



## Srebro – uboższy krewny złota

Mariusz Krzak<sup>1</sup>



**Silver – poorer gold relative.** Prz. Geol., 72: 654–664; doi: 10.7306/2024.49

*Abstract. Silver, a metal just like gold, a store of value and a capital investment, due to its increasingly widespread use has become an industrial metal. Both fields of use support or oppose each other, disturbing market regularities and disorganizing investors. The current situation on the silver market seems optimistic and encourages taking a closer look at the mechanisms stimulating its potential. The basic sources and supplies directions of primary silver raw materials are discussed in the paper. The consumption structure and silver trade are indicated, as well as the risk and market prospects is assessed. The resource base potential of Poland is presented and the national economy of silver raw material is characterized.*

**Keywords:** silver market, primary production, resources, consumption, prices, silver trade

Historia kopalnictwa srebra sięga ponad 5000 lat wstecz. Uważa się, że metal ten był jednym z pięciu najwcześniej odkrytych i użytkowanych przez ludzkość, a umiejętność oddzielania srebra od ołowiu była jednym z pierwszych osiągnięć hutniczych i rafinacyjnych. Przypuszczalnie, ze względu na sporadyczność występowania srebra w formie rodzimej, w krajach Bliskiego Wschodu i później w Europie większość srebra pozyskiwano przez redukcję siarczków ołowiu, a następnie drogą odsrebrzenia surowego ołowiu w procesach kupelacji. Ten wyjątkowo błyszczący metal współ ze złotem, a niekiedy samotnie, wspierał rozkwit gospodarczy i kulturalny cywilizacji Bliskiego Wschodu, Egiptu i starożytnej Grecji. Srebrne ozdoby i dekoracje odnajdowano w grobowcach królewskich (Wielka Świątynia Chaldejska w Ur w południowej Mezopotamii, piramidy egipskie) i jest wielce prawdopodobne, że we wszystkich krajach pomiędzy Indusem a Nilem już od ok. 800 r. p.n.e. używano srebra, obok ważniejszego i cenniejszego złota, jako pieniądza, jakkolwiek z racji rzadkości występowania w Afryce północnej Egipcjanie bardziej poważali to pierwsze.

Srebro (księżycowy metal, biały metal, srebrny metal) wydobywano na skalę przemysłową na ówczesne czasy od ok. 3000 lat p.n.e., początkowo w Anatolii (obecnie Turcja), by z czasem (ok. 1200 lat p.n.e.) przenieść okręgi wydobywcze do greckich kopalń w okolicach Lawrio w Attyce. Do dziś istnieje w Grecji miejscowość Torikos, gdzie prowadzono przeróbkę i przetwórstwo rud miedzi, ołowiu i srebra. Z tego ostatniego wybijano attyckie drachmy greckie dla starożytnych Aten, a później także rzymskie denary, wytwarzane na zamówienie państwowe. Około roku 100 n.e. centrum wydobywania srebra przeniosło się do Hiszpanii, gdzie kopalnie stały się głównym dostawcą surowca dla Cesarstwa Rzymskiego i istotnym elementem handlu na azjatyckich szlakach przyprawowych. Starożytne kopalnie srebra są ponadto znane z Chin, Indii, Iranu, Sudanu (Nubii) i Etiopii (Boyle, 1968). Hiszpańska konkwista po odkryciu Ameryki przez Kolumba zapewniła Europie od XVI w. dopływ olbrzymich ilości zrabowanego tubylcom

srebra. Obok tego niegodnego procederu stwierdzono duże, pierwotne złoża rud srebra w Meksyku, Peru i Boliwii, gdzie uruchamiano ich pozyskanie. Olbrzymia podaż surowców srebra spowodowała wzrost jego roli na arenie międzynarodowej i bogacenie się Hiszpanii oraz innych państw kolonialnych przez niemal 300 lat. Z czasem srebro, ograniczając elastyczność polityki monetarnej, zaczęło tracić na znaczeniu jako forma waluty. Od przełomu XIX/XX w. zaczęło być bardziej surowcem do produkcji biżuterii i lokatą kapitału, podczas gdy w ostatnim półwieczu srebro pozostaje w dużej mierze metalem przemysłowym.

### RUDY, ZŁOŻA I ŚWIATOWE ZASOBY SREBRA

Srebro należy do rozproszonych i rzadkich pierwiastków w skorupie ziemskiej o wybitnych właściwościach chalkofilnych. Udziały wagowe srebra wg różnych autorów wynoszą od 0,05 do 0,055 ppm, a jego kłark przyjmowany jest dla górnej skorupy ziemskiej na poziomie 0,053 ppm (Rudnick, Sally, 2003). Oprócz skłonności do łączenia się z siarką, srebro przejawia wyraźne powinowactwo do współwystępowania z antymonem, arsenem, także tellurem i selenem, tworząc złożone siarkosole. W skałach magmowych koncentracja srebra jest niewielka i cechuje raczej skały zasadowe. W etapie pomagmowym, zwłaszcza hydrotermalnym wysokotemperaturowym, srebro wchodzi w skład galeny (PbS), przez co minerał ten bywa znaczącym źródłem srebra, w niższych temperaturach tworzy zaś własne minerały, siarkosole, tellurki i selenki. W strefie wietrzniowej rozpuszczalne siarczany srebra wytrącają się wtórnie jako siarczki w strefach cementacji, a przy udziale siarczanu żelazawego może powstawać srebro rodzime. Do wód trafiają znikome ilości srebra, morza i oceany są bardzo ubogie pod względem zawartości tego metalu.

Srebro tworzy własne złoża (w praktyce gospodarczej przyjęto, że 60–70% wartości kopaliny wnoszonej przez srebro w złożu stanowi o jego samodzielności) bądź współtowarzyszy złożom innych metali: miedzi, cynkowi, ołowiu, złota, podrzędnie cynie i niklowi, przy czym warto

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; [krzak@agh.edu.pl](mailto:krzak@agh.edu.pl); ORCID ID: 0000-0002-5799-817X.

nadmienić, że ze złóż polimetalicznych pochodzi zdecydowana większość podaży pierwotnej metalu. Do głównych typów złóż rud srebronośnych zalicza się złoża hydrotermalne: metasomatyczne, żyłowe i porfirowe oraz ekshalacyjno-osadowe masywnych pirytów, jak również stratooidalne Zn-Pb i Cu-Ag (Cox, Singer, 1986; Paulo, Strzeliska-Smakowska, 2000; Sillitoe, 2020).

Geologia i powstawanie złóż rud srebra to złożone epizody i obejmują na ogół kombinację kilku procesów geologicznych. Procesy hydrotermalne to najpowszechniejsza geneza złóż srebra i jest powiązana z aktywnością wulkaniczną. Złoża koncentrują się w pobliżu intruzji i centrów wulkanicznych, w obrębie różnorodnych, często wtórnie przeobrażonych skał, na ogół mają formę pseudopokładową, żyłową lub sztokwerkowo-kominową. Charakterystyczna bywa w nich strefowość wzbogacenia w srebro (i inne metale). W częściach przypowierzchniowych koncentracje metali są na ogół niskie, niekiedy są to wręcz zony płonne, podczas gdy głębiej w tzw. strefie cementacji jest obserwowane nadzwyczajne wzbogacenie, gdzie występują nagromadzenia o znaczeniu gospodarczym, przeznaczone dla działalności górniczej. W odniesieniu do złóż typu porfirowego srebro jest metalem towarzyszącym na ogół rudom miedzi, a jego koncentracje w urobku są nieznaczne. Dobra wzbogacalność srebra w procesach pozyskania głównego składnika sprawia, że przy ogromnej skali wydobywania tego typu rud uzyski srebra zapewniają bardzo pokaźny strumień surowca. Złoża ekshalacyjno-osadowe tworzą najczęściej soczewkowate nagromadzenia w otoczeniu kompleksów wulkaniczno-osadowych. Rudy tego typu bywają wtórnie zmetamorfizowane, zaburzone tektonicznie i są niekiedy dość kłopotliwe w przeróbce mechanicznej. W obrębie złóż stratooidalnych Cu-Ag oraz zmetamorfizowanych Zn-Pb te pierwsze są ważnym źródłem srebra. Szczególnie bogate są łupki bitumiczne cechsztynu Europy Środkowej, o których nieco więcej w dalszej części artykułu.

Pozyskiwanie górnicze srebra ma miejsce od tysięcy lat, a na świecie wg bazy *GlobalData's mines* ([www.globaldata.com](http://www.globaldata.com)) działa obecnie 750–780 kopalń srebra, przy czym większość naturalnie występującego srebra jest nagromadzona i pochodzi ze złóż polimetalicznych. Brzeźne

zawartości srebra, kwalifikujące rudy do wydobywania, są zależne od zawartości innych metali, niemniej jednak, z grubsza rzecz ujmując, wymagana jest na ogół kilkusetgramowa koncentracja w tonie urobku w złożach samodzielnych lub kilkudziesięciogramowa w złożach polimetalicznych.

Rudy polimetaliczne są zasadniczym rezerwuarem srebra i stanowią 70–80% światowych zasobów. Zasoby srebra raportowane przez USGS (*United States Geological Survey*; tab. 1), pomimo drobnych fluktuacji, wskazują na ich nieduży, lecz ustawiczny przyrost, który jest w niepodważalnej mierze zasługą powiększenia bazy zasobowej innych metali, współwystępujących ze srebrem, szczególnie miedzi oraz w mniejszej skali złota, cynku i ołowiu. W ostatniej dekadzie pierwotne światowe zasoby miedzi w rudach uległy powiększeniu z ok. 700 mln t do niemal 1 mld t, a skumulowany roczny wskaźnik wzrostu (CAGR) dla tej wielkości sięga niemal 3,8%. Analogiczne wskaźniki skumulowanego przyrostu dla światowych zasobów złota, cynku i ołowiu wynoszą odpowiednio: 0,9%, 1,2%, i 0,65%. Należy domniemywać, że w przyszłości złoża rud Cu oraz złoża rud Zn-Pb będą nadal głównym źródłem pierwotnego srebra, a odkrycia i powiększenie ich bazy zasobowej skutkować będzie przyrostem zasobów srebra. Pomimo powiązania występowania srebra ze złotem w złożach, nagromadzenia żółtego kruszcu z racji niedużych tonażowo wielkości będą jedynie uzupełnieniem, jakkolwiek ważnym, poznanej bazy zasobowej. Kalkulując statyczny wskaźnik wystarczalności zasobów, należy oczekiwać przynajmniej ok. 24-letniego okresu zapewnienia podaży srebra ze źródeł pierwotnych, jakkolwiek wskaźnik ten od przesłuch dwóch dekad ulega zauważalnemu przyrostowi (wystarczalność statyczna zasobów srebra w 2000 r. wynosiła mniej więcej 16 lat). Zwyczajka ta świadczy o szybszym tempie rozpoznawania nowych zasobów niż skali wzrostu wydobywania.

