

Platyna – metal z cienia

Mariusz Krzak¹



Platinum – metal from the shadow. Prz. Geol., 74: 420–431; doi: 10.7306/2026.35

Redaktor prowadzący: Krystian Wójcik

Abstract. Platinum, despite the very low production and consumption levels is one of the strategic metals for the world economy. It was discovered quite late, and its industrial and investment importance has been constantly growing since the 18th century. Due to its excellent catalytic properties, platinum currently plays an important role in the automotive industry, ensuring the reduction of harmful emissions. It is a valued biocomponent and an option for capital investing. The paper discusses the basic sources, reserves, and supplies directions of primary platinum raw materials. The consumption structure and platinum trade are indicated, and the risk and market prospects are assessed. The resource base potential and industrial production of platinum in Poland is presented and the national economy of platinum raw material is briefly characterized.

Keywords: platinum market, primary production, resources, consumption, prices

Platyna, z powodu trudnej obróbki cieplnej (temperatura jej topnienia jest wyższa o ponad 700°C od temperatury topnienia złota), przez długi okres pozostawała metalem bez większego znaczenia gospodarczego. Historia użytkowania platyny sięga niemniej starożytnego Egiptu, gdzie ponad 3000 lat temu wytwarzano biżuterię i ozdabiano sarkofagi stopami ze śladowymi ilościami platyny. Stopy te prawdopodobnie nie były efektem celowego działania złotników, a platyna stanowiła raczej naturalny składnik okruchowych rud złota importowanych przez Egipcjan z Nubii. Około 100 lat przed Chrystusem rdzenni mieszkańcy Ameryki Południowej używali platyny do wytwarzania metalowych kolczyków do nosa i innych przedmiotów o przeznaczeniu ceremonialnym. Hiszpańska konkwista poszukiwała głównie złota, a platyna (*platina del Pinto* czyli „sreberko” z Pinto) była nie wartym uwagi surowcem, znajdującym w aluwiach koryta rzeki Pinto w Kolumbii (Salazar, 2024). Giulio Cesare Scaligero (filolog, poeta i lekarz) w roku 1557 przeanalizował ten nieznaną metal i stwierdził, że nie jest to srebro, jak pierwotnie podejrzewano, a odkrycie przypadło bez echa na kolejne dwa wieki. Hiszpański astronom i polityk Antonio de Ulloa w połowie XVIII w. ponownie opisał platynę, która stała się przedmiotem żywego zainteresowania europejskich alchemików poszukujących transmutacji nieszlachetnych metali w złoto, a uznanie platyny przez szwedzkiego chemika Henrika Scheffera za metal szlachetny w roku 1751 zapoczątkowało okres prosperity tego surowca trwający, z małymi przerwami, do dziś. W 1783 r. Pierre-François Chabaneau, jako jeden z pierwszych, opracował metodę oczyszczania platyny i pozyskał ją w formie kowalnej. Przemysłowa metoda wytwarzania platyny kowalnej, opatentowana przez Wollastona i Tennanta, skutecznie umiejscowiła surowiec w komercyjnym przemyśle. W Rosji od 1828 r.

wprowadzono do obiegu czyste, platynowe dukaty bite z surowca pozyskanego z uralskich złóż. Prawdopodobnie to stamtąd pochodzi największy, znany samorodek tego metalu (*Uralski Gigant*) o wadze 277,25 oz (uncji; około 7860 g). Początkowo biżuteria na bazie platyny, choć ceniona przez koneserów, nie była znana i szerzej użytkowana z powodu wysokiej temperatury topnienia metalu (1768°C). Przemysł jubilerski wymagał wysokotemperaturowych palników i dopiero z początkiem XX w., w okresie edwardiańskim, biżuteria platynowa stała się symbolem statusu i metalem preferowanym do produkcji obrączek zaręczynowych i ślubnych, ponieważ nie zmieniała postrzeganej barwy diamentów, będąc jednocześnie znacznie trwalszą od srebra. W okresie II wojny światowej rząd USA uznał platynę za metal strategiczny, o zastosowaniu wyłącznie do celów militarnych i pozbawił zaopatrzenia w nią pozostałe branże.

