strumieni odpadów wg Glösera i in. (2013); ludność Destatis. Szacunki modelowe; lata 2025–2035 przy centralnym wzroście napływu o 1% rocznie.

TABELA 20 **Zasób miedzi w użytkowaniu i wypływy wyrobów wycofanych według zastosowań, 2024 i 2035**

Zastosowanie	Zasób 2024, mln t	Wycofane 2024, tys. t	Odzysk 2024, tys. t	Zasób 2035, mln t	Wycofane 2035, tys. t
Budownictwo	6,94	153	100	7,13	171
Elektryka i elektronika	3,82	152	70	3,83	153
Maszyny przemysłowe	1,90	106	53	1,90	105
Transport	0,76	47	23	0,76	47
Wyroby konsumpcyjne i inne	0,34	43	14	0,34	41
Razem	13,75	501	260	13,96	518

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0, moduł M2b, parametry centralne. Rok 2035 przy wzroście napływu na mieszkańca o 1% rocznie od 2025 r.

Zasób na osobę mieści się w przedziale szacunków europejskich: JRC podaje ok. 140 kg na osobę dla UE-28 w 2014 r., Ciacci i in. (2017) 160–200 kg, a Soulier i in. (2018) zasób UE ok. 82 mln t, czyli ok. 160 kg na osobę; Glöser i in. (2013) szacują średnią światową na ok. 50 kg. Oddolnie oszacowana krajowa podaż miedzi wtórnej – 260 tys. t złomu pożytkowego i 102 tys. t złomu technologicznego – różni się o 30 tys. t od szacunku rezydualnego (392 tys. t), wyznaczonego z wsadu hut, przetopu bezpośredniego i handlu (pasmo 90% różnicy: od −38 do 91 tys. t). Dodatnia różnica jest zgodna z importem materiałów miedzionośnych pod kodami innymi niż złom miedzi (szacunkowo 8–15 tys. t miedzi), z przeszacowaniem przetopu bezpośredniego lub z niedoszacowaniem złomu pożytkowego, jeśli napływ ok. 2000 r. był wyższy od przyjętego. Odzysk złomu pożytkowego rośnie do 2035 r. o 4,3% w wariancie centralnym; prognoza zależy głównie od czasu życia wyrobów i poziomu napływu (tabela poniżej).

TABELA 21 Wrażliwość modelu dynamicznego

Wariant	Zasób 2024, kg/osobę	Wycofane 2024, tys. t	Odzysk 2024, tys. t	Wskaźnik recyklingu, %	Odzysk 2035, tys. t
Centralny	164	501	260	52	271
Czas życia −20%	133	518	271	52	276
Czas życia +20%	194	476	245	51	262
Współczynnik napływu 0,9	135	410	213	52	222
Współczynnik napływu 1,3	194	592	307	52	321
Napływ 1960 na poziomie 40%	164	493	255	52	270
Napływ 1960 na poziomie 70%	165	508	265	52	273
Zbiórka i odzysk +15%	164	501	299	60	312
Brak wzrostu napływu po 2024 r.	164	501	260	52	271
Wzrost napływu 2,5% rocznie	164	501	260	52	272
Napływ +25% w latach 1998–2008	175	547	283	52	287
Napływ według produkcji półwyrobów 1990–2024	162	508	264	52	266
Log-normalne czasy życia	164	501	261	52	271
Odzysk z pojazdów −50% (eksport aut używanych)	164	501	248	50	260
Budownictwo 40% napływu	171	496	263	53	276

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0, moduł M2b. Zmiana jednego parametru lub założenia naraz; produkcja półwyrobów według Metallstatistik WVMetalle (zmiany definicji ok. 2008 i 2019 r.). Współczynnik napływu skaluje napływ na mieszkańca względem wartości JRC dla UE-28.

Wskaźniki recyklingu różnią się definicją. Niemieckie źródła branżowe podają dla miedzi wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych z użytkowania ok. 80%; Kupferverband, powołując się na BGR i DERA, opisuje go jako rzeczywisty wskaźnik recyklingu, odnoszący miedź ponownie wykorzystaną do miedzi wprowadzonej na rynek na początku przeciętnego 35-letniego okresu użytkowania. Jest to wskaźnik z przesunięciem w czasie, a nie stosowana w CU-DE relacja odzyskanego złomu pożytkowego do wypływu wyrobów wycofanych w tym samym roku. Tabela poniżej pokazuje wskaźniki CU-DE na jego własnej granicy oraz – na ile pozwalają definicje – na granicy wskaźników publikowanych.

TABELA 22 Wskaźniki recyklingu miedzi: CU-DE i wartości publikowane dla Niemiec

Wskaźnik i definicja	CU-DE 2024	Publikowane	Źródło wartości publikowanej
Wskaźnik zbiórki: zebrane / wypływ wyrobów wycofanych	70%	–	Wskaźniki Glösera i in. (2013) według strumieni odpadów
Uzysk przerobu: odzyskane / zebrane	74%	–	
Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych: odzyskane / wypływ (ten sam rok)	52%	–	Definicja UNEP
Wskaźnik z przesunięciem: złom pożytkowy odzyskany w 2024 / napływ do użytkowania w 1989 (35 lat)	51% (59% przy zbiórce +15%)	ok. 80%	BGR/DERA za Kupferverband (2022); licznik i mianownik niepublikowane
Udział surowców wtórnych: miedź wtórna / miedź w pierwszym użyciu	39%	ok. 40%	BGR (2021–2022); BDE i in. (2024): 38% w 2021 r.
Udział produkcji wtórnej w produkcji miedzi rafinowanej	41%	41% (2024)	BGR (2025)
Wskaźnik wykorzystania złomu pożytkowego: odzyskany złom / miedź w pierwszym użyciu	22%	–	

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; BGR (2025); BDE i in. (2024), Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2024; Kupferverband (2024). Wartość 80% i wskaźniki CU-DE mają różne liczniki, mianowniki i odniesienia czasowe; zestawiono je obok siebie bez wzajemnego przeliczania. Wskaźniki udziału surowców wtórnych są zgodne z dokładnością do kilku punktów procentowych.

07 Wkład środowiskowy

Według danych International Copper Association za 2023 r., przytoczonych w deklaracji śladu środowiskowego Aurubis (2026), tona katody z miedzi pierwotnej wytwarzanej na świecie ma ślad „od kołyski do bramy" ok. 3,64 t CO_2e (3,96 t według profilu środowiskowego ICA, dane z 2019 r.), w którym dominuje wydobycie, wzbogacanie i hutnictwo, a także ok. 94 t odpadów przeróbczych, 31 kg emisji SO_2 i 57 m^3 wody. CU-DE porównuje niemiecką miedź wtórną z tą średnią światową przy substytucji 1:1 oraz porównuje drogi produkcji w Hamburgu i Lünen za pomocą przesiewowych inwentarzy zbudowanych z danych zakładowych (tabela poniżej). Inwentarze przyjmują energię elektryczną według lokalizacji w Niemczech (353 g CO_2 na kWh w 2024 r., dane wstępne, UBA 2026) i przypisują część obciążeń produktom współwytwarzanym.

TABELA 23 Przesiewowe inwentarze niemieckich dróg produkcji miedzi, t CO_2e na t Cu (2024)

Składnik	Hamburg pierwotna	Hamburg wsad wtórny	Lünen wtórna	Podstawa
Zakres 1 zakładu (EU ETS)	0,31	0,31	1,10	136 900 t / 442 tys. t; 160 700 t / 146 tys. t
Energia elektryczna, według lokalizacji	0,49	0,49	0,38	610 GWh i 159 GWh × 0,353 t/MWh
Koncentrat (wydobycie, wzbogacanie, transport)	2,00	–	–	Szacunek IGMNiR (struktura ICA)
Złom (zbiórka, transport, przygotowanie)	–	0,30	0,30	Szacunek IGMNiR
Przed alokacją	2,80	1,10	1,79	
Udział przypisany miedzi	0,75	0,75	0,85	Alokacja ekonomiczna, produkty współwytwarzane
Ślad miedzi	**2,10**	**0,82**	**1,52**	Przetop bezpośredni: 0,40 (przyrostowo)

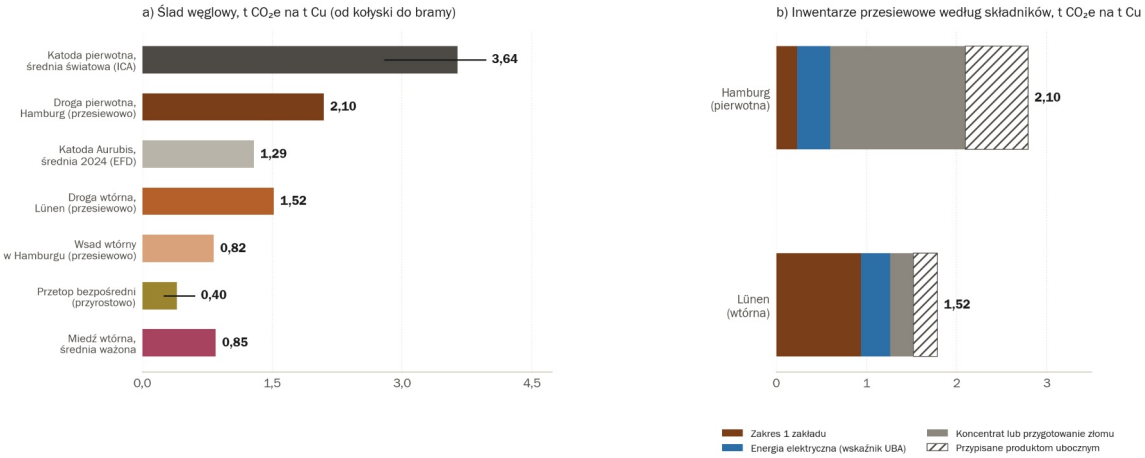
Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; deklaracja środowiskowa Aurubis 2026; wykaz instalacji DEHSt 2024; UBA (2026). Dane Hamburga podzielono przez produkcję miedzi 442 tys. t podaną w deklaracji środowiskowej za 2024 r., zgodną z sumą BGR; raport roczny Aurubis podaje ok. 350 tys. t katod zakładu w latach obrotowych, co podniosłoby ślad drogi pierwotnej w Hamburgu o ok. 0,2 t/t; energia elektryczna Hamburga zasila także odlewanie walcówki i rafinerię metali szlachetnych. Dane Lünen podzielono przez miedź wytworzoną z wsadu z recyklingu (146 tys. t: sprzedane wyroby miedziane 174 tys. t minus kupione anody i miedź blister). Ok. połowy emisji zakresu 1 w Lünen pochodzi z węgla organicznego we wsadzie (tworzywa w złomie elektronicznym). Ważony ślad miedzi rafinowanej wtórnej wynosi 1,24 t CO_2e/t, a całej miedzi wtórnej z przetopem bezpośrednim 0,85 t CO_2e/t.