Pięć najbardziej zasobnych w srebro krajów dysponuje nieco ponad 70% potencjałem światowych zasobów. Największe, raportowane przez USGS, zasoby złota są ulokowane w Peru, Australii, Rosji, Chinach i Polsce, chociaż dane o zasobach australijskich w odniesieniu do standardów JORC (*Australasian Joint Ore Reserves Committee*)

**Tab. 1.** Zmiany światowych zasobów przemysłowych srebra [t] w latach 2000–2023 (wg USGS, [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov))  
**Table 1.** Changes in global silver reserve base [tonnes] in the years 2000–2023 (acc. to USGS, [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov))

Kraj / Country	2000	2005	2010	2015	2020	2023
Peru / Peru	25 000	36 000	120 000	120 000	91 000	110 000
Australia / Australia	30 000	31 000	69 000	85 000	88 000 (25 000)*	94 000 (27 000)*
Rosja / Russia	–	–	–	20 000	45 000	92 000
Chiny / China	–	26 000	43 000	43 000	41 000	72 000
Polska / Poland	–	51 000	69 000	85 000	70 000	63 000
Meksyk / Mexico	37 000	37 000	37 000	37 000	37 000	37 000
Chile / Chile	–	–	70 000	77 000	26 000	26 000
USA / USA	33 000	25 000	25 000	25 000	26 000	23 000
Boliwia / Bolivia	–	–	22 000	22 000	22 000	22 000
Indie / India	–	–	–	–	–	8000
Argentyna / Argentina	–	–	–	–	–	6500
Kanada / Canada	37 000	16 000	7000	7000	–	–
Pozostałe / Rest of the World	120 000	50 000	50 000	50 000	57 000	57 000
Świat / World	282 000	272 000	510 000	570 000	503 000	610 500

\* – w nawiasach wielkość bazy zasobowej Australii wg standardów JORC / in brackets Australia's resource base acc. to JORC standards.

wskazują na znacząco mniejsze wielkości (tab. 1). Wespół z kolejną czwórką w dziewięciu krajach jest skupione 90% światowych zasobów srebra, co świadczy o silnej, geograficznej koncentracji. W tabeli 1 nie wyodrębniono Kazachstanu, statystyki USGS nie podają konkretnych wielkości, a niewątpliwie kraj ten ma niebagatelne zasoby srebra. Według Kazakh Invest (KI, 2021) w Kazachstanie znajdują się trzecie, co do wielkości rezerwy srebra na świecie, co wydaje się jednak zbyt optymistyczną oceną. Także niewspółmiernie szybki przyrost zasobów w Chinach latach 2020–2023 skłania do ostrożności w kontekście wiarygodności chińskich danych ilościowych.

## PRODUKCJA GÓRNICZA

Przytłaczająca większość podaży rynkowej srebra pochodzi bezpośrednio z produkcji górniczej. W ostatniej dekadzie wydobycie odpowiadało za 82–85% dostaw surowców srebra, podczas gdy źródła wtórne za 14–17% (SI, 2024a). Okazjonalnie na rynku pojawiały się niewielkie udziały fizycznego srebra z zamknięcia kontraktów zabezpieczających (*hedging*), jak również ułamki procenta z wyprzedaży srebra przez sektor instytucji rządowych, banków centralnych i funduszy międzynarodowych. W strukturze podaży pierwotnej dominuje pozyskanie srebra jako koproduktu (*by-product*) ze złóż innych metali w wymiarze ok. 70–75%, podczas gdy złoża, w których srebro jest metalem głównym, dostarczają ok. 25–30% wolumenu. W 2023 r. jako produkt uboczny przy ekstrakcji miedzi pozyskano 222 mln uncji (oz) srebra (blisko 6900 t), przy ekstrakcji cynku/ołowiu 256 mln uncji (7960 t), przy pozyskaniu złota 114 mln oz (3540 t) i bezpośrednio ze złóż rud srebra 239 mln uncji (7440 t) (SI, 2024a). W tabeli 2 zestawiono listę 15 największych kopalń i koncernów górniczych.

Światowa produkcja górnicza srebra na przestrzeni półwiecza uległa dwuipółkrotnemu powiększeniu i od ponad dekady przekracza poziom 23 000 t, by wg szacunkowych danych USGS osiągnąć rekordowy poziom 26 000 t w 2023 r. (tab. 3) (Hartingh, 2024).

Od lat 90. ubiegłego stulecia palmę pierwszeństwa w produkcji górniczej dzierży Meksyk. Meksykańskie Stany Zjednoczone sukcesywnie zwiększają swój udział w rynku od ok. 14% w latach 70. do 25% obecnie, podczas gdy eksperci rynku prognozują dalszy wzrost w skumulowanym ujęciu 1% do 2027 r. Podaż srebra największego światowego producenta górniczego srebra pochodzi z ok. 100 kopalń, a do największych należą: *Penasquito Mine*, *Juanicipio Project*, *San Julian Project*, *Fresnillo Mine* i *Saucito Mine*.

*Penasquito* to polimetaliczne złożo Au-Ag-Zn-Pb powstałe w wyniku aktywności hydrotermalnej w obrębie miąższej (ponad 2,5 km) sekwencji osadów mezozoicznych geosynkliny meksykańskiej. Skarnowa mineralizacja jest powiązana z brekcjowatymi wypełnieniami systemu diatremowego oligoceńskiej, intruzywnej aktywności wulkanicznej, przecinających sekwencję morskich osadów od górnej jury do górnej kredy (Rocha-Rocha, 2016; Dromundo, 2020). Będące od 2019 r. w użytkowaniu *Newmont Corp.* złożo dostarcza obecnie ok. 30 mln oz (ok. 920 t) srebra rocznie. Stwierdzona przemysłowa baza zasobowa obejmuje 121,7 mln t rudy, a wraz z prawdopodobnymi zasobami eksploatacyjnymi przekracza 260 mln t, przy średniej zawartości srebra 34 g/t (NC, 2024). Aktywa geologiczno-górnicze największego na świecie producenta srebra pierwotnego – meksykańskiego koncernu górniczego *Fresnillo plc* (zarejestrowanego w Wielkiej Brytanii z siedzibą w Meksyku) – obejmują cztery pozostałe wymienione powyżej złoża. Rozległa formacja *Fresnillo* była przedmiotem zainteresowania górniczego od połowy XVI w. Struktura ta o długości ok. 1000 km jest określana mianem „meksykańskiego pasa srebrowego”, obejmuje szereg hydrotermalnych złóż, gdzie paleogeńskie ciała magmowe intrudowały i przeobrażały nadległe węglanowe osady jurajsko-kredowe. Mineralizacja rozciąga się zarówno na wysokotemperaturowe asocjacje kruszcowe (na ogół skarnowe masywne i półmasywne siarczki) kontrolowane strefami uskokowymi, jak i rozwijane dystalnie strefy przeobrażeń i okruszcowania przy niższych temperaturach rozтворów hydrotermalnych (Ruvalcaba-Ruiz, Thompson,

**Tab. 2.** Najwięksi producenci srebra [t] w 2022 r. (wg SI, 2024a, uzupełniona)

**Table 2.** Top silver production mines [tonnes] in 2022 (acc. to SI, 2024a, updated)

	Kopalnia / Mine	Kraj / Country	Właściciel (udziałowiec) Ownership	Produkcja srebra Silver production	Metal główny Main metal
1	Lubin, Polkowice-Sieroszowice, Rudna	Polska / Poland	KGHM Polska Miedź	1315,7	Cu, Ag
2	<i>Penasquito</i>	Meksyk / Mexico	<i>Newmont</i>	1007,8	Au, Ag
3	<i>Dukat</i>	Rosja / Russia	<i>Polymetal International</i>	569,2	Au
4	<i>Sindesar Khurd</i>	Indie / India	<i>Hindustan Zinc</i>	556,8	Zn, Pb
5	<i>Antamina</i>	Peru / Peru	<i>Glencore / BHP / Teck Resources / Mitsubishi</i>	457,2	Cu, Zn
6	<i>San Julian</i>	Meksyk / Mexico	<i>Fresnillo</i>	444,8	Ag, Au
7	<i>Fresnillo</i>	Meksyk / Mexico	<i>Fresnillo</i>	423,0	Ag
8	<i>Saucito</i>	Meksyk / Mexico	<i>Fresnillo</i>	372,2	Ag, Au
9	<i>Cannington</i>	Australia / Australia	<i>South32</i>	363,9	Zn
10	<i>Cerro Los Gatos</i>	Meksyk / Mexico	<i>Gatos Silver / Dowa Metals and Mining</i>	320,4	Ag
11	<i>Greens Creek</i>	USA / USA	<i>Hecla Mining Company</i>	301,7	Ag, Au
12	<i>Juanicipio</i>	Meksyk / Mexico	<i>Fresnillo / MAG Silver</i>	289,3	Ag, Au
13	<i>San Cristobal</i>	Boliwia / Bolivia	<i>San Cristobal Mining</i>	286,2	Zn, Pb
14	<i>Garpenberg</i>	Szwecja / Sweden	<i>Boliden</i>	273,7	Zn
15	<i>Puna</i>	Argentyna / Argentina	<i>SSR Mining</i>	261,3	Ag, Pb, Zn

**Tab. 3.** Produkcja górnicza srebra [t] w latach 1970–2023 (wg USGS, www.usgs.gov)  
**Table 3.** Silver mine production [tonnes] in the years 1970–2023 (acc. to USGS, www.usgs.gov)

Kraj / Country	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2023*
Meksyk / Mexico	1330	1470	2420	2340	4410	5540	6400
Chiny / China	25	80	130	1600	3500	3380	3400
Peru / Peru	1240	1340	1930	2220	3640	2770	3100
Chile / Chile	80	300	650	1240	1280	1580	1400
Polska / Poland	230	770	830	1150	1180	1250	1300
Australia / Australia	810	760	1170	1720	1860	1340	1200
Rosja / b. ZSRR Russia / former USSR	1180	1550	–	370	1150	1320	1200
Boliwia / Bolivia	210	190	310	430	1260	930	1200
USA / USA	1400	1010	2120	1860	1270	1030	1000
Kazachstan / Kazakhstan	–	–	240	930	550	430	990
Argentyna / Argentina	60	70	80	80	720	710	910
Indie / India	1	10	30	40	160	630	690
Kanada / Canada	1380	1070	1500	1250	600	320	b.d.
Pozostałe Rest of the World	1764	2150	3710	2470	1520	2270	3210
Świat / World	9710	10 770	15 120	17 700	23 100	23 500	26 000

\* – szacunkowe / estimated, b.d. – brak danych / no data.