Platyna jest niezwykle trwała, ciągliwa i kowalna, odporna na korozję i nie ulega pasywacji pod wpływem czynników atmosferycznych, a podobnie jak złoto, rozpuszcza się tylko w wodzie królewskiej, co nadaje jej wymiaru metalu szlachetnego. Obecnie ma szerokie zastosowania przemysłowe: motoryzacja, przemysł chemiczny, elektronika, medycyna i wspomniane jubilerstwo. To ostatnie jest popularne szczególnie w USA i Japonii, gdzie ok. 40% obrączek zaręczynowych i ślubnych jest wytwarzanych z platyny. Niewielka część platyny (nie przekraczająca 4% światowej podaży) jest wykorzystywana jako nośnik inwestycyjny w postaci monet bulionowych i sztabek (WPIC, 2026a). Od niedawna nowa, ważna nisza aplikacyjna otworzyła się dla tego metalu w technologiach wodnorodnych do produkcji ogniwo paliwowych.

Celem artykułu jest przegląd rynku i gospodarki surowcami platyny – od źródeł do produktu końcowego.

¹ AGH w Krakowie – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; krzak@agh.edu.pl; ORCID ID: 0000-0002-5799-817X

W skali globalnej oceniono podstawowe składowe bilansu surowcowego i wskazano na pozycję Polski. Agregację danych gospodarczych przeprowadzono na podstawie danych służb geologicznych, wykazów surowców krytycznych największych gospodarek świata, jak również publikacji statystycznych branżowych organizacji i podmiotów operujących na rynku platyny.

RUDY, ZŁOŻA I ŚWIATOWE ZASOBY PLATYNY

Platyna należy do grupy sześciu pierwiastków chemicznych zwanych łącznie pierwiastkami z grupy platynowców (*Platinum Group Elements/Metals* – PGE/PGM). Oprócz platyny należą do niej: pallad, iryd, osm, rod i ruten. Pod względem chemicznym wszystkie wymienione metale są bardzo podobne, jednak ich właściwości fizyczne różnią się znacznie. Platyna, jak i pozostałe platynowce, należy do metali najmniej rozpowszechnionych w skorupie ziemskiej, a jej udział wagowy w niej jest szacowany na 0,4–0,5 mg/t (Rudnick, Sally, 2003; Mungall, Naldrett, 2008). Pierwotne koncentracje platyny w procesach magmowych są znikome, a najbardziej wzbogacone w platynę są skały maficzne i ultramaficzne. Koncentracja złożowa o znaczeniu gospodarczym wymaga zawartości kilku g/t, a zatem konieczne jest ok. 10-tysięczne wzbogacenie w odniesieniu do klarku. W procesach hipergenicznych platyna pozostaje bierna (odporna na wietrzenie) i gromadzi się we wtórnych złożach okrucowych na wychodniach formacji ultrazasadowych. Platyna i pozostałe metale z grupy platynowców na ogół wspólnie występują w złożach, i nader często towarzyszą nagromadzeniom złożowym miedzi i niklu.