TABELA 24 Produkty i wsad zakładu w Hamburgu oraz ich ujęcie w inwentarzu przesiewowym, 2024

Strumień	Ilość	Ujęcie w CU-DE	Uwagi
Miedź (katody i walcówka)	441,5 tys. t miedzi	Przepływ odniesienia (mianownik)	Walcówkę odlewa się z katod na miejscu; walcówka grupy (869 tys. t) nie jest podzielona na zakłady
Kwas siarkowy	719,6 tys. t	Bez obciążeń i uznania	Aurubis uwzględnia go przez rozszerzenie systemu
Krzemian żelaza	534,2 tys. t	Bez obciążeń	Materiał budowlany
Srebro, złoto, platynowce	1 226 t	Alokacja ekonomiczna	Obejmuje rafinację szlamów anodowych grupy
Ołów, siarczan niklu, związki Te/Sn/Se	10,0 / 0,9 / 0,4 tys. t	Alokacja ekonomiczna	
Wsad: koncentrat	906,7 tys. t brutto	Szacowany ślad górnictwa	Ok. 28% Cu
Wsad: anody i miedź blister z innych hut	126,6 tys. t brutto (CN 7402, Niemcy)	Ślad ich wytopu nie jest doliczony	Głównie z Pirdopu w Bułgarii
Wsad: złom miedzi i inne materiały miedzionośne	13,2 / 165,0 tys. t	Droga wsadu wtórnego (HS)	

Źródło: deklaracja środowiskowa Aurubis 2026 (rok kalendarzowy 2024); raport roczny Aurubis 2024/25; Comext. Ponieważ ślad wytopu importowanych anod nie jest doliczony, ślad drogi pierwotnej w Hamburgu jest dla tej części produkcji szacunkiem dolnym.

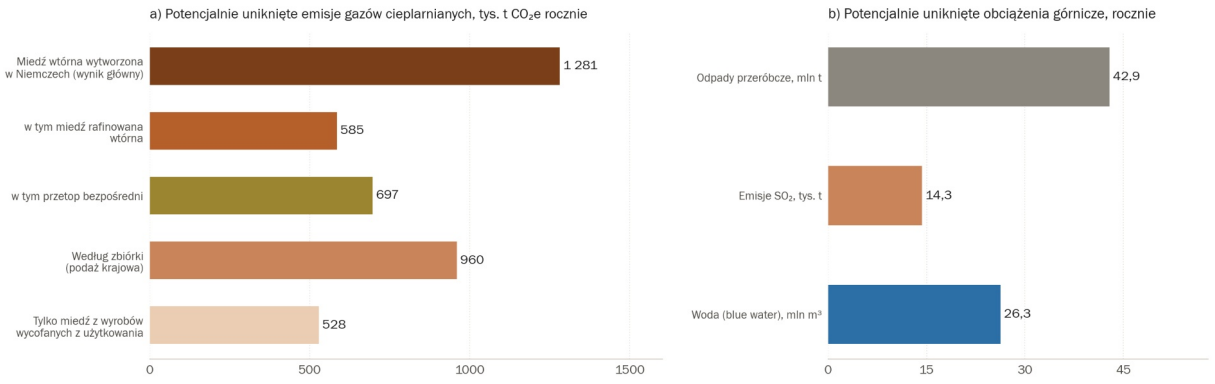
RYSUNEK 12 Ślad węglowy dróg produkcji miedzi pierwotnej i wtórnej



Źródło: dane ICA za 2023 r. według Aurubis (2026); ICA (2023); Nuss i Eckelman (2014); deklaracja środowiskowa Aurubis 2026 i deklaracja śladu środowiskowego 2026; EUTL 2024; UBA 2026. Hamburg i Lünen: inwentarze przesiewowe IGMNiR z energią elektryczną według lokalizacji i alokacją ekonomiczną (rozdział 6); nie są to porównawcze LCA według ISO 14044. Linie – zakresy z Aneksu B.

Na tej podstawie niemiecka miedź wtórna pozwoliła w 2024 r. potencjalnie uniknąć 1 281 tys. t CO_2e (pasmo 90%: 967–1 447 tys. t): 585 tys. t dzięki miedzi rafinowanej wtórnej i 697 tys. t dzięki przetopowi bezpośredniemu, który całkowicie pomija etap rafinacji. Przy uwzględnieniu tylko krajowej podaży złomu wielkość ta wynosi 960 tys. t, przy uwzględnieniu tylko miedzi z wyrobów wycofanych – 528 tys. t, a przy współczynniku substytucji 0,5 – reakcji rynku oszacowanej przez Rytera i in. (2022) – 447 tys. t. Uniknięte obciążenia powstają głównie w krajach wydobycia i hutnictwa i nie są redukcją niemieckiej inwentaryzacji emisji. Według średniej ceny EU ETS z 2024 r. wynik główny odpowiada 83 mln EUR, a według cieniowej ceny emisji Europejskiego Banku Inwestycyjnego – 266 mln EUR.

RYSUNEK 13 Emisje i obciążenia górnicze potencjalnie uniknięte dzięki niemieckiej miedzi wtórnej, 2024



Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0, moduł M4; substytucja 1:1 średniej światowej katody z miedzi pierwotnej (ICA 2023) niemiecką miedzią wtórną; uniknięte obciążenia powstają głównie poza Niemcami. Słupki w a) to alternatywne przypisania, niesumowalne, z wyjątkiem dwóch składników wyniku głównego.

7.1 Wrażliwość strukturalna

TABELA 25 Wrażliwość strukturalna potencjalnie uniknięty emisji i odpadów przeróbczych (2024)

Wariant	Wynik główny, tys. t CO_2e	Tylko rafinowana, tys. t CO_2e	Według zbiórki, tys. t CO_2e	Ślad wtórnej, t/t	Odpady przer., mln t
Wariant centralny	1 281	585	960	0,85	42,9
Substytucja 0,8	947	407	710	0,85	34,3
Substytucja 0,5 (reakcja rynku)	447	141	335	0,85	21,4
Tylko miedź z wyrobów wycofanych	705	322	528	0,85	23,6

Wariant	Wynik główny, tys. t CO_2e	Tylko rafinowana, tys. t CO_2e	Według zbiórki, tys. t CO_2e	Ślad wtórnej, t/t	Odpady przer., mln t
Wypierana miedź pierwotna wytwarzana w Hamburgu	574	209	430	0,85	42,9
Ślad pierwotnej 2,80 (Nuss i Eckelman)	896	380	671	0,85	42,9
Ślad pierwotnej 3,96 (ICA, dane 2019)	1 430	664	1 072	0,85	42,9
Węgiel z wsadu Lünen przypisany unieszkodliwianiu odpadów	1 350	653	1 011	0,70	42,9
Bez alokacji na produkty współwytwarzane	1 215	519	911	0,99	42,9
Średnia energia UE (213 g/kWh)	1 314	618	985	0,77	42,9
Ślad wtórnej 1,8 (Nuss i Eckelman)	844	448	632	1,80	42,9
Przetop bezpośredni 150 tys. t	1 071	585	935	0,92	36,8
Przetop bezpośredni 290 tys. t	1 524	585	981	0,78	49,9

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Wszystkie warianty są dodatnie: dla każdej badanej granicy systemu miedź wtórna ma niższy ślad niż pierwotna. Gdyby wypierana miedź pierwotna była wytwarzana w Hamburgu (2,10 t CO_2e/t), potencjalnie uniknięte emisje wyniosłyby 574 tys. t.

7.2 Granice systemu i porównywalność

Inwentarze przesiewowe nie są porównawczymi ocenami cyklu życia według ISO 14044. Różnią się od śladu produktu publikowanego przez Aurubis dla katody – średniej ważonej 1,29 t CO_2e na tonę w 2024 r. i 1,25 t w 2025 r. dla pięciu hut, zweryfikowanej przez TÜV Nord – głównie w trzech aspektach. Po pierwsze, wartość Aurubis jest średnią produkcji pierwotnej i wtórnej przy udziale surowców wtórnych ok. 44%; implikowany ślad katody pierwotnej Aurubis wynosi ok. 1,35–1,5 t CO_2e na tonę. Po drugie, Aurubis uwzględnia kwas siarkowy, parę i ołów przez rozszerzenie systemu, a CU-DE stosuje alokację według wartości i nie przypisuje kwasowi ani obciążeń, ani uznania. Po trzecie, Aurubis stosuje dane od dostawców koncentratu, a CU-DE – szacowany średni ślad górnictwa. Przyczyną nie jest energia elektryczna: Aurubis raportuje zakres 2 metodą rynkową, która dla Hamburga w 2024 r. dawała wartość wyższą niż stosowana tu metoda według lokalizacji. Aurubis nie publikuje śladów dla poszczególnych zakładów. Tabela poniżej zestawia granice systemu.

TABELA 26 Granice systemu porównywanych śladów

Ślad	Wartość, t CO_2e/t	Energia elektryczna	Produkty współwytwarzane	Status
ICA, globalna katoda pierwotna (dane 2023 według Aurubis)	3,64	Sieci regionalne	Masowa w górnictwie; rozszerzenie systemu i alokacja ekonomiczna w hutnictwie	LCA branżowa, ISO 14040/44
Katoda Aurubis, średnia ważona 2024	1,29	Metoda rynkowa	Rozszerzenie systemu; alokacja ekonomiczna dla metali szlachetnych	Deklaracja spółki, zweryfikowana
CU-DE, droga pierwotna Hamburg	2,10	Według lokalizacji, DE	Ekonomiczna, 75% na miedź	Szacunek przesiewowy
CU-DE, droga wtórna Lünen	1,52	Według lokalizacji, DE	Ekonomiczna, 85% na miedź	Szacunek przesiewowy
Nuss i Eckelman (2014), miedź wtórna	1,8	ecoinvent	ecoinvent	Literatura naukowa

Źródło: dane ICA za 2023 r. według Aurubis (2026); ICA (2023); deklaracja śladu środowiskowego Aurubis (Environmental Footprint Declaration, październik 2026); Nuss i Eckelman (2014); IGMNiR CU-DE v1.0.