1988). Na szczególną uwagę zasługuje odkrycie w latach 2003–2006, poprzedzone 10-letnim okresem eksploracyjnym, złoża Ag-Au-Zn-Pb Juanicipio-Valdecanas, będącego kontynuacją eksploatowanego złoża Fresnillo. Złoże zbudowane jest z dwóch głównych systemów epitermalnych żył: Valdecanas i Juanicipio, a okruszczenie obejmuje strefy dylatacyjne z licznymi rozgałęzieniami i żyłami poprzecznymi o charakterze sztokwerków (Megaw, 2010). Od października 2020 r. joint venture spółek *Fresnillo* (56% udziałów) oraz *MAG Silver* (44% udziałów) rozpoczęło eksploatację rud i oczekiwane jest, że po osiągnięciu docelowej wydajności kopalnia pozyskiwać będzie średnio 11,7 mln oz srebra i 43,5 tys. uncji złota rocznie. W 2022 r. wydobyto 5,2 mln oz srebra. W przyszłości pozyskanie srebra ze złoża Juanicipio ma stanowić główne źródło produkcji ze wszystkich złóż będących w posiadaniu *Fresnillo*. Zasoby wydobywalne srebra są tam szacowane na 83,3 mln oz metalu, przy średniej zawartości 284g/t, a całkowite zasoby geologiczne przekraczają 158 mln oz Ag. Pozostałe aktywa geologiczno-górniczne koncernu *Fresnillo* są również pokaźne: złożo Fresnillo (zasoby przemysłowe 91,6 mln oz Ag przy zawartości 242g/t Ag), złożo Saucito (zasoby przemysłowe 115,9 mln oz Ag przy zawartości 264g/t Ag), złożo San Julian (zasoby przemysłowe 45,7 mln oz Ag przy zawartości 252g/t Ag) (FP, 2023). Produkcja górnicza srebra w Państwie Środka odnotowała gwałtowny wzrost, podobny jak w przypadku złota (Krzak, 2024), stawiając ten kraj w roli wiodącego dostawcy. W kilku ostatnich latach udział Chin w strukturze światowej produkcji oscyluje wokół 13–15%. Do największych centrów eksploatacji należy okręg Ying, należący do kanadyjskiego właściciela większościowego *Silver-corp metals*. W okręgu funkcjonuje siedem podziemnych kopalń (SGX, HZG, HPG, TLP, LME, LMW oraz DCG) operujących na rozległym, polimetalicznym złożu Ag-Pb-Zn, wykształconym w pofałdowanej i zuskokowanej strefie orogenicznej Qinling. Złoża stanowią rozległe systemy kwarcowo-węglanowych żył mezotermalnych okruszczonych galeną i sfaleritem (podrzędnie siarkosolami srebra – pirargirytem i freibergitem) o szerokości od kilku centymetrów do kilku metrów (Klohn i in., 2011). Łączne zasoby przemysłowe

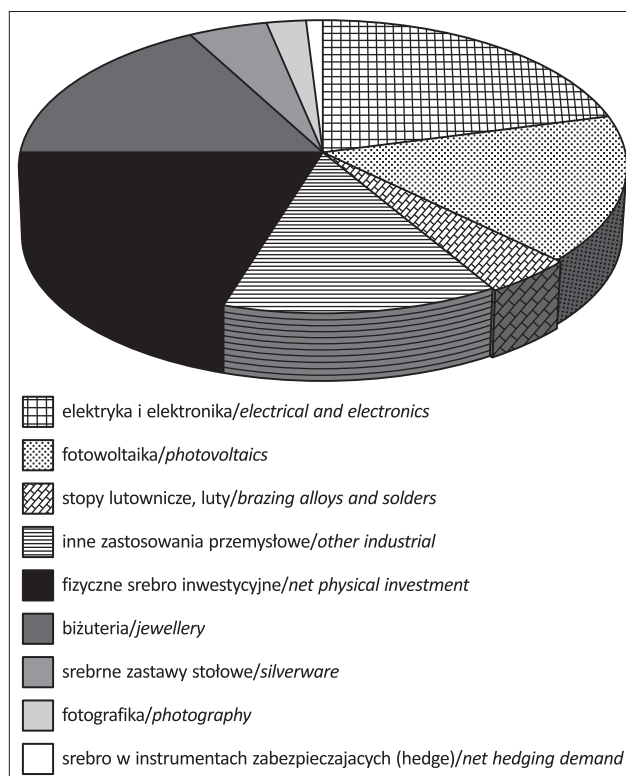
w złożach są szacowane na 95,65 mln oz srebra (AMC, 2022), a wydobyte w 2023 r. sięgnęło 6,15 mln oz. Srebro jest produktem ubocznym przy pozyskiwaniu cynku i ołowiu ze złoża Fankou. Ten ogromny, polimetaliczny, ekshalacyjno-osadowy obiekt jest uznawany za jedno z największych źródeł Pb-Zn w Azji, a drugą w Chinach kopalnią pod względem produkcji srebra. Oprócz wspomnianego srebra pozyskiwane są też miedź, wolfram, cyna, złoto, antymon, rtęć, uran, bizmut, tal i molibden. Mineralizacja złożowa obejmuje niektóre poziomy sekwencji węglanowych od górnego dewonu do dolnego karbonu i rozwija się wzdłuż serii uskoków (Hu i in., 2023). W 2023 r. uzyskano ze złoża 3,48 mln oz srebra. Porfirowe złożo miedzi Duobaoshan, gdzie wieloetapowe procesy magmowe i/lub hydrotermalne doprowadziły do nagromadzenia niezbyt bogatej mineralizacji miedziowej, molibdenowej oraz złotowo-srebrowej (Zhang i in., 2023), było źródłem tego ostatniego metalu w ilości ok. 1,43 mln oz w 2023 r., plasując je na miejscu trzecim spośród chińskich producentów srebra. Wartym uwagi jest fakt, że kopalnia *Heilongjiang Duobaoshan* została wpisana na Krajową Listę Zielonych Kopalń (*National Green Mines List*), jak również otrzymała tytuł Firmy Zaangażowanej w Zdrowie od Chińskiego Stowarzyszenia Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (*Health-Committed Company by the China Occupational Safety and Health Association*) (www.zijinmining.com). Produkcja górnicza srebra w Peru od dziesięcioleci odpowiada za ok. 11–12% udziału w światowej podaży srebra pierwotnego. Incydentalnie obserwowano wyższe (ok. 15%) udziały w rynku i pozostawanie chwilowym liderem produkcji (Paulo, Gałaś, 2005). W ostatniej dekadzie, powodem wahnięć w produkcji górnicznej w Peru były pospół czynniki: geologiczno-górniczne, technologiczne jak i socjalne (strajki załóg) (SI, 2012, 2019). Największym obiektem geologicznym w Peru, gdzie pozyskiwane jest srebro, jest polimetaliczne, odkrywkowo eksploatowane, ogromne, skarnowe złożo Cu-Zn Antamina. Kompleks złożowy obejmuje szereg monzonitowych intruzji przecinających wapienie środkowej i górnej jury, gdzie na kontakcie facji powstały rozległe strefy przeobrażonych w kierunku skarnowym, bogato okruszczonych skał (Lipten, Smith,

2005). Dominującej w złożu mineralizacji miedziowo-cynkowej towarzyszy wzbogacenie w Mo, Ag, Bi i Pb. Udziałowcami kopalni są *BHP plc* (33,75%), *Glencore plc* (33,75%), *Teck* (22,5%) i *Mitsubishi Corporation* (10%), a produkcja srebra w 2023 r. osiągnęła 12,63 mln oz. Niemal połowę mniejsza skala produkcji jest osiągana w zespolonych kopalniach *Yauli* obejmujących trzy kopalnie: *San Cristóbal-Carahuacra*, *Andaychagua* i *Ticlio* oraz na złożu *Toromocho*. Te pierwsze, zarządzane przez peruwiański koncern *Volcan*, dostarczyły w 2023 r. 7,8 mln oz srebra, a obecnie zdefiniowane zasoby przemysłowe złóż w wymiarze 29,7 mln t rudy o zawartości 71 g/t Ag zapewniają ok. 8-letni okres produkcyjny (*Volcan*, 2024). W 2007 r. *Aluminium Corporation of China* (*CHINALCO*) utworzyła *Mineria Chinalco Peru SA* (*Chinalco Peru*) w celu udostępnienia złoża, budowy kopalni i produkcji metali z ogromnego złoża miedziowego *Toromocho*. Porfirowe złożo Cu-Mo *Toromocho* wraz z sąsiadującym złożem Ag-Pb-Zn-Cu *Morococha* obejmują system żył i intruzji porfirowych przecinających i impregnujących nadległą, mięszką (ok. 2 km) paleozoiczną i mezozoiczną sekwencję wapieni oraz podrzędnie łupków. Wtórne wzbogacenie w srebro sięga zawartości 6–7 g/t, a srebro tworzy własne minerały (akantyt), bądź wchodzi w skład siarkosoli szeregu tetradyryt-tennantyt. Pierwotnie oszacowane zasoby rudy wynosiły 520 mln t (*Golder*, 2017). W 2023 r. ze złoża *Toromocho* pozyskano 7 mln oz srebra.

Scharakteryzowane powyżej trzy kraje zapewniają 50% światowej podaży górniczej srebra, kolejne (tab. 3) odbiegają znacząco wolumentem produkcji od pierwszej trójki, a produkcja srebra jest w zdecydowanej części współistniejąca z pozyskaniem innych metali, głównie miedzi, cynku i złota. Na uwagę zasługuje pozycja Kanady, onegdaj wiodącego producenta, a obecnie drugorzędny dostawcy. Zamykanie zakładów wydobywczo-przerobczych, będące efektem szczypania zasobów (np. złożo *Flin Flon*), to zasadnicze determinanty utraty pozycji Kraju Klonowego Liścia.