Większość złóż platynowców powstaje w wyniku wysokotemperaturowych procesów magmowych oraz pomagmowych i jest powiązana z występowaniem skał maficznych lub ultramaficznych. Klasyfikacje genetyczne i modele złóż PGM są szczegółowo opisane w licznych opracowaniach naukowych (m.in. Paulo, Strzelska-Smakowska, 2000; Maier, 2005; Mungall, Naldrett, 2008; Zientek i in., 2017), natomiast w niniejszym artykule podkreślono gospodarczy wymiar typologii złóż. Największe znaczenie dla pozyskania surowców platyny mają złoża magmowe i ich podtypy, w obrębie których są wyróżniane samodzielne złoża platynowców, gdzie dominującym składnikiem są właśnie metale z grupy PGM (przy akcesorycznym udziale siarczków innych metali) oraz złoża, w których PGM występują jako kopalina towarzysząca bogatym rudom siarczkowym Ni-Cu. Wszystkie podtypy złóż magmowych mają wspólną cechę, mianowicie są powiązane z lateralnie rozległymi prowincjami magmowymi, o powierzchniach przekraczających 100 000 km², i występują w wewnątrzpłytkowych środowiskach tektonicznych. Rudy tworzą cienkie pokłady, nazywane w terminologii górniczej południowej Afryki „rafami”. „Rafa” oznacza tu płaską, tablicową strukturę złoża i jest również określeniem podtypu złoża. Ultramaficzne skały złóż typu „rafowego” cechuje dość bogata mineralizacja o zawartości 5–7 g/t Pt + Pd, przy czym zawartość platyny niemal trzykrotnie przewyższa zawartość palladu (Barnes, Campbell, 1988; Lionnet, Lomberg, 2007; Chistyakova i in., 2019). Złoża tego typu są głównym źródłem platyny, palladu i rodu, a najważniejsze z nich to: *Merensky Reef* w kompleksie intruzywnym

Bushveld (RPA) o średniej jakości rud w przedziale 3–10 g/t PGM (Thormann i in., 2017), *Great Dyke* (Wielka Dajka w Zimbabwe), *J-M Reef* (USA) i *Munni Munni* (Australia). Pod względem wykształcenia podobne do typu „rafowego” są podtypy złóż masowych chromitów z cienkimi, segregacyjnomagmowymi pokładami chromitów goszczącymi rozproszoną mineralizację PGM o jakości 4–8 g/t Pt + Pd, z nieco niższą proporcją Pt/Pd niż w złożach „rafowych” (Campbell i in., 1982). Największe złoża to *UG2* (RPA) i *Lower Chromitites* (USA). Rozległe obszary nieciągłej mineralizacji PGM, z niską zawartością niklu i miedzi, tworzą złoża podtypu kontaktowego w strefach kontaktu intruzji warstwowych (podczas krystalizacji magmy mogą się pojawiać cechy warstwowania ze względu na różnice w ciężarze właściwym minerałów). Jakość rud tego typu waha się w przedziale 1–4 g/t (BGS, 2009), a najważniejsze złoża to: *Platreef* (RPA), *Duluth* (USA), *Lac des Iles* i *East Bull Lake* (Kanada) oraz *Portimo* (Finlandia). W przeszłości cennym źródłem surowców platyny były dunitowe intruzje kompleksu *Bushveld* o średnicy do 1 km i zawartości od 3 do 2000 g/t platyny (Scoon, Mitchell, 2004; Oberthür, Goldmann, 2023).

Do najważniejszych złóż magmowych, gdzie platynowce pozostają składnikiem towarzyszącym mineralizacji Ni-Cu, należą formacje likwacyjne *Norylska-Talnach* (Rosja) oraz *Sudbury* i *Lynn Lake* (Kanada). Nagromadzenia PGM są obserwowane w ryftowych i kontynentalnych intruzjach bazaltowych złoża rud Ni-Cu *Norylska-Talnach*, które powstały w wyniku frakcjonowania stopu siarczkowego, mającego początek w nasyceniu siarką magmy maficznej i ultramaficznej. Sumaryczna zawartość metali z grupy platynowców w złożu *Norylska-Talnach* waha się w przedziale 1–100 g/t, a średnio wynosi ok. 7,3 g/t Pd i 1,8 g/t Pt (Mudd, 2010). W złożu *Sudbury* poudzierzeniowy krater został wypełniony krystalizującą magmą, a w wyniku jej frakcjonowania powstało nagromadzenie platynowców o zawartości 1–10 g/t Pt (Keays, Lightfoot, 2020).