TABELA 27 Cechy metodyczne zastosowanych śladów

Element	ICA, miedź pierwotna	Katoda Aurubis (EFD)	CU-DE Hamburg pierwotna	CU-DE Lünen wtórna	CU-DE przetop bezpośredni
Jednostka funkcjonalna	1 t katody	1 t katody (średnia 5 hut)	1 t miedzi	1 t miedzi z wsadu z recyklingu	1 t miedzi w półwyrobach

Element	ICA, miedź pierwotna	Katoda Aurubis (EFD)	CU-DE Hamburg pierwotna	CU-DE Lünen wtórna	CU-DE przetop bezpośredni
Granica systemu	Od kołyski do bramy	Od kołyski do bramy	Od kołyski do bramy (przesiewowo)	Od kołyski do bramy (przesiewowo)	Od bramy do bramy, przyrostowo wobec przetopu katod
Alokacja	Masowa (górnictwo); rozszerzenie systemu i ekonomiczna (hutnictwo)	Rozszerzenie systemu; ekonomiczna dla metali szlachetnych	Ekonomiczna, 75% na miedź	Ekonomiczna, 85% na miedź	Brak
Etapy wcześniejsze	Dane pierwotne kopalń członkowskich	Dane dostawców	Szacunek 2,0 t/t	Przygotowanie złomu 0,30 t/t	Ujęte w 0,40 t/t
Energia elektryczna	Sieci regionalne	Metoda rynkowa	Według lokalizacji, 353 g/kWh	Według lokalizacji, 353 g/kWh	Według lokalizacji
Udział surowców wtórnych / odcięcie	Tylko pierwotna	44% surowców wtórnych	Wsad pierwotny	Wsad wtórny, odcięcie na złomie	Złom, odcięcie
Wrażliwość w CU-DE	Zakres 2,8–3,965	Nie dotyczy	Alokacja, etapy wcześniejsze, sieć	Alokacja, węgiel we wsadzie, sieć	Zakres 0,25–0,60
Jakość danych	LCA branżowa (ISO 14040/44)	Deklaracja spółki, zweryfikowana	Dane zakładu 2024 i szacunki	Dane zakładu 2024 i szacunki	Szacunek IGMNiR

Źródło: ICA (2023); deklaracja śladu środowiskowego Aurubis (2026); IGMNiR CU-DE v1.0.

7.3 Niepewność wynikająca z wariantu odniesienia

Potencjalnie uniknięte emisje zależą bardziej od wariantu odniesienia niż od inwentarzy. W wariantach z punktu 7.1 wynik główny mieści się między 447 a 1 524 tys. t CO_2e: przy współczynniku substytucji 0,5–1,0 zamiast 1:1, przy wypieraniu miedzi pierwotnej z Hamburga (2,10 t CO_2e/t) lub od dostawcy o wyższej emisyjności (3,965 t, dane ICA z 2019 r.) zamiast średniej światowej oraz przy unijnej mieszance energii elektrycznej zamiast niemieckiej. Dodatkowy wsad niskiej jakości w scenariuszach ma o 45% wyższy ślad (rozdział 10). Nie przeprowadzono oceny konsekwencyjnej, która wskazałaby krańcowego producenta miedzi pierwotnej i reakcję podaży złomu na rynku. Wielkości dotyczące wody (blue water) i odpadów przeróbczych są potencjalnymi obciążeniami w regionach górniczych, a nie oszczędnością wody lub odpadów w Niemczech.

08 Wkład strategiczny

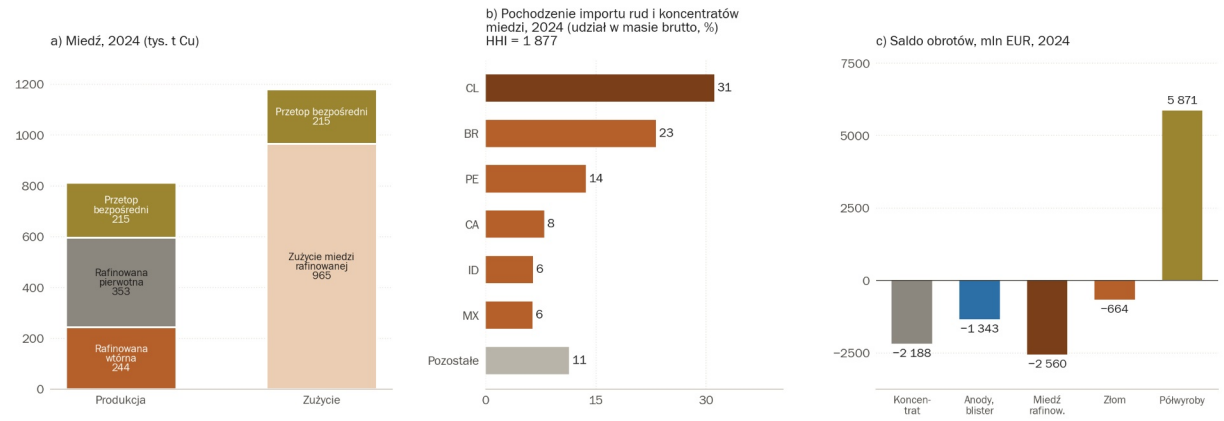
W 2024 r. Niemcy wyprodukowały 597 tys. t miedzi rafinowanej, co odpowiadało 62% jej zużycia (965 tys. t). Z uwzględnieniem przetopu bezpośredniego miedź wtórna dostarczyła 39% miedzi po raz pierwszy użytej. Cała miedź pierwotna jest rafinowana z importowanego koncentratu (870 tys. t masy brutto, ok. 240 tys. t miedzi) i importowanych anod (127 tys. t); Chile dostarczyło 31% importu koncentratu, a pięciu największych dostawców – 82% (HHI 1 877). Import miedzi rafinowanej jest mniej skoncentrowany (HHI 1 179) i pochodzi głównie z Belgii, Holandii i Polski. Złom jest importowany głównie z Holandii, Szwajcarii i Francji, a eksportowany głównie do Belgii, Polski i Chin.

RYSUNEK 14 **Wsad wtórny i miedź rafinowana w Niemczech, 2024**



Źródło: BGR Rohstoffsituation 2024 (produkcja i zużycie miedzi rafinowanej); Eurostat Comext 2024 (CN 7403 przy 100% Cu, CN 7404 przy 82% Cu w imporcie i 73% w eksporcie); bilans masy IGMNiR CU-DE (M2) i dynamiczne MFA (M2b). Przetop bezpośredni i pozycje rezydualne to szacunki modelowe.

RYSUNEK 15 **Wskaźniki bezpieczeństwa dostaw miedzi, 2024**



Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; BGR; Eurostat Comext (DS-045409; import według kraju pochodzenia w handlu spoza UE i kraju wysyłki w handlu wewnątrzunijnym). HHI: wskaźnik Herfindahla–Hirschmana krajów partnerskich (0–10 000).

TABELA 28 **Wskaźniki warunków skrajnych dla niemieckich hut miedzi, podstawa 2024**

Test	Wielkość	Skutek względny
Cena energii elektrycznej +50 EUR/MWh w obu hutach	38,5 mln EUR rocznie	6,3% WDB hut; 12,8% EBITDA hut
Utrata największego dostawcy koncentratu (Chile)	75 tys. t miedzi pierwotnej	77 mln EUR WDB D3 przy braku zastąpienia
Spadek importu netto złomu do zera	82 tys. t miedzi wtórnej	17,9% miedzi wtórnej przy braku zastąpienia

Test	Wielkość	Skutek względny
Przerwanie importu anod i miedzi blister	113 tys. t miedzi pierwotnej	32% produkcji miedzi rafinowanej pierwotnej; 117 mln EUR WDB D3 przy braku zastąpienia
Miesięczny postój huty w Hamburgu	37 tys. t miedzi rafinowanej	6,2% rocznej produkcji miedzi rafinowanej; 39 mln EUR WDB
Miesięczny postój huty w Lünen	12 tys. t miedzi wtórnej	5,0% rocznej produkcji miedzi rafinowanej wtórnej; 13 mln EUR WDB
Pozycja EU ETS huty w Lünen przy cenie z 2024 r.	2,2 mln EUR	Emisje przekraczają bezpłatny przydział o 34 tys. t; Hamburg ma o 170 tys. t więcej uprawnień niż emisji

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Statyczne efekty pierwszego rzędu przy wolumenach z 2024 r., bez reakcji cen, substytucji i umów; nie są prognozami. Energia: 769 GWh obu hut przed kompensatą. Koncentrat: udział największego partnera w masie brutto razy miedź rafinowana z koncentratu (ok. 240 tys. t); miedź pierwotna z importowanych anod nie jest objęta testem. Postoje: jedna dwunasta rocznej produkcji, WDB proporcjonalnie. W imporcie koncentratu spoza UE partnerem jest kraj pochodzenia; portów załadunku, pochodzenia z poszczególnych kopalń ani koncentracji światowego wydobycia nie analizowano.

TABELA 29 Wskaźniki strategiczne łańcucha wartości miedzi

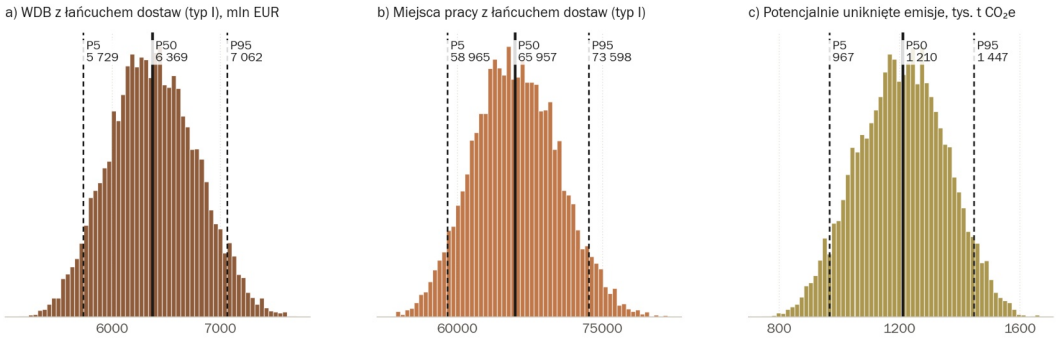
Wskaźnik	Wartość	Źródło
Produkcja / zużycie miedzi rafinowanej	62%	BGR
Rafinowana wtórna / zużycie miedzi rafinowanej	25%	BGR
Udział miedzi wtórnej w pierwszym użyciu	39%	CU-DE
Import koncentratu: HHI / udział 5 największych	1 877 / 82%	Comext
Import miedzi rafinowanej: HHI / udział 5 największych	1 179 / 70%	Comext
Import złomu: HHI / udział 5 największych	826 / 53%	Comext
Eksport złomu: HHI / udział 5 największych	772 / 55%	Comext
Saldo handlu półwyrobami (7407–7412), mln EUR	+5 871	Comext

HHI według krajów partnerskich wykazanych w statystyce handlu, masa brutto (kraj wysyłki dla handlu wewnątrz UE, pochodzenia dla importu spoza UE); koncentracja handlu różni się od koncentracji produkcji górniczej, a kraj wysyłki w handlu wewnątrzunijnym ukrywa pochodzenie materiału reeksportowanego. Wskaźniki opisują 2024 r. i są ujęte według produkcji.