## ZUŻYCIE

W ujęciu tonażowym, po rekordowym 2022 r., całkowity popyt na srebro w 2023 r. spadł o 7% do 1195 mln oz (37 169 t), zaś struktura zużycia srebra w ujęciu branżowym uległa w ostatniej dekadzie niedużym, aczkolwiek zauważalnym zmianom. Niewątpliwie, w dłuższym ujęciu czasowym, srebro z metalu wykorzystywanego do celów jubilerskich i jako zasób majątkowy stało się metalem przemysłowym o licznych zastosowaniach. Aktualna struktura użytkowania srebra obejmuje zużycie przemysłowe oraz użytkowanie inwestycyjno-kapitałowe (ryc. 1). Zużycie przemysłowe sięga niemal 55% użytkowanego srebra i na przestrzeni dekad uległo zwiększeniu o ok. 12–13%. Znaczący przyrost zanotowano w zastosowaniach fotowoltaicznych, gdzie z poziomu ok. 5,6% przed dziesięciu laty konsumpcja zwiększyła się do ponad 16% w 2023 r. Zmniejszenie zużycia o ok. 10% odnotowano na niwie gromadzenia srebra jako lokaty kapitału, pojawiły się też, jakkolwiek w niedużym zakresie, nowe obszary wykorzystania srebra jako fizycznego zabezpieczenia pozycji na rynkach terminowych. Za rosnący popyt przemysłowy odpowiada w znacznej mierze transformacja ku zielonej gospodarce (np. wskazywana powyżej fotowoltaika) oraz rosnące zakupy komponentów i dóbr elektrycznych i elektronicznych przez detalistów oraz zakłady produkcyjne. Ponadto rynek



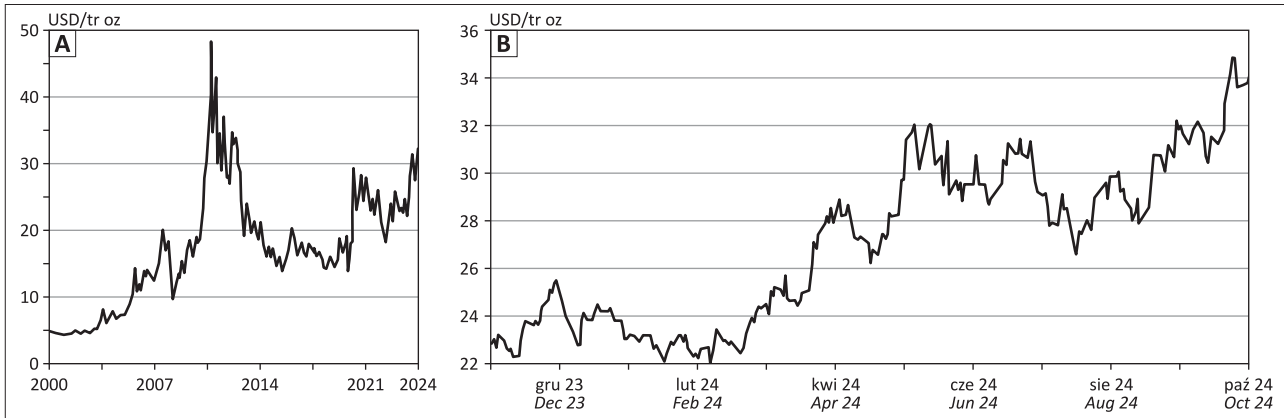
Ryc. 1. Struktura zużycia srebra w 2023 r. (wg SI, 2024a)

Fig. 1. Silver consumption in 2023 (acc to. SI, 2024a)

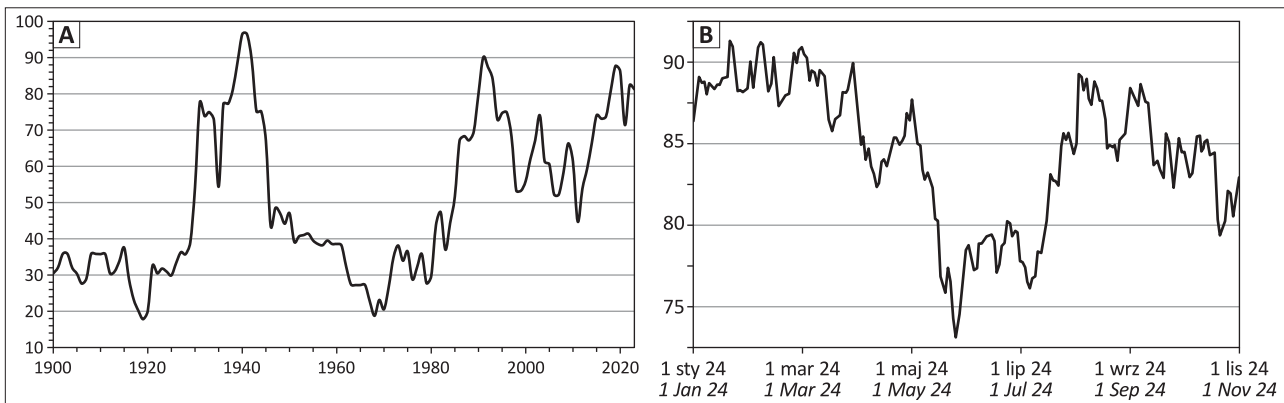
biżuterii, w mniejszej skali wytwórczość zastaw stołowych indukuje istotne zapotrzebowanie na srebro, szczególnie w Indiach. Chiny, kiedyś znaczący konsument srebra, zwracają się zdecydowanie bardziej ku złotu. Nabywanie srebra w celach inwestycyjnych (monety i sztabki) uległo wyraźnemu wyhamowaniu. Większość kluczowych rynków odnotowywała dużo niższe wolumeny zakupów niż w latach ubiegłych, największe spadki zanotowano w Niemczech, Indiach, Australii i USA. Od starożytności wykorzystywano bakteriobójcze właściwości srebra. W bieżących latach wskazywana jest jego mniej lub bardziej potwierdzona użyteczność w zastosowaniach medycznych (*Marx, Barillo*, 2014; *Medici i in.*, 2019), jakkolwiek w ujęciu ilościowym zużycie w tej gałęzi jest marginalne.

## CENY, OBRÓT GIEŁDOWY I POZAGIEŁDOWY

Ceny srebra w dwóch ostatnich dekadach wykazują silny trend wzrostowy (ryc. 2) i w dużej mierze naśladują ruch cen złota. Ogromny skok cenowy w latach 2009–2012 to pokłosie kryzysu zadłużenia w strefie euro, krachu giełd europejskich i nagłego wzrostu zaufania i popytu na kruszce jako lokaty kapitału. Zauważalne piki cenowe w latach 2006–2008, 2016–2018 i 2020–2022 to pochodne odpowiednio: ograniczeń podaży srebra na rynku, referendum wystąpieniowego Wielkiej Brytanii z Unii Europejskiej oraz pandemii COVID-19, w połączeniu z agresją Federacji Rosyjskiej na Ukrainę. Na przestrzeni ostatniego roku (X 2023–X 2024) ceny srebra zanotowały imponujące odbicie, z poziomu ok. 23 USD/oz do ok. 34 USD/oz, co oznacza niemal 50% wzrost. Po słabym początku roku, na przełomie marca i kwietnia, a także później ceny białego metalu notowały wzrosty będące swoistą odpowiedzią na oczekiwane przez rynki światowe obniżki stóp procentowych przez amerykański bank centralny (FED). Od sierpnia notowania srebra podążają za cenami złota na skutek



**Ryc. 2. A** – ewolucja cen srebra w latach 2000–2024, **B** – roczne notowania srebra New York COMEX (www.goldprice.org)  
**Fig. 2. A** – evolution of silver prices in 2000–2024, **B** – annual silver quotation New York COMEX (www.goldprice.org)



**Ryc. 3. A** – relacja cen złota i srebra w latach 1900–2023, **B** – relacja cen złota i srebra w 2024 r. (dane cenowe za USGS)  
**Fig. 3. A** – gold–silver ratio in the years 1900–2023, **B** – gold–silver ratio in 2024 (price data acc. to USGS)

niepewności, co do decyzji gospodarczych prezydenta elekta w USA, eskalacji napięcia na Bliskim Wschodzie, przedłużającego się konfliktu wynikającego z inwazji Rosji na Ukrainę, a także niepokoju inwestorów w kontekście łagodzenia polityki pieniężnej przez banki centralne. Te determinanty powodowały ucieczkę kapitału w bezpieczne aktywa surowcowe. Niewątpliwie istotną przyczyną zwykłego ruchu cen srebra są także bezpośrednie przesłanki konsumpcyjne, związane z szerszym wykorzystaniem srebra w panelach słonecznych, jednym ze źródeł tzw. zielonej energii. W opinii wielu ekspertów krytyczny dla srebra poziom 30 USD/oz jest obecnie testowany i zastanawiające jest jak długo (być może trwale) się utrzyma.

Analitycy rynku w odniesieniu do cen srebra (podobnych prawidłowości można doszukiwać się także na rynkach innych metali) grupują czynniki wpływu w dwóch kategoriach: endogenicznych i egzogenicznych. Te pierwsze to w uogólnieniu oczywista relacja podaży/popytu, niemniej jak w przypadku złota czy innych kruszców, analiza podaży/popytu jest komplikowana zapatrywaniem i wykorzystaniem srebra jako bezpiecznego aktyw i miejsca lokaty kapitału (srebro inwestycyjne). W efekcie rynek bywa zaburzany poprzez zapasy gromadzone przez inwestorów i nabywców oraz ich czasowe upłynianie, zależne od poziomu notowań giełdowych, sytuacji na innych rynkach (głównie złota) oraz nastrojów wśród inwestorów. *Silver Institute* (2024b) dowodzi, że do grupy czynników endogenicznych należą: wielkość produkcji górniczej; poziom odzysku srebra ze źródeł wtórnych; zapotrzebowanie ze strony przemysłu; cykliczność rynku srebra od epizodów deficytu do nadwyżek generowanych bieżącą

sytuacją i jednocześnie uruchamiających okresy gromadzenia lub wyprzedaży zapasów przez producentów; podaż z zapasów giełdowych; działania sektora inwestycyjnego oraz bankowego (zakup monet, sztabek itp.). W grupie czynników egzogenicznych wyróżniane są: ceny innych metali (złota, miedzi); ceny innych surowców mineralnych oraz dóbr (towarów) konsumpcyjnych (motoryzacja, zielona infrastruktura energetyczna); kursy wymiany walut; inflacja; stopy procentowe kredytów i obligacji; ceny akcji na rynkach giełd papierów wartościowych. Nie wnikając w szczegóły wskazanych czynników, część z nich ma istotne znaczenie dla kształtowania się cen srebra, część zaś jest drugorzędna.