Pomniejsze znaczenie mają magmowe złoża podtypu komatytowego, gdzie tylko lokalnie jest obserwowana zawartość PGM większa od 1 g/t, zwykle kilkaset mg/t, a zawartość palladu przeważnie przewyższa zawartość platyny (BGS, 2009). Przykładami tego typu złóż są: *Kambalda* (Australia), *Pieczenga* (Rosja) oraz *Thompson Belt* i *Ungava Belt* (Kanada).

Jak wspomniano, znaczenie gospodarcze mają niemal wyłącznie złoża magmowe, natomiast z kronikarskiego obowiązku należy wspomnieć o innych typach, w tym: alaskańskich lub alaskańsko-uralskich, okrucowych, ofiolitowych, laterytowych, żyłowych i osadowych.

W porównaniu do złota czy srebra górnicze pozyskiwanie platyny nie ma długiej historii, a według bazy *Global Data's mines* (www.globaldata.com) na całym świecie działa ok. 70 zakładów górniczych zlokalizowanych w niewielu państwach. Światowe zasoby przemysłowe platynowców (tab. 1), raportowane przez amerykańską służbę geologiczną USGS, pozostają na dość stałym poziomie, pomimo drobnych fluktuacji, a w ostatnich pięciu latach odnotowano ok. 15-procentowy przyrost bazy zasobowej. Zasoby geologiczne są szacowane na ponad 100 000 ton (Schulte, 2025). Kalkulując statyczny wskaźnik wystarczalności zasobów, uwzględniający jedynie najważniejsze metale z grupy, czyli platynę i pallad, należy oczekiwać przynajmniej 200-letniego okresu zapewnienia dostaw

Tab. 1. Zmiany światowej bazy zasobowej platynowców [t] w latach 2000–2024 (wg USGS, www.usgs.gov)
Table 1. Changes of global Platinum Group Metals base [tonnes] in the years 2000–2024 (acc. to USGS, www.usgs.gov)

Kraj / Country	2000	2005	2010	2015	2020	2024
RPA / RSA	63 000	63 000	63 000	63 000	63 000	63 000
Rosja / Russia	6 200	6 200	1 100	1 100	3 900	16 000
Zimbabwe / Zimbabwe	–	–	–	–	1 200	1 200
USA / USA	800	900	900	900	900	820
Kanada / Canada	310	310	310	310	310	310
Pozostałe / Rest of the World	690	590	690	690	–	–
Świat / World	71 000	71 000	66 000	66 000	69 310	>81 000

ze źródeł pierwotnych, niemniej znaczna koncentracja zasobów w nielicznych krajach może rodzić obawy o dostępność surowca, stąd obecność platynowców na listach surowców krytycznych wielu państw i organizacji gospodarczych.

Pięć krajów dysponuje całkowitymi, udokumentowanymi zasobami platynowców na świecie (tab. 1). Największe zasoby platynowców, raportowane przez USGS, są ulokowane w północno-wschodniej części Republiki Południowej Afryki, w kompleksie magmowym Bushveldu (*Bushveld Igneous Complex* – BIC), który geograficznie rozpościera się również na przyległe tereny południowego Zimbabwe i obejmuje ponad 75% pierwotnych, światowych zasobów platynowców. W 2024 r. w raportach USGS odnotowano dynamiczny, kilkukrotny przyrost bazy zasobowej Rosji, gdzie rezerwy platynowców wylicza się na podstawie krajowego systemu klasyfikacji zasobów (znanego i stosowanego także w Polsce). System ten jest mało kompatybilny z powszechnie stosowanymi klasyfikacjami (np. JORC). W Rosji w bazie zasobów są uwzględniane złoża na etapie rozpoznania bądź wstępnego zagospodarowania, bez kwalifikacji zasobów przemysłowych, co może fałszować obraz realnie dostępnego metalu. Przyjmując jednak przytaczaną wielkość za realną, to potencjał zasobowy Rosji odpowiada ok. 20% rezerw światowych.

PRODUKCJA GÓRNICZA

Światowa produkcja górnicza platyny osiąga ostatnimi laty poziom około 166–170 ton rocznie i nie uległa znaczącym przyrostom w ciągu półwiecza (tab. 2), jakkolwiek trudności porównawczych dostarcza łącznie liczony tonaż wydobycia PGM w latach 70. i 80. ubiegłego wieku.