09 Niepewność, testy kontrolne i ograniczenia

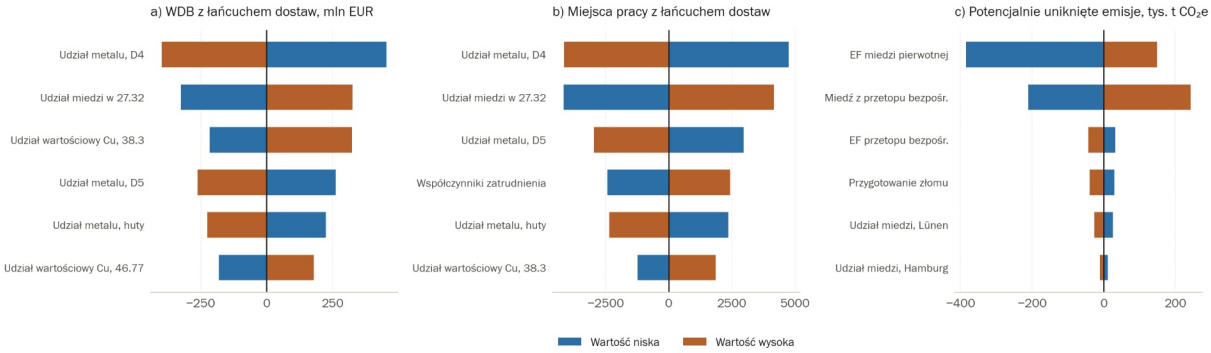
Pasmo 90% WDB z łańcuchem dostaw wynosi 5 729–7 062 mln EUR, miejsc pracy z łańcuchem dostaw 59 000 –73 600, a potencjalnie uniknięty emisji 967–1 447 tys. t CO_2e. Wyniki ekonomiczne są najbardziej wrażliwe na parametry: udział metalu w produkcji półwyrobów, udział miedzi w 27.32 i udział wartościowy miedzi, 38.3; emisje – na ślad miedzi pierwotnej i miedź z przetopu bezpośredniego. Percentyle tych wyników zmieniają się najwyżej o 1,2% przy innych ziarnach losowania i liczebnościach próby oraz niewiele przy innych założeniach o korelacji i rozkładach (tabela poniżej).

RYSUNEK 16 Rozkład Monte Carlo kluczowych wyników



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

RYSUNEK 17 Wrażliwość wyników na pojedyncze parametry



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

TABELA 30 Odporność pasma niepewności na konstrukcję statystyczną

Konstrukcja	WDB typ I, mln EUR (P5–P95)	Praca typ I (P5–P95)	Uniknięte emisje, tys. t (P5–P95)
Odniesienie (4 000 losowań, ziarno 7)	5 721–7 040	58 900–73 400	966–1 441
Brak korelacji	5 898–6 880	60 800–71 600	965–1 441
Korelacja 0,95 we wszystkich grupach	5 665–7 085	58 300–73 900	966–1 440
Rozkłady PERT	5 746–6 957	59 200–72 600	1 031–1 454

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0, moduł M6. Odrębna konstrukcja testu (4 000 losowań, ziarno 7) wobec przebiegu głównego (10 000 losowań, ziarno 20261118).

TABELA 31 Testy strukturalne wyników ekonomicznych i fiskalnych

Wariant	WDB D1+D2	WDB D1–D5	WDB typ I	Praca typ I	Podatki
Wariant centralny	859	4 071	6 328	65 600	2 410
Efekty łańcucha dostaw −20%	859	4 071	5 876	60 700	2 253
Efekty łańcucha dostaw +20%	859	4 071	6 779	70 400	2 566
FIGARO 2023 zamiast 2024	859	4 071	6 319	65 000	2 361
EBITDA hut 230 mln EUR	830	4 071	6 328	65 600	2 419
EBITDA hut 380 mln EUR	891	4 071	6 328	65 600	2 399
Udział metalu w hutach 87%	859	4 071	6 553	67 900	2 485
Udział metalu w hutach 93%	859	4 071	6 102	63 200	2 334
Udział miedzi w kablach 60%	859	3 859	6 002	61 400	2 277
Udział miedzi w kablach 90%	859	4 282	6 653	69 700	2 543
Tylko miedź, alokacja ekonomiczna	783	3 886	6 027	63 400	2 319
Kompensata pozostawiona w WDB	867	4 115	6 346	65 300	2 404
Łączne skrajne wartości parametrów, niskie	577	3 468	4 325	45 000	1 716
Łączne skrajne wartości parametrów, wysokie	1 114	4 538	8 875	93 000	3 306

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Mln EUR i osoby. Wariant niski: niskie udziały wartości i zatrudnienia miedzi w handlu złomem i odzysku, niski udział miedzi w kablach, wysokie udziały metalu w hutach, półwyrobach i kablach, efekty łańcucha dostaw −20%, alokacja ekonomiczna. Wariant wysoki: odwrotnie, bez alokacji. Każdy wariant łączy jednocześnie kilka skrajnych wartości parametrów.

TABELA 32 Pasmo niepewności parametrów i zakres wariantów strukturalnych

Wynik	P5	P95	Minimum strukturalne	Maksimum strukturalne
WDB typ I, mln EUR	5 729	7 062	4 325	8 875
Miejsca pracy typ I	59 000	73 600	45 000	93 000
Potencjalnie uniknięte emisje, tys. t CO_2e	967	1 447	447	1 524

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Zakres strukturalny obejmuje warianty z powyższych tabel, które zmieniają granice, zbiory danych lub reguły alokacji albo łączą jednocześnie kilka skrajnych wartości parametrów; pasmo Monte Carlo odzwierciedla łączną niepewność parametrów z korelacjami. Oba zakresy odpowiadają na różne pytania i nie są łączone.

9.1 Testy kontrolne

TABELA 33 Testy kontrolne modelu CU-DE

Test	Model lub źródło 1	Odniesienie	Źródło odniesienia
Miedź rafinowana: suma krajowa BGR wobec Aurubis Hamburg + Lünen, tys. t	597,0	606,6	BGR; deklaracja Aurubis 2026
Walcówka: WVMetalle wobec PRODCOM, tys. t	634,1	650,1	WVMetalle; PRODCOM 24442330
Zatrudnienie: suma modelu wobec rachunków narodowych 2024 (test konstrukcji), tys.	45 960	45 960	FIGARO; nama_10_a64_e
Huty + D4, wartość dodana według kosztów czynników wobec SBS 24.44, mln EUR	2 303	2 303	Tożsamość z konstrukcji
Zatrudnienie w hutach wobec zatrudnienia SBS 24.44, osoby	3 223	20 556	Aurubis AG; SBS
Miedź w kablach (model) wobec krajowej dostępności walcówki, tys. t	297	319	WVMetalle; Comext 7408
Krajowa podaż złomu: oddolnie wobec rezydualnie, tys. t Cu	362	392	Model dynamiczny (M2b); wsad i handel
EU ETS: zweryfikowane emisje wobec bezpłatnego przydziału, tys. t CO_2	297,6	433,8	DEHSt
Kompensata firm miedziowych wobec sumy dla metali nieżelaznych, mln EUR	55,2	369,7	DEHSt

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Wiersze 1–2 porównują niezależne źródła; wiersze 3–5 testują konstrukcję; wiersze 6–7 porównują szacunki modelowe z niezależnymi danymi; wiersze 8–9 dają kontekst.

9.2 Ograniczenia

- **Sprawozdania hut.** Aurubis AG nie publikuje EBITDA ani odrębnych sprawozdań dla Hamburga i Lünen; EBITDA hut wyznaczono z danych grupy i jednostki dominującej, a podział na miedź wtórną i pierwotną opiera się na krajowym udziale produkcji.
- **Przetop bezpośredni.** Ilość złomu przetapianego bezpośrednio przez producentów półwyrobów nie jest publikowana i szacuje się ją z różnicy między miedzią w półwyrobach a zużyciem miedzi rafinowanej; od niej zależą wyniki fizyczne i środowiskowe dla miedzi wtórnej.
- **Model dynamiczny.** Historia napływu sprzed 2020 r. jest odtwarzana na podstawie wartości dla UE i ścieżki liniowej, czasy życia są średnimi unijnymi, a wskaźniki zbiórki – średnimi światowymi; wiele pojazdów wycofywanych z eksploatacji opuszcza Niemcy jako samochody używane, więc odzysk z transportu może być niższy. Zasób i strumienie złomu są wynikami modelowymi, nie obserwacjami.
- **Inwentarze środowiskowe.** Inwentarze dróg produkcji są szacunkami przesiewowymi z szacowanym śladem górnictwa i udziałami alokacji; nie są porównawczymi ocenami według ISO 14044. W wyniku głównym zakłada się substytucję miedzi pierwotnej 1:1.
- **Model przepływów międzygałęziowych.** Tablica FIGARO 2024 jest częściowo projektowana przez Eurostat; mnożniki zakładają stałe współczynniki techniczne i nieograniczoną podaż; wyniki są wkładem brutto.
- **Struktura gospodarcza.** FIGARO łączy miedź z innymi metalami (CPA C24), a kable z innymi urządzeniami elektrycznymi (CPA C27); nie wykorzystano krajowych tablic przepływów międzygałęziowych Niemiec. Podział hut na D2 i D3 opiera się na kluczach, ponieważ wyniki zakładów nie są publikowane.
- **Scenariusze.** Scenariusze nie uwzględniają sprzężeń między cenami złomu, jego jakością, decyzjami eksportowymi, wymianą wyrobów i zdolnościami instalacji.
- **Dane handlowe.** HHI opiera się na krajach partnerskich w statystyce handlu; handel wewnątrz UE jest rejestrowany według kraju wysyłki, a masa brutto koncentratu i złomu różni się od zawartości miedzi.

10 Scenariusze do 2035 r.

Scenariusze są ilustracyjnymi zestawami założeń, a nie prognozami. Zachowują ceny i współczynniki przepływów międzygałęziowych z 2024 r., a zmieniają wolumeny, ślady emisyjne i wydajność pracy (+1% rocznie). Odzysk złomu pożytkowego wynika z modelu dynamicznego. S1 (2030) zakłada umiarkowany wzrost rafinacji wtórnej – np. dzięki drugiemu konwertorowi TBRC w Lünen – i produkcji kabli na potrzeby rozbudowy sieci; S2 (2035) – ścieżkę wysokiego obiegu z rafinacją wtórną na poziomie przyjętej zdolności i niższymi śladami obu dróg; S3 (2030) – ścieżkę kryzysową z niższą produkcją pierwotną, wtórną i półwyrobów.

TABELA 34 Założenia scenariuszy (zmiana względem 2024 r.)