Jednym z najbardziej znanych i analizowanych wskaźników rynków surowcowych i szerzej towarowych jest stosunek cenowy złota i srebra (*gold–silver ratio*). Powszechnie jest przyjmowane, że wynik powyżej 80 świadczy zwykle o dużym niedoszacowaniu srebra. W okresie bimetalizmu (XIII–XVIII w.) system monetarny był oparty na ustalonej relacji cenowej srebra do złota, a oba kruszce były na równi przedmiotem obiegu pieniężnego, jednak z czasem srebro, a później także złoto, zostało wyeliminowane z systemu monetarnego (przejście do pieniądza fiducjarnego), a stosunek cen złota do srebra zaczął się gwałtownie wahać (ryc. 3). W skorupie ziemskiej srebra jest z grubsza 30 razy więcej niż złota, a historyczna relacja cenowa z początku XX w. obu metali wynosiła w przybliżeniu właśnie 30–35.

Należy zauważyć, że czynnikiem sprawczym relacji cenowej obu metali są przede wszystkim ceny złota i to one miały w przeszłości i mają obecnie wiodące znaczenie. Bardziej wyraźne zmiany cen srebra (wzrosty notowań)

miały miejsce okazjonalnie, np. tuż po zakończeniu II wojny światowej, gdzie nie były skorelowane ze zmianami cen złota. Im niższy współczynnik relacji Au/Ag tym bardziej cena srebra zbliża się do ceny złota. Najwyższe w historii wskaźniki relacji cenowej Au/Ag z okresu przedwojennego i czasu II wojny światowej (sięgające niemal 100 w latach 1940–1941) mają oczywiste podstawy w największym, ogólnoswiatowym kryzysie gospodarczym po tzw. czarnym czwartku z X 1929 r. i późniejszej wojnie światowej, angażującej militarnie i gospodarczo ogromną liczbę państw. Najsilniejsze spadki wskaźnika i jedne z najniższych relacji odnotowano na przełomie lat 60. i 70. ub.w., kiedy m.in. zawieszono wymiennialność dolara na złoto oraz przez Międzynarodowy Fundusz Walutowy (MFW) były realizowane wieloletnie programy sprzedaży złota, zaniżające jego ceny. Interwencja ZSRR w Afganistanie zapoczątkowała kolejny wieloletni i ogromny rozdzźwięk relacji cenowej srebra i złota, zakupy złota przez inwestorów z Bliskiego Wschodu rosły, MFW zakończył programy wyprzedawcze, a wahania światowych kursów walut, rosące zaniepokojenie deficytami handlowymi i budżetowymi USA oraz problemami bankowymi i długiem państw Trzeciego Świata w latach 1982–1988 wywindowały ceny złota w kierunku lokalnych maksimów (USGS, 2013). W XXI w. indeks cenowy Au/Ag ulegał gwałtownym i zmiennym co do tendencji wahaniciom. Przykładowo z początkiem wieku banki centralne kilku europejskich krajów sprzedawały duże rezerwy złota w celu spełnienia kryteriów wspólnej waluty (euro), co sprzyjało spadkom relacji, z drugiej zaś strony wkrótce nastąpiło odwrócenie trendu cenowego poprzez zagrożenie upadłością lub niewypłacalnością banków w krajach Azji Wschodniej i Południowo-Wschodniej. W latach 2002–2010 ceny złota rosły zdecydowanie szybciej niż srebra ze względu na wzrost inwestycji w złoto wynikający z obaw politycznych i gospodarczych (np. bankructwo *Lehman Brothers*, kryzys na rynku nieruchomości). Od 2018 r. (z drobnymi epizodami) wskaźnik cenowy Au/Ag przekracza 80 i nawet pomimo gwałtownego wzrostu cen srebra w ostatnim roku (ryc. 2, 3) nie przełamuje rzeczony bariery. Złoto drożeje szybciej i porywa w swym cenowym pędzie notowania srebra, których inercja cenowa jest silniejsza.

Stosunek cen złota do srebra jest bardzo ważny dla osób inwestujących w fizyczny metal, ale także dla graczy spekulujących ceną złota lub srebra (Arendas, 2016; Złoty i in., 2024). Wskaźnik ten pozwala zdefiniować dogodny moment na zakup lub sprzedaż fizycznych aktywów czy derywatów srebra. W sytuacji gdy relacja jest wysoka, przynajmniej teoretycznie, warto zwrócić się w kierunku złota, w przeciwnym razie przy niskiej relacji Au/Ag preferowane w zakupach jest srebro.

Obrót srebrem odbywa się na kilku dużych giełdach i kilku pomniejszych. Do największych należą: *London Bullion Market Association* (LBMA, Wielka Brytania), *Shanghai Futures Exchange* (SHFE, Chiny) oraz *Chicago Mercantile Exchange Holdings Inc.* (CME, USA). Na każdej z nich obrót przekracza równowartość 85 mld oz Ag (ponad 2,5 mln t) w kontraktach rzeczywistych i nierzeczywistych (terminowych), przy czym handel i wymiana srebra fizycznego (*cash/spot*) obejmuje marginalny udział, a w przytłaczającej większości skupia się na kontraktach terminowych (*futures/forward*). Podobnie jak w przypadku złota (Krzak, 2024), spekulacja na srebro jest możliwa z wykorzystaniem funduszy ETF (*Exchange Traded Funds*), których ceny są powiązane z notowaniami srebra, a zabezpieczenie udziałów w funduszu stanowi srebro inwestycyjne,

przechowywane w instytucjach finansowych pełniących funkcję depozytariusza, zazwyczaj w bankach. Dość popularne są także lewarowane kontrakty pochodne CFD (*Contract For Difference*) oparte o różnice kursowe notowań srebra, gdzie inwestor nie jest w rzeczywistości właścicielem instrumentu (nie musi posiadać fizycznego metalu). Większość rzeczywistego, światowego handlu srebrem (podobnie jak i złota) odbywa się na rynkach pozagiełdowych (*over the counter*), a Londyn, Nowy Jork, Hong-Kong, Zurich i Tokio to największe centra tych transakcji, gdzie platformy i składy giełdowe są wykorzystywane w celu usprawnienia i zabezpieczenia możliwości wymiany.

## ŹRÓDŁA WTORNE, RECYKLING, SUBSTYTUCJA

Według szacunków USGS ([www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)) od zarania dziejów do 2023 r. łącznie wydobyto ok. 1,74 mln t srebra, a układając kompaktowo cały księżycowy urobek, uzyskano by sześcian o krawędzi ok. 55 m. Srebro z racji wielu przemysłowych zastosowań ulega fizycznemu rozproszeniu, natomiast wykorzystywane przy produkcji biżuterii, monet czy zastaw stołowych jest zdecydowanie bardziej stabilne i trwałe. Według UNEP (2011) stopień odzyskiwanego srebra waha się w szerokich zakresach, powtórny odzysk w motoryzacji to tylko 0–5%, elektronice 10–15%, przemyśle katalizatorów, szklanym i lustrzanym, produkcji akumulatorów 40–60%, medycynie, fotografii, fotowoltaice 40–60%, podczas gdy z biżuterii, monet i srebrnych sztućców, co dość oczywiste, stopień recyklingu wynosi 90–100%. Zgrubny szacunek pozwala ocenić, że ok. 30–35% srebra ulega rozproszeniu i nie trafia do powtórnego użytkowania.

Recykling srebra był prowadzony w średniowiecznej Europie, a być może już wcześniej, np. w czasach epoki Wikingów (Kershaw, Merkel, 2021). Symboliczny, roczny cykl obiegu srebra w gospodarce europejskiej zdefiniowano w pracy Lanzano i in. (2006). Podaż srebra ze źródeł wtórnych w ostatniej dekadzie wahała się od ok. 145 mln oz (4 510 t) do 181 mln oz (5 630 t), co w całkowitym strumieniu dostaw rynkowych srebra stanowiło 14–18% udziału. Najwięcej wtórego srebra pozyskiwane jest we wschodniej i południowej części Azji (Chiny, Japonia, Indie), ogromnym dostawcą wtórnych surowców srebra są Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, zapewniające 1/4 światowych dostaw. Z państw europejskich prym wiodą Niemcy, Włochy, Wielka Brytania oraz Francja (SI, 2024a). W strukturze źródeł wtórego srebra dominuje złom przemysłowy i odpady produkcyjne (59%; zanotowano m.in. znaczący w ostatnich latach przyrost odzysku srebra z używanych do wytwarzania glikolu katalizatorów tlenku etylenu – EO), biżuteria (18%) i zastawy stołowe (13%). Mniejsze znaczenia mają odpady fotograficzne (9%), a podzędne monety.

Obrazowanie cyfrowe, błony i klisze z obniżoną zawartością srebra czy kserografia zastępują srebro w dotychczas tradycyjnych zastosowaniach fotograficznych i diagnostyce medycznej. Płytki i inne komponenty chirurgiczne mogą być wykonywane ze stali nierdzewnej, tantalu i tytanu. Stal nierdzewna jest powszechnie używanym substytutem srebra dla zastaw stołowych i sztućców. W lustrach i innych powierzchniach odbijających światło w miejsce srebra można zastosować aluminium i rod. Srebro natomiast jest ważnym zamiennikiem droższych metali wykorzystywanych w katalizatorach samochodowych (Hartingh, 2024).

## SREBRO W POLSCE

Rudy srebra w Polsce nie tworzą samodzielnych złóż, a towarzyszące galenie srebro było powszechnym przedmiotem poszukiwania i pozyskania w minionych dziejach. O kopalnictwie srebra na ziemiach polskich świadczą pozostałości starych kopalń, nazewnictwo miejscowości oraz wysoki poziom dobrze rozwiniętego rzemiosła artystycznego. Eksploatacja kopalni srebra jest datowana od wczesnego średniowiecza (IX w., a być może i wcześniej od III–IV w.) w rejonie śląsko-krakowskiego okręgu kruszcowego (Tarnowskie Góry, Bytom, Siewierz, Sławków, Olkusz; Rozmus, 2014), a od ok. XIII w. w Górach Świętokrzyskich (Chęciny, Karczówka; Wróblewski, 2014). W znacznie mniejszej skali poszukiwano srebra i okazjonalnie go wydobywano w innych centrach eksploracji, w Tatrach (Wątocki, 1950; Paulo, 1979) czy na Dolnym Śląsku (Siuda, 2012). We wspomnianej pierwszej lokalizacji, czyli regionie śląsko-krakowskim, stratoidalne złoża typu MVT w obrębie triasowych dolomitów zawierają koncentracje srebra w strefach cementacji w zakresie 220–630 g/t (Paulo, Strzelska-Smakowska 2000). We współcześnie analizowanych galenach świętokrzyskich, gdzie złoża miały charakter szczelinowo-żyłowy, zawartość srebra waha się od 35 do 140 g na t galeny (Wróblewski, 2014). Pozyskanie srebra w rejonie śląsko-krakowskim zakończyło się wraz z zamknięciem kopalni *Olkusz-Pomorzany* w 2020 r., natomiast w regionie świętokrzyskim mniej więcej w początkach XX w.