Republika Południowej Afryki, z której pochodzi ok. 70% światowych dostaw pierwotnej platyny, od niemal czterech dekad nosi miano bezwzględnie największego gracza na światowym rynku tego metalu. Kompleks Bushveld jest miejscem intensywnej działalności wydobywczej licznych korporacji górniczych, zarówno krajowych (południowoafrykańskich), jak i międzynarodowych. Spośród 10 największych kopalń platyny na świecie, aż 8 jest w RPA. W roku obrotowym 2024/2025 (zakończonym 30.06.2025 r.) największa z nich, podziemna kopalnia *Impala Bafokeng Mine*, należąca do południowoafrykańskiego holdingu górniczo-rafineryjnego *Impala Platinum Holdings Limited (Implats)*, pozyskała ok. 792 000 uncji trojańskich (t. oz) platyny – wg przelicznika jest to 24,63 ton. W ramach działalności wydobywczej kopalnia ekstrahuje rudy z dwóch głównych, opłacalnych ekonomicznie horyzontów (pokładów) stratygraficznych: Merensky i UG2 Reef, wzbogaconych w metale z grupy platynowców i siarczków innych metali. Pozyskuje się z nich 6 metali (6E PGM; specyfiką raportów południowoafrykańskich

Tab. 2. Produkcja górnicza platyny [t] w latach 1970–2024 (wg USGS, www.usgs.gov)
Table 2. Platinum mine production [t] in the years 1970–2024 (acc. to USGS, www.usgs.gov)

Kraj / Country	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2024*
RPA / RSA	46,66*	96,42*	87,80	114,00	148,00	112,00	120,00
Zimbabwe / Zimbabwe	–	–	21	–	8,80	15,00	19,00
Rosja (ZSRR) / Russia (U.S.S.R.)	68,43*	101,09*	31,00	30,00	25,10	23,00	18,00
Kanada / Canada	15,01*	12,78*	5,04	5,45	3,90	7,00	5,20
USA / USA	0,54*	0,10*	1,81	3,11	3,45	4,20	2,00
Japonia / Japan	–	0,39#	1,43#	–	–	–	–
Kolumbia / Colombia	0,82	0,45	1,32	–	1,00	–	–
Pozostałe / Rest of the World	0,40	1,48	0,49	2,44	1,75	4,80	5,80
Świat / World	131,85*	212,70*	129,00	155,00	192,00	166,00	170,00

* PGM razem / PGM total; # Pt odzyskana z importowanych rud Ni–Cu / Pt recovered from imported Ni–Cu ores

spółek górniczych jest wyróżnianie całkowitej zawartości metali szlachetnych w zasobach i urobku w syntetycznym zapisie 6E PGM lub 4E PGM, akronim 6E PGM obejmuje platynę, pallad, rod, ruten, iryd oraz złoto, podczas gdy 4E PGM dotyczy platyny, palladu, rodu i złota). Proporcje udziałowe metali w zasobach przemysłowych wynoszą odpowiednio:

- rafa Merensky – 48,7% Pt; 23,1% Pd; 15,3% Ru; 8,9% Rh; 3,6% Ir; 0,4% Au;
- rafa UG2 – 57,9% Pt; 24,6% Pd; 7,9% Ru; 3,9% Rh; 1,5% Ir; 4,2% Au.

Zasoby przemysłowe złoża według stanu na dzień 30.06.2024 r. są szacowane na 82,3 mln ton rudy zawierającej ok. 12 mln t. oz wzmiankowanych metali, co odpowiada ok. 4,55 g/t 6E PGM. Zasoby geologiczne obu raf są oceniane na ponad 330 mln t rudy i 74,7 mln t. oz wszystkich metali (Implats, 2025), co zapewnia, w ocenie władz koncernu, co najmniej 20-letni okres funkcjonowania (Impala, 2025).