Czynnik	S1 2030	S2 2035	S3 2030
Miedź rafinowana wtórna	+10%	+25%	−15%
Przetop bezpośredni złomu	+5%	+10%	−10%
Zbiórka i handel złomem (D1)	+5%	+12%	−10%
Miedź rafinowana pierwotna (D3)	0%	−5%	−20%
Półwyroby i odlewy (D4)	0%	+5%	−10%
Miedź w kablach (D5)	+10%	+20%	0%
Ślad miedzi pierwotnej	−5%	−12%	−5%
Ślad miedzi wtórnej	−15%	−30%	−5%

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Rafinacja wtórna jest ograniczona do 300 tys. t, a całkowita do 650 tys. t. Dodatkowy wsad wtórny ma niższy uzysk (90%) i o 45% wyższy ślad niż mieszanka wsadu z 2024 r., co odzwierciedla wyższą zawartość węgla organicznego w niskoprocentowym złomie elektronicznym na tonę miedzi. Zdolność pieców do przerobu niskoprocentowych surowców nie jest modelowana osobno.

TABELA 35 Bilans miedzi w scenariuszach (tys. t Cu)

Pozycja	2024	S1 2030	S2 2035	S3 2030
Miedź rafinowana wtórna	244	268	300	207
Przetop bezpośredni	215	226	237	194
Miedź rafinowana pierwotna	353	353	336	283
Odzyskany złom pożytkowy (model dynamiczny)	260	267	271	267
Dodatkowa miedź we wsadzie wtórnym wobec 2024 r.	0	38	85	−61
Dodatkowy złom krajowy wobec 2024 r. (pożytkowy i technologiczny)	0	7	16	−3
Różnica do pokrycia importem lub wyższą zbiórką	0	31	68	−58

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. W S2 rafinacja wtórna osiąga przyjętą zdolność; przy 20–30% miedzi w dodatkowym niskoprocentowym wsadzie dodatkowe surowce wyniosłyby ok. 190–280 tys. t rocznie wobec 313 tys. t surowców z recyklingu przerobionych w Lünen w 2024 r. Dodatnia różnica oznacza, że scenariusz wymaga więcej wsadu wtórnego, niż model dynamiczny prognozuje ze źródeł krajowych przy stałych wskaźnikach zbiórki i odzysku; ujemna – że złom krajowy jest uwalniany na inne zastosowania lub eksport.

TABELA 36 Fizyczna interpretacja niższego śladu drogi wtórnej w S2 (przykład dla Lünen)

Składnik	2024	S2 2035, przykład	Przyjęta zmiana
Zakres 1 Lünen, t CO_2/t	1,10	0,83	Mniejsze zużycie paliw i reduktorów, częściowo biogenicznych (−25%)
Energia elektryczna, t CO_2/t	0,38	0,22	Wskaźnik sieci 200 g/kWh w 2035 r.
Złom (upstream), t CO_2e/t	0,30	0,26	Transport o niższej emisyjności (−15%)
Ślad Lünen po alokacji, t CO_2e/t	1,52	1,10	Założenie scenariusza dla wszystkich dróg wtórnych: o 30% mniej (1,06 dla Lünen)

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0. Zmiany są przykładami zgodnymi z założoną redukcją; ich wykonalności technicznej i ekonomicznej nie oceniano.

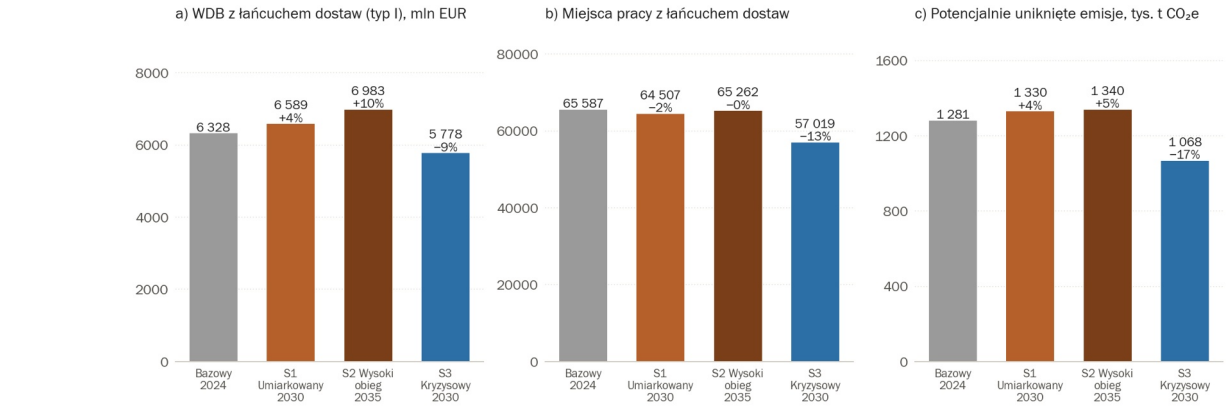
TABELA 37 Dekompozycja zmiany potencjalnie uniknięty emisji między 2024 r. a scenariuszem S2, tys. t CO_2e

Krok	Uniknięte emisje	Zmiana
Bazowy 2024	1 281	–
Więcej miedzi wtórnej (wolumen)	1 486	205
Gorszy wsad krańcowy	1 455	−31
Niższy ślad miedzi wtórnej	1 574	119
Niższy ślad miedzi pierwotnej	1 340	−234
S2 2035	1 340	58

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; dekompozycja sekwencyjna w podanej kolejności. Niższy ślad miedzi pierwotnej zmniejsza emisje unikane przez każdą tonę miedzi wtórnej.

W S1 bezpośrednia wartość dodana rośnie do 4 232 mln EUR, a w S2 do 4 485 mln EUR; w S3 spada do 3 721 mln EUR. Zatrudnienie z łańcuchem dostaw zmienia się mniej niż wartość dodana, ponieważ wydajność pracy rośnie o 1% rocznie; bez tej korekty liczba miejsc pracy z łańcuchem dostaw wyniosłaby w S2 72 800. Potencjalnie uniknięte emisje rosną w S2 do 1 340 tys. t: efekt większej ilości miedzi wtórnej i jej niższego śladu jest częściowo równoważony niższym śladem zastępowanej miedzi pierwotnej.

RYSUNEK 18 Wyniki scenariuszy: zmiana względem 2024 r.



Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; ceny 2024; założenia w tabeli scenariuszy; wydajność pracy +1% rocznie; ślad obu dróg produkcji maleje w czasie.

11 Podsumowanie

Łańcuch wartości miedzi jest istotną częścią niemieckiego przetwórstwa przemysłowego. W 2024 r. wytworzył ok. 4 070 mln EUR bezpośredniej wartości dodanej i 6 330 mln EUR wraz z krajowym łańcuchem dostaw oraz zapewniał ok. 65 600 miejsc pracy z łańcuchem dostaw. Półwyroby, odlewy i kable odpowiadają za większość wartości dodanej i zatrudnienia; obie huty wytwarzają 15% bezpośredniej wartości dodanej i przerabiają głównie importowany koncentrat, anody i materiały wtórne.

Miedź wtórna – 244 tys. t rafinowanej i ok. 220 tys. t przetopionej bezpośrednio – dostarczyła 39% miedzi po raz pierwszy użytej w Niemczech. Zasób miedzi w użytkowaniu, wynoszący ok. 13,7 mln t, uwalnia rocznie ok. 500 tys. t miedzi w wyrobach wycofanych z użytkowania, z czego ok. połowa jest odzyskiwana. Zastępując miedź pierwotną, niemiecka miedź wtórna pozwoliła w 2024 r. potencjalnie uniknąć ok. 1 280 tys. t CO_2e i 43 mln t odpadów przeróbczych, głównie poza Niemcami. Produkcja miedzi rafinowanej pokrywa 62% jej zużycia; koncentrat pochodzi głównie z Chile, Brazylii i Peru, a złom jest przedmiotem handlu głównie w Europie.

Wyniki najsilniej zależą od udziałów miedzi w handlu złomem i produkcji kabli, od udziałów metalu w półwyrobach i hutach, a w przypadku emisji – od śladu miedzi pierwotnej i ilości złomu przetapianego bezpośrednio. W scenariuszach do 2035 r. bezpośrednia wartość dodana mieści się między 3 720 mln EUR (scenariusz kryzysowy, 2030) a 4 480 mln EUR (wysoki obieg, 2035). W scenariuszu wysokiego obiegu rafinacja wtórna osiąga przyjętą zdolność, a dodatkowy wsad wtórny przewyższa przyrost krajowego złomu prognozowany przez model dynamiczny o ok. 68 tys. t miedzi.

A Źródła danych i handel

TABELA 38 Główne źródła danych modelu CU-DE

Obszar	Źródło	Zastosowanie w CU-DE
Sprawozdania i raporty środowiskowe spółek	Raporty roczne Aurubis AG 2023/24 i 2024/25 (ze sprawozdaniem Aurubis AG według HGB); deklaracja środowiskowa 2026 (EMAS); Environmental Footprint Declaration 2026; raporty Wieland, KME, Diehl, LEONI, NKT	D2–D3: przychody, koszty osobowe, zatrudnienie, podatki; produkcja, energia i emisje zakładów; kontekst spółek
Bilans i produkcja miedzi	BGR, Deutschland – Rohstoffsituation 2024; WVMetalle, Quartalsbericht 02/2025 i Metallstatistik	Produkcja miedzi rafinowanej (pierwotnej, wtórnej) i zużycie; półwyroby i odlewy
Statystyka strukturalna przedsiębiorstw	Eurostat sbs_ovw_act, 2021–2024	Produkcja, wartość dodana, zatrudnienie, koszty pracy (46.77, 38.3, 24.44, 24.54, 27.32)
Przepływy międzygałęziowe i rachunki narodowe	Eurostat FIGARO naio_10_fcp_ip4, 2024 (2023 jako test); nama_10_a64(_e)	Współczynniki krajowe, wartość dodana, popyt gospodarstw domowych; zatrudnienie
Handel zagraniczny i produkcja	Eurostat Comext DS-045409, 2015–2025; PRODCOM 2024	CN 2603, 7401–7413, 262030, 7112, 8549; walcówka i półwyroby
Emisje i pomoc publiczna	Wykaz instalacji DEHSt 2024 i raporty o kompensacie cen energii 2023–2024; wskaźnik sieci UBA	Emisje zweryfikowane, bezpłatny przydział; kompensata; emisyjność energii elektrycznej
Dynamiczny model miedzi w użytkowaniu	Passarini i in. (2018, JRC); Glöser i in. (2013); ludność – Destatis	Udziały zastosowań, czasy życia, wskaźniki zbiórki i odzysku
Dane LCA	ICA (2023); Nuss i Eckelman (2014); Aurubis (2026)	Ślady, energia, odpady przeróbcze, zakwaszenie, woda

Dane Eurostatu według stanu na 31 października 2026 r.