Obecnie podstawowe znaczenie dla bazy zasobowej srebra w Polsce mają rozległe, będące przedmiotem bieżącej eksploatacji przez KGHM *Polska Miedź S.A.*, złoża miedzi monokliny przedsudeckiej oraz historyczne złoża w niecce północnosudeckiej. Oba wystąpienia to złoża typu stratoidalnego powiązane z cechsztyńską formacją piaskowców, dolomitów i łupków miedzionośnych, gdzie okruszcowaniu minerałami miedzioowymi, towarzyszy mineralizacja i domieszka innych metali, w tym srebra. Zawartość srebra w złożu bywa zróżnicowana, na ogół waha się granicach kilkudziesięciu g/t, podczas gdy w najbogatszych łupkach miedzionośnych koncentracje sięgają kilkuset g/t. W rudzie piaskowcowej i dolomitowej zawartość srebra gwałtownie maleje, podobnie jest w profilu pionowym złoża, gdzie wraz z oddalaniem się od poziomu łupka, koncentracje srebra wyraźnie zniżkują (Nieć, 1997). W ostatnim, krajowym bilansie zasobowym (Malon i in., 2024) geologiczne zasoby bilansowe srebra oceniono na 164 732 t, z czego niemal 97% przypada na obszar monokliny przedsudeckiej. W obrębie zasobów geologicznych wyróżniono 61 241 t zasobów przemysłowych (wyłącznie na monoklinie), co przy aktualnym poziomie wydobycia zapewnia prawie 43-letni okres wystarczalności. Realne prognozy

i perspektywy w zakresie udokumentowania dalszych, o znaczeniu gospodarczym, nagromadzeń złożowych srebra związane są z kontynuacją mineralizacji miedziowo-srebrowej poza strefami obecnie udokumentowanych złóż na monoklinie przedsudeckiej. Znacznie mniej prawdopodobne do przyszłego udokumentowania i zagospodarowania są perspektywy w rejonie niecki północnosudeckiej i perykliny Żar (tab. 4).

W procesach rafinacji w KGHM *Polska Miedź S.A.* Oddział Huta Miedzi *Głogów* są uzyskiwane podstawowe ilości srebra (niewielkich ilości – ok. 2% dostarcza KGHM *International Ltd.* oraz *Sierra Gorda S.C.M.*), które to w postaci gąsek (sztabki dla instytucji finansowych) bądź granulatu (cele przemysłowe) są przedmiotem sprzedaży, głównie eksportowej. KGHM *Polska Miedź S.A.* jest jednym z największych, światowych producentów srebra metalicznego, wytwarzając rocznie ok. 1200–1300 t metalu. W 2023 r. produkcja srebra w Grupie KGHM osiągnęła poziom 1428 t (KGHM, 2024), co plasuje firmę w absolutnej czołówce światowych producentów srebra (tab. 2). Otrzymywane surowce srebra są zarejestrowane pod marką KGHM HG i mają certyfikat rejestracji na nowojorskiej Giełdzie Handlowej COMEX oraz certyfikaty Dobrej Dostawy (*Good Delivery*) poświadczone przez LBMA.

Saldo obrotów srebrem od wielu lat ma trwałą wartość dodatnią, a eksport metalu ma znaczący udział w wartości polskiego eksportu, szczególnie w zakresie obrotów surowcami mineralnymi. W dekadzie 2012–2021 eksport srebra surowego z Polski zdecydowanie przekraczał 92% wielkości produkcji, a w niektórych latach bez mała całość wyprodukowanego srebra była przedmiotem zagranicznej wysyłki. Import do Polski srebra był na ogół we wzmiankowanym okresie niewielki, rzędu 3–19 t/r, jakkolwiek incydentalnie w latach 2018–2020 nieznacznie przekraczał 150 t (Galos, 2022). Dominujące rynki odbiorców polskiego srebra to: Wielka Brytania, USA, Australia i Niemcy. Zużycie krajowe srebra wynosi na ogół 40–60 t, a jego struktura konsumpcji obejmuje branżę jubilerską (70%), produkcję wyrobów walcowanych i ciągnionych (20%), produkcje stopów (5–10%), srebro inwestycyjne w sztabkach, monetach (3–5%; Galos, 2022).

## PODSUMOWANIE

Srebro nazywane bywa (i słusznie) metalem ponadczasowym i niewątpliwie jest to metal o jednej z najdłuższych historii użytkowania, chociaż tylko ok. 7% z całkowitej masy srebra zostało wydobyte do końca średniowiecza. Konkwista Ameryki i dopływ kruszcza z kontynentów amerykańskich to drugi znaczący okres w przeszłości białego metalu. Radykalny wzrost wydobycia srebra w Boliwii, Peru i Meksyku odpowiadał za ok. 85% światowej podaży

**Tab. 4.** Zasoby prognostyczne, perspektywiczne oraz hipotetyczne srebra w Polsce [t] (wg Oszczepalskiego i in., 2020)  
**Table 4.** Prognostic, perspective and hypothetical silver resources in Poland [tonnes] (acc. to Oszczepalski et al., 2020)

Region Area	Prognostyczne Prognostic	Perspektywiczne Perspective	Hipotetyczne < 2000 m Hypothetical < 2000 m	Hipotetyczne > 2000 m Hypothetical > 2000 m
Monoklina przedsudecka <i>Fore-Sudetic Monocline</i>	35 403	27 722	8482	263 008
Niecka północnosudecka <i>North Sudetic Basin</i>	1937	–	670	–
Peryklina Żar <i>Żary Perycline</i>	–	–	8765	–
Łącznie / Total	37 340	27 722	17 917	263 008



w latach 1500–1800. Kolejny, drastyczny wzrost wydobycia nastąpił po roku 1900 wskutek gwałtownego rozwoju technologicznego i eksploracji surowcowej nowych regionów. Na wiek XX i XXI przypada 3/4 tonażu dotychczas wydobytego srebra.

Srebro już w starożytności i średniowieczu było uznawane jako nośnik wartości i bogactwa, by z czasem – od epoki historii najnowszej – zyskać raczej status metalu przemysłowego, wszelako wymiar srebra jako nieinflacyjnego nośnika i lokaty kapitału jest nadal, choć w mniejszym zakresie, podtrzymywany. Skądinąd obecnie srebro nie pełni roli środka płatniczego, jest przedmiotem zakupów inwestycyjnych (wg szacunków *World Silver Survey* 18–19% wydobytego srebra jest wykorzystywane jako surowiec inwestycyjny). Ponadto srebrna biżuteria pozostaje ciągle w modzie zarówno ze względu na cenę (wielokrotnie niższą od np. złota), jak i walory estetyczne oraz higieniczne. Obie niwy użytkowania srebra sprawiają, że metal ten jest wszechstronnym surowcem, a mnogość praktycznych zastosowań: jubilerstwo, przemysł precyzyjny, elektronika, motoryzacja, ostatnio także produkcja urządzeń wytwarzających zieloną energię, gwarantuje dalsze zainteresowanie rynku i wsparcie stabilności cen, a być może ich wzrostu. Rynek srebra nie jest pokaźnym rynkiem w odniesieniu do wagowej kubatury obrotów, jest natomiast ważnym rynkiem w ujęciu jakościowym (finansowym) i wydaje się, że nawet niewielkie ilości wolumenów zakupu bądź sprzedaży mogą istotnie nań oddziaływać.

Pierwotna, przyrodnicza baza zasobowa srebra jawi się zadowalająco, wskaźnik statycznej wystarczalności trwale orbituje ok. 20-letniej wartości. Co istotne, za rozwój bazy srebra nie odpowiadają projekty *stricte* odnoszące się do srebrzystego metalu, lecz dokumentujące złoża innych kopalin metalicznych: miedzi, cynku i ołowiu oraz złota. Tylko ok. 1/4 pierwotnego srebra pochodzi z bezpośredniej działalności górniczej, pozostałe 3/4 jest produktem ubocznym przy pozyskaniu wspomnianych ciut wyżej metali. Ta relacja sprawia, że koncerny pozyskujące srebro jako składnik dodatkowy cechują się większą stabilnością rynkową i tym samym zapewniają przewidywalne i trwałe dostawy surowca w zależności od koniunktury na metale wiodące. Zwiększony popyt na metale bazowe może, przy braku zainteresowania srebrem ze strony rynku, generować nadwyżki zapasów skutkujące spadkami cen. Co prawda po stronie podaży jest oczekiwane, że produkcja srebra będzie stale rosła w latach 2024–2025, a wzrost produkcji podstawowych metali, takich jak złoto, ołów, cynk i miedź, spowoduje wzrost dostaw srebra przy jednoczesnym rekordowym wolumenie recyklingu srebra, tak z drugiej strony – popyt na srebro w ostatnich kilku latach przekraczał jego podaż, co doprowadziło do strukturalnego deficytu na rynku (SI, 2024a). Silny popyt ze strony zastosowań przemysłowych był głównym czynnikiem wspierającym fundamenty srebra, a postęp w zastosowaniach związanych z gospodarką ekologiczną stanowi podstawę tych zysków, głównie za pośrednictwem sektora fotowoltaicznego.

Obecnie realizowane są dość liczne, nowe projekty geologiczno-górnice za srebrem. Do największych należą: *Cordero* (Meksyk), *Corani* (Peru) oraz *Prognosz* (Rosja). Pomniejsze, przygotowywane do zagospodarowania złoża znajdują się zarówno we wspomnianych powyżej lokalizacjach, jak i w Australii, Chinach, Chile, Bośni i Hercegowinie. Projekt *Cordero* (Ausenco, 2024) pod auspicjami kanadyjskiej *Discovery Silver Corp.* przewiduje roczną produkcję 37 mln oz srebra ekwiwalentnego z polimetaliczne-

go złoża Ag-Zn-Pb-Au o zasobach przemysłowych przekraczających 300 mln oz srebra i średniej jakości 28,7 g/t. W studium wykonalności wskazano przewidywany 19 letni okres eksploatacji, a zagospodarowanie złoża ma się rozpocząć najpóźniej w I kwartale 2025 r. Kompletem stosownych pozwoleń, umożliwiających eksploatację, dysponuje *Bear Creek Mining Corporation*, właściciel złoża Corani w Peru. Zasoby tego przeciętnie bogatego (średnia jakość rudy 50,3 g/t Ag) srebrowo-ołowiowo-cynkowego złoża pozwalają na utrzymanie rocznej produkcji srebra w wymiarze 9,6 mln oz w okresie 15 lat (Ausenco, 2019). Perturbacje z pozyskaniem wystarczających nakładów kapitałowych odraczały rozpoczęcie zagospodarowania złoża, które było wskazywane na II kwartał roku bieżącego ([www.mining.com](http://www.mining.com)). W nowo uruchomionej rosyjskiej kopalni srebra *Prognosz* (właściciel *Polymetal International plc*) w III kwartale bieżącego roku uruchomiono sprzedaż koncentratów srebra. Odkrywkowa eksploatacja rudy będzie dostarczać 5–7 mln oz Ag rocznie. Złóże o zasobach 237 mln oz srebra i nadzwyczaj wysokiej jakości rudy (średnio 731 g/t Ag) (Polymetal, 2018) na skutek zachodnich sankcji przewidywane jest do sprzedaży przez obecnego, kazachskiego właściciela.