Druga pod względem tonażu wydobycia kopalnia *Marikana* (własność *Sibanye-Stillwater*) operuje także w obrębie Merensky i UG2 Reef. W 2024 r. z głębokości około 500 m, z pięciu czynnych pól górniczych pozyskano ponad 21 t platynowców, z czego nieco ponad 14 ton przypadało na platynę. Zasoby przemysłowe złoża, obejmujące dominującą platynę (60% udziału), pallad (ok. 28,5%), a ponadto rod i złoto (4E PGM), są szacowane na 16,1 mln t. oz (około 500 ton 4E PGM) o średniej jakości 3,5 g/t. Pola wydobywcze *K3*, *Rowland* oraz *E3* zapewniają zbliżoną, statyczną wystarczalność zasobową, wynoszącą ok. 6–10 lat, podczas gdy obszary *Saffy* oraz *K4* zapewniają dłuższe okresy funkcjonowania kopalni, odpowiednio 15 i 43 lata. Perspektywę dalszego poszerzenia bazy zasobowej zapewnia realizowany, peryferyjny projekt *E4*. Zasoby geologiczne złoża są oceniane na ponad 700 mln ton rudy przy całkowitej zawartości składnika użytecznego sięgającej 2800 t 4E PGM (Sibanye, 2025).

Trzecia pod względem wydobycia, a jednocześnie największa na świecie, odkrywkowa kopalnia platyny *Mogalakwena* jest własnością *AngloAmerican* plc. Pięć odkrywek dostarczyło w 2024 r. 953 400 t. oz (29,65 t) 4E PGM, z czego 12,75 Pt i 13,64 Pd (AngloAmerican, 2025). Zasoby przemysłowe złoża *Mogalakwena* przekraczają 3500 t 4E PGM o średniej zawartości 2,8 g/t metali. Perspektywiczne do zagospodarowania zasoby geologiczne przewyższają 4500 t 4E PGM, zapewniając kilkudziesięcioletni okres trwałości dostaw.

W rankingu tonażu platyny pozyskiwanej ze źródeł pierwotnych największy udział mają ponadto kopalnie: *Rustenburg Complex* (RPA), *MMC Mine* (Rosja), *Amandelbult Mine* (RPA), *Zimplats Mine* (Zimbabwe), *Kroondal Mine* (RPA), *Booysendal South Mine* (RPA) oraz *Bafokeng-Rasimone Platinum Mine* (RPA). Jak zaznaczono, ok. 70% produkcji górniczej platyny jest skoncentrowanych w RPA.

Bardzo zbliżone udziały (ok. 10–11%) w strukturze dostaw mają dwa kraje: Zimbabwe i Rosja. Kopalnia *Ngezi*, będąca własnością *Zimplats*, spółki zależnej od *Impala Platinum Holdings Ltd.* z RPA, jest największym producentem platyny w Zimbabwe. Mniejszych ilości dostarczają *Mimosa* oraz kopalnia *Unki*. Wszystkie zakłady wydobywcze operują w obrębie Wielkiej Dajki Zimbabwe. Niejasny pozostaje dalszy los dużego projektu Darwenda-