TABELA 39 Handel zagraniczny miedzią według produktów, 2024

CN	Produkt	Import, tys. t	Eksport, tys. t	Import, mln EUR	Eksport, mln EUR	Saldo, mln EUR
2603	Rudy i koncentraty miedzi	869,9	38,7	2 284	96	−2 188
7401	Kamień miedziowy, miedź cementacyjna	3,1	11,4	14	57	43
7402	Miedź nierafinowana, anody	126,6	5,7	1 423	80	−1 343
7403	Miedź rafinowana i stopy, nieobrobione	456,9	152,7	3 859	1 298	−2 560
7404	Odpady i złom miedzi	464,9	403,9	2 951	2 287	−664
7405	Stopy wstępne miedzi	6,0	0,7	52	8	−45
7406	Proszki i płatki miedzi	6,0	8,2	67	121	54
7407	Pręty i kształtowniki z miedzi	61,7	116,5	504	966	462
7408	Drut miedziany	90,7	405,3	813	3 683	2 870
7409	Blachy i taśmy miedziane	59,4	194,5	580	2 209	1 628
7410	Folia miedziana	5,0	5,8	88	113	25
7411	Rury miedziane	33,1	69,8	363	784	421
7412	Łączniki rur miedzianych	23,7	26,6	486	951	465
7413	Linki i kable miedziane nieizolowane	20,0	37,4	200	357	157

Źródło: Eurostat Comext (DS-045409), 2024. Ilości w masie brutto. Przepływy obejmują reeksport. BGR podaje dla niektórych kodów nieco inne ilości (np. import złomu 460 tys. t) z powodu innej koncepcji handlu.

TABELA 40 Krajowy popyt pierwszej rundy według segmentów i grup produktów, 2024 (mln EUR)

Grupa produktów (CPA)	D1	D2	D3	D4	D5
Energia elektryczna, gaz, para	20,6	41,7	60,5	201,1	24,3
Koks i produkty rafinacji	11,1	9,2	13,3	44,2	3,1
Chemikalia	4,5	7,1	10,3	34,3	2,9
Wyroby z gumy i tworzyw	5,0	0,7	0,9	3,1	23,6
Transport i magazynowanie	130,2	30,9	44,9	149,1	63,2
Naprawy i instalacja	2,2	21,4	31,0	103,0	23,3
Wyroby metalowe, maszyny	16,7	9,3	13,5	44,8	66,4
Usługi profesjonalne i wsparcia	212,4	35,9	52,1	172,9	166,5
Handel (bez hurtu złomu)	18,8	4,7	6,8	22,4	42,6
Pozostałe produkty	216,8	41,1	59,6	198,1	299,4
Krajowy popyt pierwszej rundy razem	638,2	201,9	293,0	973,1	715,3
Niemetalowe zużycie pośrednie z importem	973,5	269,2	390,6	1 297,4	995,2
Udział krajowy w zużyciu pośrednim spoza łańcucha	66%	75%	75%	75%	72%

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0; współczynniki krajowe i wszystkich pochodzeń FIGARO 2024. Zakupy metali, rud, złomu i hurtu złomu (CPA_C24, CPA_B, CPA_G46, CPA_E37-39) wyłączono jako zakupy wewnątrz łańcucha; udział krajowy wynika ze struktury nakładów FIGARO produktu macierzystego. Pełne wektory według 64 produktów CPA zawiera pakiet modelu (plik 04).

TABELA 41 Specyfikacja modułu przepływów międzygałęziowych

Element	Specyfikacja
Tablica	Eurostat FIGARO, produkt × produkt, 2024 (naio_10_fcp_ip4, edycja z lipca 2026 r.); tablica za 2023 r. jako test strukturalny; blok krajowy (pochodzenie DE), 64 produkty CPA
Mnożniki	Typ I: $L = (I - A_d)^{-1}$; typ II: gospodarstwa domowe endogenizowane – dochód z pracy × (1 − stopa opodatkowania pracy) × skłonność do konsumpcji, wydatkowany według krajowej struktury konsumpcji FIGARO
Zatrudnienie	Pracujący 2024 (nama_10_a64_e) na jednostkę produkcji, według produktów CPA
D1 – pierwsza runda	Struktura nakładów CPA_G46 (46.77) i CPA_E37-39 (38.3), przeskalowana do produkcji minus WDB części miedziowej
D2–D5 – pierwsza runda	Nakłady pośrednie niemetalowe = produkcja − WDB − udział metalu × produkcja; rozłożone według struktury wszystkich pochodzeń CPA_C24 (D2–D4) lub CPA_C27 (D5) bez metali, rud i złomu; do modelu Leontiefa wchodzi część krajowa
Podatki i dotacje	Stopa opodatkowania pracy × koszt pracy; podatki dochodowe 30% × opodatkowana część nadwyżki operacyjnej (Aurubis AG: obserwowane podatki dochodowe); podatki od produkcji według współczynników FIGARO; kompensata cen energii jako pozostała dotacja do produkcji, odjęta od WDB

Pakiet modelu. Pakiet CU-DE 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 miedzi i serie modelu dynamicznego, inwentarze dróg produkcji, parametry z klasami wiarygodności i macierz korelacji, podsumowania Monte Carlo oraz manifest SHA-256. Skrypt replikacyjny odtwarza z tych plików bezpośrednią wartość dodaną i zatrudnienie oraz efekty typu I (największa różnica 0,001); skrypt kontroli jakości sprawdza kluczowe liczby w obu wersjach językowych. Identyfikator przebiegu: CUDE-1.0-d63adeda8b.

TABELA 42 Pliki danych wejściowych pakietu modelu

Plik	Zawartość	Rozmiar, KB	SHA-256 (pierwsze 16 znaków)
comext_de_other_sec.csv	Comext, inne materiały wtórne	13	8f43f6e3b8cb9e81
comext_de_partners.csv	Comext, handel miedzią według partnerów	189	339272d58b7deb57
comext_de_world.csv	Comext, handel miedzią ze światem	40	d94762085e5dc3cc

Plik	Zawartość	Rozmiar, KB	SHA-256 (pierwsze 16 znaków)
de_facilities.csv	Instalacje (Aneks C)	2	6677227d32fe1d6b
figaro_de_2023.csv	FIGARO 2023, wykorzystanie w Niemczech (naio_10_fcp_ip4)	9 490	eb8622e8cff41789
figaro_de_2024.csv	FIGARO 2024, wykorzystanie w Niemczech (naio_10_fcp_ip4)	9 489	7e5784cf9455ac7d
nama_emp.csv	Zatrudnienie według działów (nama_10_a64_e)	10	6a0609739ba3fbe2
nama_gva.csv	Produkcja i wartość dodana według działów (nama_10_a64)	28	5e7983191eaeba4c
prodcom_de.csv	PRODCOM, wyroby z miedzi	12	2d524781a4246bf3
sbs_de.csv	Statystyka strukturalna przedsiębiorstw, Niemcy (sbs_ovw_act)	18	0858d2710d14f64a

Źródło: IGMNiR CU-DE v1.0, plik pakietu 09 (pełne skróty kodu, danych i wyników). Dane Eurostatu pobrane 31 października i 8 listopada 2026 r.

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 i reguły alokacji traktowane są jako warianty strukturalne (punkty 7.1 i 9). Klasy wiarygodności: A – statystyka publiczna, literatura naukowa lub sprawozdania finansowe spółek; B – dane branżowe lub spółek; C – założenie IGMNiR lub wartość pochodna.

TABELA 43 Parametry modelu CU-DE

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Udział wartościowy miedzi, 46.77	0,200	0,140	0,260	A/C	udział metali nieżelaznych w wartości 46.77 ($_{0,45}$) × udział miedzi w wartości złomu MN obracanego w Niemczech ($_{0,45}$; import i eksport CN 7404 w 2024 r. 5,2 mld EUR)
Udział zatrudnienia miedzi, 46.77	0,120	0,080	0,170	C	udział metali nieżelaznych w zatrudnieniu 46.77 ($_{0,30}$) × udział miedzi w masie obracanego złomu MN ($_{0,4}$)
Udział wartościowy miedzi, 38.3	0,050	0,030	0,080	C	udział miedzi w wartości NACE 38.3 w Niemczech (odzysk surowców ze wszystkich strumieni: stal, papier, tworzywa, szkło, MN): granulacja kabli, demontaż WEEE i pojazdów
Udział zatrudnienia miedzi, 38.3	0,045	0,025	0,070	C	udział miedzi w zatrudnieniu 38.3
Udział wtórny rafinacji	0,408	0,370	0,450	A/C	udział produkcji wtórnej w krajowej produkcji miedzi rafinowanej: 243,6 z 597,0 tys. t w 2024 r. (BGR, tab. 35); dolna granica – Lünen i wtórna część Hamburga według zatrudnienia, górna – z anodami wtórnymi z innych zakładów Aurubis
EBITDA hut, mln EUR	300	230	380	B/C	EBITDA niemieckiej działalności hutniczej i rafineryjnej (Hamburg, Lünen), mln EUR: operacyjna EBITDA grupy 614 mln EUR (ważona do roku kalendarzowego 2024, raport roczny Aurubis 2024/25) × udział Niemiec w produkcji katod grupy 0,55 = 338; wynik przed opodatkowaniem Aurubis AG (HGB) 153 mln EUR + szacowana amortyzacja i odsetki netto ok. 110 = 263
Udział metalu w produkcji hut	0,900	0,870	0,930	B/C	materiały metalonośne (koncentraty, anody, blister, złom, pozostałości) / produkcja hut: wartość metalu płatnego według LME pomniejszona o opłaty za przerób i rafinację (koszt materiałów grupy Aurubis ok. 90% przychodów)