Jak już wspomniano ceny srebra nie są pochodną wyłącznie walorów przechowywania wartości, lecz wynikają także z szeregu zastosowań przemysłowych. Dość oczywiste jest, że ceny srebra naśladują ruch cen złota (i nie tylko) z racji analogicznych właściwości zabezpieczających dla kapitału, niemniej cechuje je niekiedy duża bezwładność. W ostatnich kilku latach odnotowywano strukturalny deficyt podaży drenujący zapasy i wymuszający wzrost notowań. W 2024 r. srebro jest najdroższe od kilkunastu lat i ma dobrą dynamikę wzrostową. Ceny złota rosły jednak szybciej, co stanowi silny asumpt kontynuacji hossy cenowej srebra, gdyż zdaniem analityków pozostaje ono względnie mocno niedowartościowane ([www.silverseek.com](http://www.silverseek.com)). Niewykluczony w przyszłości spadek cen złota teoretycznie powinien skutkować spadkiem cen srebra, niemniej jednak, jeśli ceny miedzi pozostaną wysokie, a silny popyt przemysłowy pozostanie odzwierciedlony w tej wysokiej cenie, to może on wesprzeć cenę srebra, kompensując negatywny wpływ spadku cen złota. W ocenie brytyjskiej grupy bankowej HSBC ([www.hsbc.com](http://www.hsbc.com)) kluczowy dla rynku i cen srebra będzie silny wzrost popytu przemysłowego na metal, wspierający stabilność cen w 2025 r. i ograniczając ich potencjał spadkowy. W samej branży fotowoltaicznej oraz w produkcji półprzewodników jest przewidywany wzrost zdolności wytórczych o 6,4% w przyszłym roku, a skumulowany łączny popyt przemysłowy wzrośnie o ok. 4%. W ujęciu geograficznym zapotrzebowanie na srebro w Stanach Zjednoczonych i Japonii pozostanie raczej na niezmiennym poziomie. Oczekiwane jest, że popyt przemysłowy na srebro wzrośnie powyżej średniej na rynkach wschodzących, takich jak Indie i Azja Południowo-Wschodnia. W kontekście popytu na srebrne monety i sztabki obserwowane jest wysycenie rynku i raczej spadki zainteresowania srebrem inwestycyjnym w nieodległej przyszłości. Globalna inflacja, choć nadal doskwiera, stopniowo maleje, zmniejszając popyt inwestorów na twarde aktywa, takie jak srebro. Ponadto w Indiach, jednym z najważniejszych odbiorców srebra inwestycyjnego, lokalne ceny srebra znacznie wzrosły na skutek deprecjacji rodzimej waluty. Zwiększony koszt zakupu srebrnych monet i sztabek skutecznie odstręcza od ich nabywania. Na przyszły rok jest prognozowana średnia cena – 25,80 USD/oz

(www.hsbc.com). Eksperti *Bank of America* (www.bankofamerica.com) pozostają bardziej optymistyczni w kwestii cen srebra, przewidując wzrosty w perspektywie dwóch lat do 35 USD/oz. Ta „bycza” prognoza znajduje podpory zarówno w przewidywanym zakończeniu podwyżek stóp procentowych banków centralnych, jak i rosnących inwestycji w metale szlachetne. W raporcie *Market Research Future* (MRFR; www.marketresearchfuture.com) światowy rynek srebra utrzyma skumulowany roczny wskaźnik wzrostu w wymiarze ok. 9,83% w perspektywie 2030 r. Ewentualna zmiana optyki ze strony amerykańskiego FED (także innych banków centralnych) i wstrzymanie obniżek stóp procentowych wzmocni dolara i tym samym może zahamować wzrost cen srebra, natomiast od strony popytowej silny wzrost zużycia przemysłowego, przewidywany w kilkuletniej perspektywie, będzie je zdecydowanie wspierał.

### CIĘKAWOSTKI O SREBRZE

- ❑ symbol chemiczny Ag pochodzi od łacińskiego słowa oznaczającego srebro (*argentum*), które z kolei wywodzi się od sanskryckiego słowa *argunas*, co oznacza świeca;
- ❑ stabilne w tlenie i wodzie, ale matowieje w powietrzu w wyniku reakcji ze związkami siarki, tworząc czarną warstwę siarczku (argentyt), srebrna biżuteria szybciej śniedzieje w powietrzu zanieczyszczonym, a więc w miastach i/lub obszarach przemysłowych;
- ❑ rodowanie srebra jest czynnością polegającą na pokrywaniu srebra cienką warstwą rodru nadającą biały kolor i zabezpieczającą przed śniedzeniem (czernieniem);
- ❑ może być czynnikiem wywołującym deszcz, jodek srebra był używany do zasiewania chmur, próbowano także kontrolować nim huragany;
- ❑ piorunian srebra, azydek srebra, amid srebra, acetylenek srebra i szczawian srebra to bardzo czułe materiały wybuchowe i inicjujące, w skrajnych przypadkach nawet ekspozycja na światło może spowodować samoistną eksplozję;
- ❑ srebro i złoto powstają w wyniku eksplozji gwiazd zwanych supernowymi, mniejsze z nich odpowiedzialne są za powstawanie srebra, większe za złoto (Hansen i in., 2012);
- ❑ w postaci metalicznej, w przeciwieństwie do soli srebra, nie jest toksyczne dla ludzi i ma działanie bakteriobójcze, grzybobójcze i wirusobójcze, dzieci karmione srebrnymi łyżeczkami (w przeszłości luksus zarezerwowany dla bogatych rodzin) były zazwyczaj zdrowsze;
- ❑ metal o największej odbijalności (najbardziej odbłaskowy) w spektrum światła widzialnego, polerowane odbija 95% widma, co czyni go użytecznym przy produkcji powłok lustrzanych, teleskopów, mikroskopów i paneli słonecznych;
- ❑ metal o największej przewodności termicznej i elektrycznej, standard przewodności prądu w odniesieniu do innych przewodników (skala 0–100), srebro – 100, odmienne metale, np. złoto – 76, miedź – 97;
- ❑ estetyka i łatwość obróbki plastycznej (tylko złoto jest bardziej plastyczne, uncję srebra można wyciągnąć w drut o długości 2,44 km), jednoczesny połysk i nierdzewność predestynują do użytkowania w jubilerstwie, projektantem wyrobów ze srebra dla krakowskich rzemieślników był m.in. mistrz Wit Stwos;
- ❑ pojedyncze ziarno srebra (ok. 65 mg) można sprasować w arkusz 150 razy cieńszy od przeciętnej kartki papieru;
- ❑ jeden z pięciu pierwszych metali, jakie kiedykolwiek odkryto, umiejętność oddzielania srebra od ołowiu (kupelacja) była już znana 3000 lat p.n.e.;
- ❑ angielski źródłosłów srebra (*silver*) pochodzi od anglo-saksońskiego *seolfor* nie mającego rymu w języku angielskim, wyraz *silver*, podobnie jak *money*, jest identyczny w co najmniej kilkunastu językach (np. afrykanerski, szwedzki, malgaski);
- ❑ *Sterling Silver* lub .925 to cecha probiercza standardu czystości, wskazuje, że przedmiot jest wykonany w 92,5% z czystego srebra i w 7,5% z innych metali, zazwyczaj z miedzi, *Fine Silver* lub .999 wskazuje, że przedmioty są wykonane w 99,9% z czystego srebra i zawierają minimalną ilość metali stopowych;
- ❑ używane jako składnik stopowy bądź samodzielny do wyrobu monet, w czystej postaci wykorzystywane do monet bulionowych i okolicznościowych, w 1792 r. Kongres Stanów Zjednoczonych wprowadził srebro jako oficjalną formę pieniądza w Stanach Zjednoczonych (jeden dolar miał równowartość wagi 24,056 g srebra), pierwszy amerykański srebrny dolar wybito w 1794 r., monety (dziesięciocentowe, ćwiartkowe i półdolarowe) wybite w Stanach Zjednoczonych przed 1965 r. składały się z ok. 90% srebra, a półdolarówki Kennedy’ego wybite w latach 1965–1969 zawierały 40% srebra, w 775 r. Anglosasi wyemitowali srebrną monetę znaną jako *Sterling*, których 240 sztuk stanowiło masę funta srebra, do dzisiaj waluta Wielkiej Brytanii nosi nazwę *Funt Sztetling*, brytyjskie monety „srebrne” do 1947 r. zawierały czyste srebro;
- ❑ monety bulionowe, monety lokacyjne i inwestycyjne wykonane na ogół z czystego srebra są uznawane jako lokaty kapitału, najbardziej znane to: australijska Srebrna Kukabura (ang. *Silver Kookaburra*, .999), austriacki Wiedeński Filharmonik (niem. *Wiener Philharmoniker*, .999), kanadyjski Liść Klonowy (ang. *Maple Leaf*, .9999), południowo afrykański srebrny Krugerrand, .999, brytyjska Britannia, .958;
- ❑ w starożytnym Egipcie i średniowiecznych krajach Europy srebro bywało cenione wyżej niż złoto, w kodeksie Menesa, który panował w Egipcie ok. 3500 r. p.n.e. wydano dekret, że *jedna część złota równa się dwóm i pół części srebra*, była to jedna z najwyższych oficjalnych relacji cenowych Au/Ag;
- ❑ znane ze swoich zastosowań przemysłowych, np. w tradycyjnej fotografii filmowej, stąd powiedzenie „srebrny ekran”;
- ❑ 30 srebrników, za które Judasz Iskariota zdradził Jezusa, mogło być szekłami wyemitowanymi w mieście Tyr na południu dzisiejszego Libanu;
- ❑ odkrycie w 1859 r. w Nevadzie bardzo dużego złoża srebra – Comstock Lode od nazwiska górnika Henry’ego Comstocka zapewniło USA 40-letni prym lidera produkcji górniczej srebra na świecie.