le, realizowanego w kooperacji zimbabweńskiej firmy *Landela Mining Venture* i rosyjskiego koncernu *Vi Holding*. Pierwotnie planowano podziemny kompleks wydobywczy, jednak raczej zostanie on zrealizowany w formie odkrywki, a hossa cenowa na rynku PGM jest silnym stymulatorem znacznie opóźnionej realizacji, jak zaanonsowano w komunikacie *Kuvimba Mining House* (www.miningweekly.com, www.bloomberg.com). Zakłady *Nornickel*, należące do *MMC Norilsk Nickel*, to rosyjskie centrum pozyskiwania platyny oraz największy producent palladu na świecie. Pozyskanie pierwszego z metali w ostatnich kilku latach utrzymuje się na dość stabilnym poziomie 620–690 tys. t. oz (19,2–21,4 t). Zasoby przemysłowe tzw. Oddziału Polarnego obejmują 1206 mln ton rudy na półwyspie Tajmyr, o średniej zawartości 0,93 g/t Pt oraz 167 mln ton rudy na półwyspie Kola, zawierającej 0,02 g/t Pt, czyli bardzo słabej jakości (Nornickel, 2024). Bliski uruchomienia (pierwotnie przewidywano 2024 r.) pozostaje projekt *Chernogorski GOK*, o łącznych zasobach 131 mln ton rudy, gdzie oprócz metali wiodących – miedzi i niklu – znaczącymi składnikami towarzyszącymi są pallad, platyna, rod i złoto. Projektowana zdolność produkcyjna pierwszego etapu kopalni *Chernogorski GOK* ma sięgać 7 mln ton rudy rocznie, a produktem końcowym ma być koncentrat miedzi i niklu o wysokiej zawartości palladu i platyny (interfax.com). Problemem rosyjskich producentów platyny jest ograniczenie rynków dostaw. Inwazja na Ukrainę w 2022 r. spowodowała, że *London Platinum & Palladium Market* (LPPM), światowa i kluczowa instytucja nadzorująca standardy obrotu dotyczące platyny, palladu i rodu, usunęła rosyjskie rafinerie ze swojej listy dostawców, co w konsekwencji skutkuje przesunięciem szklaków eksportowych rosyjskiej platyny w kierunku Azji.

Listę pięciu największych dostawców platyny domykają Kanada i USA. Około 3% światowej produkcji pierwotnej pochodzi ze złóż Kanady – *Raglan* w Manitobie i *Lac des Iles* w Ontario, eksploatowanych pod auspicjami *Impala Platinum*, *Glencore* oraz *North American Palladium*. Udział USA w światowym rynku dostaw jest jeszcze mniejszy i wynosi nieco ponad 1%. Kopalnie platyny i palladu w Montanie: *Stillwater* i *East Boulder*, zarządzane przez *Sibanye-Stillwater*, to jedyne kopalnie PGM w USA. Warto nadmienić, że podstawowym surowcem sprzedazy jest pallad (80% całej produkcji PGM), a wytop i rafinacja koncentratów odbywają się poza USA (Sibanye-Stillwater, 2024).

Do grupy pozostałych krajów, w których jest prowadzone wydobycie platynowców, należą: Etiopia, Serbia, Australia, Kolumbia, Finlandia i Chiny.

ZUŻYCIE

W raportach wielu państwowych służb geologicznych i administracji centralnej (UE, USA, Wielka Brytania, Australia, Indie, Japonia, Korea Płd.) platyna jest identyfikowana (indywidualnie bądź łącznie jako PGM) jako surowiec krytyczny lub też strategiczny (USGS, 2017, 2025a; AG, 2023; EU, 2023a; MM, 2023; UKG, 2025; www.iea.org). Przyjęto, że surowce strategiczne są podgrupą surowców krytycznych, wyróżnioną w celu wskazania tych surowców, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania rynku wewnętrznego i strategicznych gałęzi przemysłu, np. zbrojeniowego, lotniczego i kosmicz-

Tab. 3. Relacja podaży i popytu na rynku platyny (w tonach) w latach 2022–2025 wraz z prognozą na rok 2026 (wg WPIC, 2026a)
Table 3. Platinum supply-demand balance (tonnes) in the years 2022–2025 with a forecast for 2026 (acc. to WPIC, 2026a)

Podaż / Supply	2022	2023	2024	2025	2026*
Produkcja pierwotna rafinowana / Primary refined production	172	174	180	173	173
Recykling / Recycling	56	47	47	52	57
Podaż całkowita / Total supply	228	221	227	225	230
Popyt / Demand	2022	2023	2024	2025	2026*
Motoryzacja / Automotive	86	100	97	94	92
Jubilerstwo / Jewellery	58	58	62	68	60
Pozostały popyt przemysłowy / Industrial (excluding automotive)	67	74	75	60	66
Popyt inwestycyjny / Investment	-16	12	22	36	19
Popyt łącznie / Total demand	195	244	256	258	237
Bilans / Balance	33	-23	-29	-33	-7