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Udział metalu w produkcji półwyrobów	0,680	0,600	0,750	A/C	udział metalu w wartości produkcji półwyrobów z miedzi i jej stopów: przychody KME SE 2024 1 540,8 mln EUR, przychody bez metalu 499,0 mln EUR (raport roczny KME Group 2024)
Udział stopów miedzi w 24.54	0,600	0,450	0,750	B/C	udział stopów miedzi w NACE 24.54 (odlewnictwo pozostałych metali nieżelaznych; reszta głównie odlewy cynkowe): BDG 69,9 tys. t odlewów miedzianych w 2024 r.
Udział miedzi w 27.32	0,750	0,600	0,900	C	udział przewodów miedzianych w działalności NACE 27.32 (przewody i kable; reszta: przewody aluminiowe i światłowody)
Udział miedzi w wartości produkcji kabli	0,550	0,450	0,650	A/C	udział miedzi w wartości produkcji przewodów i kabli: implikowana miedź ok. 300 tys. t (m5 × cu_cable × produkcja / LME), zgodna z krajową dostępnością walcówki (634 tys. t produkcji, WVMetalle, minus 315 tys. t eksportu netto drutu CN 7408)
Miedź z przetopu bezpośredniego, tys. t	215	150	290	C	miedź ze złomu przetapianego bezpośrednio przez producentów półwyrobów i odlewnie, tys. t Cu: miedź w półwyrobach ok. 1 130 tys. t (1 254 tys. t masy brutto, WVMetalle 2024, × ok. 0,90 Cu; mosiądz to ok. połowa wyrobów walcowanych, prasowanych i ciągnionych) minus zużycie miedzi rafinowanej ok. 917 tys. t (965 tys. t, BGR/ICSG, × ok. 0,95 na półwyroby)
Uzysk miedzi, huty	0,950	0,920	0,970	C	miedź uzyskana w miedzi rafinowanej na t miedzi we wsadzie wtórnym hut
Zawartość miedzi w złomie (CN 7404)	0,820	0,720	0,900	A/C	zawartość miedzi w importowanym złomie CN 7404: wartość jednostkowa 6 350 EUR/t = 0,75 ceny LME przy współczynniku płatności ok. 0,91; w eksporcie zawartość niższa o 0,09 (wartość jednostkowa 5 660 EUR/t = 0,67 ceny LME)
Złom technologiczny na t miedzi w półwyrobach	0,090	0,060	0,130	C	złom technologiczny powstający w Niemczech na t miedzi w półwyrobach: ciągnienie drutu ok. 3% walcówki zużywanej w kraju (ok. 319 tys. t) i ok. 30% wyrobów walcowanych, prasowanych i ciągnionych zużywanych w kraju (ok. 378 tys. t brutto, 86% Cu), razem ok. 107 tys. t; złom z przetwórstwa eksportowanych półwyrobów powstaje za granicą

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Napływ na mieszkańca wobec UE-28	1,10	0,90	1,30	C	napływ miedzi do użytkowania na mieszkańca Niemiec względem UE-28 w 2014 r. (5,91 kg/os.: 2 997 tys. t, JRC, Passarini i in. 2018); kontrola odgórna: pierwsze użycie ok. 1 180 tys. t minus eksport netto półwyrobów ok. 545 tys. t i miedzi w wyrobach
Napływ 1960 wobec 1990	0,550	0,400	0,700	C	napływ na mieszkańca w 1960 r. względem lat 1990–2019
Wzrost napływu 2025–2035, rocznie	0,010	0,000	0,025	C	roczny wzrost napływu na mieszkańca w latach 2025–2035 (elektryfikacja, sieci, elektromobilność)
Skalowanie czasu życia wyrobów	1,00	0,80	1,20	A/C	skalowanie średnich czasów życia wyrobów (JRC: budownictwo 40, elektryka 25, maszyny 18, transport 16, wyroby konsumpcyjne 8 lat; SD 0,3 × średnia)
Skalowanie zbiórki i odzysku	1,00	0,90	1,15	A/C	skalowanie wskaźników zbiórki i odzysku wyrobów wycofanych według strumieni odpadów (Glöser i in. 2013, świat 2010) dla Niemiec
Skłonność do konsumpcji	0,880	0,840	0,920	C	przeciętna skłonność do konsumpcji z dochodu netto z pracy; stopa oszczędności gospodarstw domowych w Niemczech ok. 11%
Stopa opodatkowania pracy	0,363	0,350	0,479	A/C	stopa opodatkowania dochodu z pracy łącznie ze składkami: implicite stopa opodatkowania pracy, Niemcy 2024, 36,3% (Eurostat, Data on Taxation Trends 2026; 36,0% w 2023 r.); górna granica – klin podatkowy OECD dla osoby samotnej o przeciętnym wynagrodzeniu, 47,9% (Taxing Wages 2025, 2024)
Skalowanie współczynników zatrudnienia	1,00	0,90	1,10	C	niepewność współczynników zatrudnienia FIGARO
Opodatkowana część nadwyżki operacyjnej	0,450	0,300	0,600	C	nadwyżka operacyjna po podatkach od produkcji, amortyzacji, odsetkach i stratach
Ślad miedzi pierwotnej, t CO_2e/t	3,64	2,80	3,96	B/A	katoda z miedzi pierwotnej, średnia światowa, od kołyski do bramy: dane ICA za 2023 r. według deklaracji śladu środowiskowego Aurubis 2026: 3,64 t CO_2e/t; ICA Copper Environmental Profile 2023 (dane 2019) 3,965; Nuss i Eckelman 2014 2,8
Koncentrat (wydobycie, wzbogacanie, transport), t CO_2e/t	2,00	1,40	2,80	C	wydobycie, wzbogacanie i transport koncentratu na t katody miedzianej, t CO_2e (według ICA wydobycie i wzbogacanie dominują w śladzie od kołyski do bramy)

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
Udział miedzi w obciążeniu Hamburga	0,750	0,650	0,850	C	udział obciążeń Hamburga przypisany miedzi: alokacja ekonomiczna według wartości miedzi, metali szlachetnych (rafineria metali szlachetnych, 1 226 t Ag, Au, PGM), ołowiu, siarczanu niklu i metali towarzyszących (udział miedzi w wartości metali grupy ok. 0,70); kwas siarkowy i krzemian żelaza bez obciążeń
Przygotowanie złomu (zbiórka, transport), t CO_2e/t	0,300	0,150	0,500	C	zbiórka, transport, rozdrabnianie i sortowanie złomu miedzi i złomu elektronicznego na t miedzi, t CO_2e
Udział miedzi w obciążeniu Lünen	0,850	0,750	0,950	C	udział obciążeń Lünen przypisany miedzi: cyna, siarczan niklu, tlenek cynku (tlenek KRS) i metale szlachetne w szlamach ze złomu elektronicznego; elektrorafinacja w ecoinvent: 97,5% na katodę
Przetop bezpośredni, przyrostowo, t CO_2e/t	0,400	0,250	0,600	C	zbiórka i przygotowanie złomu (jak up_scrap) oraz dodatkowy przetop i rafinacja złomu przetapianego bezpośrednio w porównaniu z przetopem katody, t CO_2e/t Cu
Wskaźnik niemieckiej sieci, t CO_2/MWh	0,353	0,330	0,380	A	niemiecka mieszanka energii elektrycznej, bezpośrednia emisja CO_2 na MWh: UBA Climate Change 16/2026: 353 g/kWh w 2024 r. (dane wstępne; 363 w wydaniu z 2025 r.), 344 w 2025 r. (szacunek), 379 w 2023 r.
Energia pierwotna, miedź pierwotna, GJ/t	53,7	42,1	68,6	A	energia pierwotna (skumulowane zapotrzebowanie na energię), miedź pierwotna, GJ/t: Nuss i Eckelman 2014, 53,7 (42,1–68,6)
Energia pierwotna, miedź wtórna, GJ/t	22,0	17,0	28,1	A/C	energia pierwotna, miedź wtórna (droga Lünen), GJ/t: energia końcowa zakładu 2,92 MWh/t (deklaracja 2026), energia elektryczna ze współczynnikiem energii pierwotnej ok. 2,5, przygotowanie złomu; Nuss i Eckelman 2014: miedź wtórna 28,1
Energia pierwotna, przetop bezpośredni, GJ/t	5,00	3,00	8,00	C	dodatkowa energia pierwotna przetopu bezpośredniego w porównaniu z katodą, GJ/t
Udział wyrobów wycofanych we wsadzie wtórnym	0,550	0,450	0,650	B/C	udział miedzi we wsadzie wtórnym pochodzącej z wyrobów wycofanych (ICA Europe: złom pożytkowy 27% i technologiczny 28% popytu w UE)
Odpady przeróbcze na t, t	93,5	84,0	103,0	B/C	t odpadów flotacyjnych na t katody pierwotnej: ICA, świat 93,5, ±10%

Parametr	Centralna	Niska	Wysoka	Klasa	Podstawa i źródło
SO_2 na t, kg	31,2	15,0	35,0	B	kg SO_2 emitowanego na t katody pierwotnej, globalny inwentarz cyklu życia ICA
Woda (blue water) na t, m^3	57,3	40,0	75,0	B	zużycie wody (blue water) miedzi pierwotnej, m^3 na t (ICA, LCA 2023)
Cena EU ETS, EUR/t	64,8	60,0	74,0	A	średnia cena EU ETS w 2024 r. (EEA)
Cieniowa cena emisji, EUR/t	208	164	314	A	cieniowa cena emisji EBI na 2025 r., 165 EUR/t (130–250) w cenach 2016 r., przeliczona na ceny 2024 r. wskaźnikiem HICP strefy euro (126,07/100,23)

Grupy skorelowane (parametr kopuły Gaussa): udziały miedzi w handlu złomem i odzysku (ρ = 0,8); ślad i energia drogi pierwotnej oraz koncentrat (0,7); udziały alokacji obu hut (0,5); udziały metalu w hutach, półwyrobach i kablach (0,7); przetop bezpośredni i wskaźnik złomu technologicznego (0,3); czasy życia i napływ na mieszkańca (−0,3). Stałe dane wejściowe: cena miedzi 8 446 EUR/t (LME 2024 po kursie EBC), dane spółek i zakładów za 2024 r. (rozdział 3), bilans BGR, udziały i wskaźniki modelu dynamicznego (rozdział 4), zdolności w scenariuszach (rozdział 10).

C Instalacje łańcucha wartości miedzi

TABELA 44 Główne instalacje przemysłu miedzi w Niemczech

Nr	Instalacja i działalność	Miejscowość	Segment
1	Aurubis: huta pierwotna i rafineria; walcówka	Hamburg	D2, D3
2	Aurubis: huta wtórna (KRS)	Lünen	D2, D3
3	Aurubis Stolberg: taśmy i druty specjalne	Stolberg	D4
4	Schwermetall Halbzeugwerk: taśmy walcowane wstępnie	Stolberg	D4
5	Deutsche Giessdraht (Aurubis): walcówka	Emmerich	D4
6	Wieland-Werke: taśmy; rury; pręty	Ulm, Vöhringen	D4
7	Wieland: pręty i druty	Velbert-Langenberg	D4
8	Wieland: taśmy	Villingen-Schwenningen	D4
9	KME Germany: taśmy; rury; krystalizatory	Osnabrück	D4
10	KME Mansfeld (MKM): drut; taśmy; rury	Hettstedt	D4
11	Diehl Metall: pręty i taśmy mosiężne	Röthenbach	D4
12	Sundwiger Messingwerk (KME): taśmy mosiężne	Hemer	D4
13	Gebr. Kemper: taśmy i odlewy	Olpe	D4
14	LEONI: przewody i kable	Nürnberg	D5
15	NKT: kable energetyczne	Köln	D5
16	Prysmian (Draka): kable	Neustadt b. Coburg	D5
17	Südkabel: kable wysokiego napięcia	Mannheim	D5
18	Lapp: kable	Stuttgart	D5
19	TSR Recycling: złom stalowy i metali nieżelaznych	Lünen	D1
20	Kupferschiefer Lausitz: projekt miedziowy (nie potwierdzono zgodności przestrzennej, 2023; nowa ocena w toku)	Spremberg	poza modelem

Lokalizacje na poziomie miejscowości. Wykaz obejmuje główne instalacje wskazane w raportach i na stronach spółek (2024–2026); nie jest wyczerpujący w zakresie producentów półwyrobów, odlewni, producentów kabli i zakładów recyklingu.