Artykuł przygotowano w ramach subwencji badawczej AGH 16.16.140.315. Nader miłą powinnością autora jest skierowanie podziękowań do na ogół anonimowych P.T. Recenzentów. Niniejszym kieruję zaś bezpośrednie, serdeczne podziękowania dr. Cezaremu Bachowskiemu za czas i wysiłek poświęcony recenzji

manuskryptu. Zostały uchwycone dość fundamentalne przeoczenia i niedopowiedzenia, które po usunięciu nadały artykułowi akceptowalny wydźwięk i kształt.

## LITERATURA

- AMC 2022 – NI 43-101 Technical report update on the Ying Ag-Pb-Zn property in Henan Province, People's Republic of China Silvercorp Metals Inc. Henan Province, China. AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.
- ARENDAS P. 2016 – Gold-silver ratio and its utilisation in long term silver investing. *Mediterranean J. Soc. Sci.*, 7 (1), 285–290; <https://doi.org/10.5901/mjss.2016.v7n1p285>
- AUSENCO, 2019 – Bear Creek Mining Corani Project. NI 43-101 Technical Report 17 December 2019. Ausenco Engineering Canada ULC, Vancouver.
- AUSENCO, 2024 – Cordero Silver Project. NI 43-101 Technical Report & Feasibility Study, Chihuahua State, Mexico. Ausenco Engineering Canada ULC, Vancouver.
- BOYLE R.W. 1968 – The geochemistry of silver and its deposits with notes on geochemical prospecting for the element. *Geological Survey of Canada, Bulletin 160*, Ottawa.
- COX D.P., SINGER D.A. (red.) 1986 – Mineral deposits models. USGS Bull, 1693.
- DROMUNDO O., ROBLES S., BISSIG T., FLORES C. 2020. The Penasquito Gold-(Silver-Lead-Zinc) Deposit, Zacatecas, Mexico. [W:] Sillitoe R.H., Goldfarb R.J., Robert F., Simmons S.F. (red.), *Geology of the World's Major Gold Deposits and Provinces*. Spec. Publ. Soc. Econ. Geol. 23: 399–414; <https://doi.org/10.5382/SP.23.19>
- FP, 2023 – Steady progress through challenging times. Annual report and accounts. Fresnillo plc, London.
- GALOS K. 2022 – Srebro. [W:] Galos K., Lewicka E. (red.), *Gospodarka surowcami mineralnymi w Polsce w latach 2012–2021*. Wydaw. IGSMiE PAN, Kraków: 287–290.
- HANSEN C.J., PRIMAS F., HARTMAN H., KRATZ K.-L., WANAJO S., LEIBUNDGUT B., FAROUQI K., HALLMANN O., CHRISTLIEB N., NILSSON H. 2012 – Silver and palladium help unveil the nature of a second r-process. *Astronom. Astrophysic.*, 545: A31; <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201118643>
- HARTINGH A.M. 2024 – Silver. [W:] USGS Mineral Commodity Summaries. USGS Publ., Washington: 162–163.
- HU Z., ZHENG Y., GUO L., YU P., CHEN X., WANG Ch-M., LONG L., WU Y. 2023 – The world-class carbonate-hosted Fankou Zn-Pb deposit in China. Part I. Structural analysis: Evolutionary three-order thrusting structures control on the localization of Zn-Pb orebodies. *Ore Geol. Rev.*, 157, 105463; <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105463>
- KERSHAW J., MERKEL S.W. 2021 – Silver recycling in the Viking Age: Theoretical and analytical approaches. *Archaeometry*, 64: 116–133; <https://doi.org/10.1111/arc.12709>
- KGHM, 2024 – Wstępne wyniki produkcyjne i sprzedażowe Grupy KGHM Polska Miedź S.A. za grudzień 2023 roku. KGHM KGHM Polska Miedź S.A., Lubin.
- KI, 2021 – Investment opportunities of Kazakhstan. Niche projects. National Company „Kazakh Invest” JSC, Astana.
- KLOHN M., NI W., BROILICH, 2011 – NI 43-101 Technical report resources and reserves update SGX Mine Ying silver-lead-zinc district. Henan Province People's Republic of China for Silvercorp Metals Inc.
- KRZAK M. 2024 – Złoto – blaski i cienie żółtego kruszcza. *Prz. Geol.*, 72 (7): 332–340; <http://dx.doi.org/10.7306/2024.17>
- LANZANO T., BERTRAM M., DE PALO M., WAGNER C., ZYLA K., GRAEDEL T.E. 2006 – The contemporary European silver cycle. *Res., Conservat. Recycl.*, 46 (1): 27–43; <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.06.003>
- LIPTEN E.J., SMITH S.W. 2005 – The Geology of the Antamina Copper-Zinc Deposit, Peru, South America. [W:] Porter T.M. (red.), *Super Porphyry Copper & Gold Deposits: A Global Perspective*, PGC Publishing, Adelaide, 1: 189–204.
- MALON A., TYMIŃSKI M., CHMIELEWSKI A. 2024 – Rudy miedzi i srebra. [W:] Szufflicki M., Malon A., Tymiński M. (red.), *Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2023*. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 57–60.
- MARX D.E., BARILLO D.J. 2014 – Silver in medicine: The basic science. *Burns*, 40S: 9–18; <http://dx.doi.org/10.1016/j.burns.2014.09.010>
- MEDICI S., PEANA M., NURCHI V.M., ZORODDU M.A. 2019 – Medical Uses of Silver: History, Myths, and Scientific Evidence. *J. Medic. Chem.*, 62: 5923–5943; <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.8b01439>
- MEGAW P.K.M. 2010 – Discovery of the Silver-Rich Juancipio-Valdecanales Vein Zone, Western Fresnillo District, Zacatecas, Mexico. [W:] Goldfarb R.J., Marsh E.E., Monecke T. (red.), *The Challenge of Finding New Mineral Resources: Global Metallogeny, Innovative Exploration, and New Discoveries*. Spec. Publ. Soc. Econ. Geol., 15; <https://doi.org/10.5382/SP.15.1.08>
- NC, 2024 – More than gold. 2023 Annual Report. Newmont Corporation, Denver, Colorado.
- NIEĆ M. 1997. Złóża rud miedzi i srebra. [W:] Kicki J. (red.), *Surowce metaliczne. Miedź, srebro*. CPPGSMiE PAN, Kraków: 9–44.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., CHMIELEWSKI A. 2020 – Rudy miedzi i srebra. [W:] Szamałek K., Szufflicki M., Mizerski W. (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31.12.2018*. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 127–151.
- PAULO A. 1979 – Tatrzańskie złoża kopalni. *Prz. Geol.*, 27 (7): 396–399.
- PAULO A., GAŁAŚ A. 2005 – Epitermalne złoża złota i srebra w okolicy Orcopampa i Caylloma, południowe Peru. *Prz. Geol.*, 53 (8): 639–648.
- PAULO A., STRZELSKA-SMAKOWSKA B. 2000 – Rudy metali nieżelaznych i szlachetnych. Wydaw. AGH, Kraków.
- POLYMETAL 2018 – Mineral resource estimate for Prognoz silver deposit. Polymetal International plc, Kazchstan.
- ROCHA-ROCHA M. 2016 – Metallogenesis of the penasquito polymetallic deposit: a contribution to the understanding of the magmatic ore system. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Geology. University of Nevada, Rino.
- ROZMUS D. 2014 – Wczesnośredniowieczne zagłębie hutnictwa srebra i ołowiu na obszarach obecnego pogranicza Śląska i Małopolski (druga połowa XI–XII/XIII wiek). Księgarnia Akademicka, Kraków.
- RUDNICK R.L., SALLY G. 2003 – Composition of the continental crust. *Treatise Geochem*, 3: 1–64.
- RUVALCABA-RUIZ D.C., THOMPSON T.B. 1988 – Ore Deposits at the Fresnillo Mine, Zacatecas, Mexico. *Econ. Geol.*, 83, 1583–1596.
- SI, 2012 – World silver survey 2011. The Silver Institute, Washington.
- SI, 2019 – World silver survey 2018. The Silver Institute, Washington.
- SI, 2024a – World silver survey 2024. The Silver Institute, Washington; *Metals Focus*, London.
- SI, 2024b – Factors that Determine the Silver Price. Market Trend Report. The Silver Institute, Washington.
- SILLITOE R.H. 2020 – Gold Deposit Types: An Overview. [W:] Sillitoe R.H., Goldfarb R.J., Robert F., Simmons S.F. (red.), *Geology of the World's Major Gold Deposits and Provinces*. Spec. Publ. Soc. Econ. Geol., 23; <https://doi.org/10.5382/SP.23.01>
- SIUDAR. 2012 – Minerale srebra z kopalni Friederike Juliane w Ciechanowicach (Sudety). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 448: 315–324.
- UNEP, 2011 – Recycling Rates of Metals – A Status Report, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- USGS, 2013 – Metal Prices in the United States Through 2010. Scientific Investigations Report 2012–5188. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Washington.
- VOLCAN 2024 – Annual Report 2023. Volcan Compania Minera S.A.A., Lima.
- WAŹTOCKI W. 1950 – Żyły mineralne na Ornaku w Tatrach Zachodnich. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 20 (1–2): 11–62.
- WRÓBLEWSKI T. 2014 – Kruszcze Karczówki i ich kopalnie. *Stud. Muz.-Hist.*, 6: 11–28.
- [www.bankofamerica.com](http://www.bankofamerica.com)
- [www.globaldata.com](http://www.globaldata.com)
- [www.hsbc.com](http://www.hsbc.com)
- [www.marketresearchfuture.com](http://www.marketresearchfuture.com)
- [www.mining.com](http://www.mining.com)
- [www.silverseek.com](http://www.silverseek.com)
- [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)
- [www.zijinmining.com](http://www.zijinmining.com)
- [www.goldprice.org](http://www.goldprice.org)
- ZHANG S., JU N., ZHANG G., ZHAOD Y., RENE Y., LIU B., WANG H., GUO R., YANG Q., SUN Z., XU A., WANG K., HAO Y. 2023 – Geology and mineralization of the Duobaoshan supergiant porphyry Cu-Au-Mo-Ag deposit (2.36 Mt) in Heilongjiang Province, China: A review. *China Geol.*, 6: 100–136; <http://dx.doi.org/10.31035/cg2023006>
- ZŁOTY M., TASARZ P., ŚNIAROWSKI B. 2024 – The Dichotomous Nature of Silver in the 21<sup>st</sup> Century. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin–Polonia, Sectio H, LVIII(2)*, 195–210. <https://doi/10.17951/h.2024.58.2.195-2>

Praca wpłynęła do redakcji 15.11.2024 r.  
Akceptowano do druku 3.12.2024 r.