D Słownik

- **Potencjalnie uniknięte obciążenie** – korzyść środowiskowa z zastąpienia produkcji pierwotnej materiałem wtórnym, zależna od przyjętej substytucji.
- **Wskaźnik pokrycia** – relacja produkcji do zużycia; nie jest miarą samowystarczalności.
- **Przetop bezpośredni** – przetapianie czystego złomu miedzi i jej stopów przez producentów półwyrobów i odlewnie bez rafinacji do katody.
- **Dynamiczny model przepływów materiałowych** – model śledzący miedź wchodzącą do użytkowania według lat i zastosowań oraz jej uwalnianie po rozłożonym w czasie okresie życia wyrobów.
- **Kompensata cen energii elektrycznej (Strompreiskompensation)** – pomoc publiczna rekompensująca część kosztów emisji pośrednich przenoszonych w cenach energii elektrycznej; w rachunkach narodowych pozostała dotacja do produkcji (D.39), poza wartością dodaną w cenach bazowych.
- **Wskaźnik recyklingu wyrobów wycofanych** – udział miedzi w wyrobach wycofanych z użytkowania odzyskiwany jako miedź wtórna.
- **WDB** – wartość dodana brutto: produkcja minus zużycie pośrednie; dla hut szacowana jako EBITDA powiększona o koszty osobowe i pozostałe podatki od produkcji, pomniejszona o dotacje operacyjne.
- **Wkład brutto / efekt netto** – działalność związana z łańcuchem przy stałych współczynnikach / zmiana, jaką wywołałaby polityka lub szok po realokacji zasobów; raport pokazuje wyłącznie wkład brutto.
- **HHI** – wskaźnik koncentracji Herfindahla–Hirschmana (0–10 000).
- **Złom technologiczny i poużytkowy** – złom z produkcji półwyrobów i wyrobów / złom z wyrobów wycofanych z użytkowania.
- **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.
- **TBRC** – obrotowy konwertor z dmuchem od góry, piec do przetapiania złożonych materiałów wtórnych.
- **Efekty typu I / typu II** – bezpośrednie i w łańcuchu dostaw / dodatkowo indukowane wydatkami gospodarstw domowych.

Bibliografia

Aurubis AG (2024), raport roczny 2023/24. Hamburg.

Aurubis AG (2025), raport roczny 2024/25 (sprawozdanie zarządu, skonsolidowane sprawozdanie finansowe i sprawozdanie finansowe Aurubis AG). Hamburg.

Aurubis AG (2026), deklaracja śladu środowiskowego (Environmental Footprint Declaration) – katoda miedziana, stan na październik 2026 r. Hamburg.

Aurubis AG (2026), deklaracja środowiskowa 2026 (EMAS) dla zakładów w Hamburgu i Lünen, lata sprawozdawcze 2023–2025. Hamburg.

Bank Światowy (2026), Commodity Markets – Pink Sheet, luty 2026. Waszyngton.

BDE i in. (2024), Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2024, oprac. Prognos AG i INFA GmbH. Berlin.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2025), Deutschland – Rohstoffsituation 2024. Hannover.

Bähr C., Fritsch M., Tercero Espinoza L., Klink H., Meeßen F., Stijepic D., Zink B. (2024), Kritisch für die Wertschöpfung – Rohstoffabhängigkeit der deutschen Wirtschaft. Badanie IW Consult i Fraunhofer ISI dla KfW Bankengruppe. Frankfurt nad Menem.

Ciacci L., Vassura I., Passarini F. (2017), Urban mines of copper: size and potential for recycling in the EU. Resources 6(1): 6 (doi:10.3390/resources6010006).

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) (2025), Anlagenliste 2024 – instalacje stacjonarne objęte EU ETS w Niemczech. Berlin: Umweltbundesamt.

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) (2026), Beihilfen für indirekte CO2-Kosten des Europäischen Emissionshandels (Strompreiskompensation) in Deutschland für das Jahr 2024 (SPK-Bericht 2024) oraz wykazy beneficjentów za lata 2023 i 2024. Berlin: Umweltbundesamt.

Diehl Stiftung & Co. KG (2025), raport roczny za 2024 r. Norymberga.

Drittes Gesetz zur Änderung des Energiesteuer- und des Stromsteuergesetzes z dnia 22 grudnia 2025 r., BGBl. 2025 I nr 340.

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.

Eisenberg O. (2025), Die Situation der Teilbranchen: Kupfer. W: WVMetalle, Geschäftsbericht 2024/25. Berlin.

Ember (2025), European Electricity Review 2025. Londyn.

Europejska Agencja Środowiska (2025), EU Emissions Trading System data viewer (ceny uprawnień). Kopenhaga.

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

Europejski Bank Inwestycyjny (2020), EIB Group Climate Bank Roadmap 2021–2025. Luksemburg.

Eurostat (2026), FIGARO – międzynarodowe tablice podaży i wykorzystania oraz przepływów międzygałęziowych UE, 2022–2024 (naio_10_fcp_ip4), edycja z lipca 2026 r. Luksemburg.

Eurostat (2026), Statystyka strukturalna przedsiębiorstw (sbs_ovw_act), rachunki narodowe (nama_10_a64, nama_10_a64_e), PRODCOM, Comext (DS-045409) i ceny energii elektrycznej dla odbiorców innych niż gospodarstwa domowe (nrg_pc_205), według stanu na 31 października 2026 r. Luksemburg.

Federalne Ministerstwo Gospodarki i Energii (2026), Förderrichtlinie Industriestrompreis, BAnz AT 06.05.2026. Berlin.

Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg (2023), Landesplanerische Beurteilung zum Vorhaben Kupferschiefer Lausitz (Reg. 1384/2010) z dnia 15 września 2023 r. Poczdam.

Glöser S., Soulier M., Tercero Espinoza L.A. (2013), Dynamic analysis of global copper flows. Global stocks, postconsumer material flows, recycling indicators, and uncertainty evaluation. Environmental Science & Technology 47(12): 6564–6572 (doi:10.1021/es400069b).

Icha P., Lauf T. (2026), Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990–2025. Climate Change 16/2026. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (doi:10.60810/openumwelt-8399).

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

International Copper Association (2023), Copper Environmental Profile – Global 2023. Waszyngton.

KME Group S.p.A. (2025), roczny raport finansowy za 2024 r. Mediolan.

Komisja Europejska (2025), Europejski plan działania w zakresie stali i metali, COM(2025) 125 z dnia 19 marca 2025 r. Bruksela.

Komisja Europejska (2025), RESourceEU, COM(2025) 945 z dnia 3 grudnia 2025 r. Bruksela.

Komisja Europejska (2026), komunikat prasowy IP/26/2113 z dnia 9 października 2026 r. w sprawie drugiej listy projektów strategicznych na podstawie rozporządzenia w sprawie surowców krytycznych. Bruksela.

Komisja Europejska, DG TAXUD (2025), wprowadzenie nadzoru nad przywozem i wywozem złomu metali, komunikat z 23 lipca 2025 r. Bruksela.

Komisja Europejska, DG TAXUD (2026), Data on Taxation Trends, wydanie z marca 2026 r. (implicite stopa opodatkowania pracy). Luksemburg.

Kupferverband (2024), Recyclingchampion Kupfer (Factsheet Recycling) oraz Langfristige Verfügbarkeit von Kupfer gewährleistet (Factsheet). Düsseldorf.

LEONI AG (2025), raport roczny za 2024 r. i raport zrównoważonego rozwoju za 2024 r. Norymberga.

NKT A/S (2026), raport roczny za 2025 r. Brøndby.

Nuss P., Eckelman M.J. (2014), Life cycle assessment of metals: a scientific synthesis. PLoS ONE 9(7): e101298.

OECD (2025), Taxing Wages 2025. Paryż: OECD Publishing.

Passarini F., Ciacci L., Nuss P., Manfredi S. (2018), Material flow analysis of aluminium, copper, and iron in the EU-28. JRC Technical Reports, EUR 29220 EN. Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej (doi:10.2760/1079).

Pfaff M., Glöser-Chahoud S., Chrubasik L., Walz R. (2018), Resource efficiency in the German copper cycle: analysis of stock and flow dynamics resulting from different efficiency measures. Resources, Conservation and Recycling 139: 205–218 (doi:10.1016/j.resconrec.2018.08.017).

Renaud K.M. (2026), The Mineral Industry of Germany. W: 2024 Minerals Yearbook, t. III. Reston, VA: U.S. Geological Survey.

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 CO_2 (tekst skonsolidowany). 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.

Ryter J., Fu X., Bhuwalka K., Roth R., Olivetti E. (2022), Assessing recycling, displacement, and environmental impacts using an economics-informed material system model. Journal of Industrial Ecology 26(3): 1010–1024 (doi:10.1111/jiec.13239).

Soulier M., Glöser-Chahoud S., Goldmann D., Tercero Espinoza L.A. (2018), Dynamic analysis of European copper flows. Resources, Conservation and Recycling 129: 143–152 (doi:10.1016/j.resconrec.2017.10.013).

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2026), Ludność Niemiec, wyniki roczne i 15. skoordynowana prognoza ludności. Wiesbaden.

Wieland-Werke AG (2025), raport zrównoważonego rozwoju 2024/25. Ulm.

WVMetalle – WirtschaftsVereinigung Metalle (2025), Quartalsbericht 02/2025 oraz Metallstatistik (wydania 1990–2020). Berlin.

IGMNiR
Economic Chamber of Non-Ferrous Metals and Recycling

Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu

Economic Chamber of Non-Ferrous Metals and Recycling

CU-DE to przejrzysty, odtwarzalny model łączący statystykę publiczną Niemiec i UE, sprawozdania finansowe i środowiskowe spółek, unijny rejestr emisji, dynamiczny model zasobów miedzi w użytkowaniu i metalurgię procesową miedzi. Szacuje wkład brutto przemysłu miedzi w Niemczech – zbiórki i handlu złomem, produkcji miedzi rafinowanej wtórnej i pierwotnej, półwyrobów, odlewów i kabli – w gospodarkę i finanse publiczne, otrzymywane wsparcie publiczne, emisje i inne obciążenia potencjalnie uniknięte dzięki miedzi wtórnej oraz znaczenie branży dla bezpieczeństwa dostaw.

SUGEROWANY SPOSÓB CYTOWANIA

IGMNiR (2026), Miedź w gospodarce Niemiec: wartość, gospodarka o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwo dostaw. Zintegrowana ocena przemysłu miedzi w Niemczech (model CU-DE).
Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu, listopad 2026.