* wielkości prognozowane / forecasted values

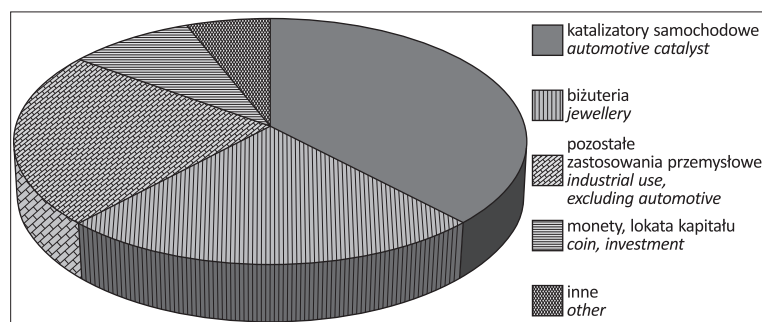
nego. Podaż platyny obejmuje zarówno źródła pierwotne, jak i wtórne (recykling), przy czym z tego drugiego źródła pochodzi 21–25% surowca. Największymi dostawcami na rynku wtórnym są USA, Niemcy, Belgia, Hiszpania, Włochy, Japonia, Szwajcaria, Japonia i Chiny. Bilans zaopatrzenia w ostatnich trzech latach pozostaje ujemny (tab. 3; WPIC, 2026a).

Całkowita podaż platyny w 2025 r. zanotowała niewielką obniżkę (ok. 1%) względem roku 2024, a zmniejszenie podaży pierwotnej było rekompensowane recyklingiem (ok. 10% przyrostu). Silnie wzrósł popyt inwestycyjny, w tym napływy i zakupy aktywów ETF (*Exchange Traded Fund* – funduszy notowanych na giełdzie), wymagające zabezpieczenia w fizycznym metalu, oraz popyt jubilerski. Jednocześnie, znaczący spadek zapotrzebowania przemysłowego nie uchronił rynku od wyraźnego deficytu podażowego.

Struktura zużycia platyny w ujęciu branżowym obejmuje kilka głównych kategorii i pozostaje dość stabilna od paru lat (ryc. 1). Największa konsumpcja jest notowana w branży motoryzacyjnej, mniejsza w jubilerskiej, pozostała w branży przemysłowej (poza motoryzacją) oraz inwestycyjnej. Platyna odgrywa kluczową rolę w produkcji katalizatorów, szczególnie do silników Diesla, w których katalizatory z udziałem platyny trwale i skutecznie redu-

kują emisję szkodliwych tlenków azotu, węgla i pochodnych spalania węglowodorów. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do samochodów ciężarowych i autobusów, gdzie normy emisji są bardziej restrykcyjne. W katalizatorach montowanych w silnikach benzynowych zamiennikiem platyny bywa pallad. Typowy katalizator zawiera 2–6 g platyny lub palladu, przy czym w większych pojazdach występują znacznie większe ich ilości. W 2024 r. zużyto ok. 97 ton, a w 2025 r. 94 tony platyny do produkcji katalizatorów, odnotowując jednak w skali dwóch dekad globalny, dynamiczny wzrost jej zużycia w przemyśle motoryzacyjnym (WPIC, 2026a). Oczekiwany jest dalszy wzrost zapotrzebowania i są formułowane realne obawy niedoborów surowca. Zastosowania przemysłowe dotyczące platyny (poza motoryzacyjnymi) obejmują: 1) branżę chemiczną – dzięki właściwościom katalitycznym jest używana do wytwarzania nawozów azotowych, włókien syntetycznych, silikonu i benzenu, 2) branżę szklarską – platyna jest wykorzystywana do produkcji wysokiej jakości szkła: światłowodów i ekranów LCD, 3) branżę medyczną – platyna jest składnikiem leków w chemioterapii, umożliwia wytwarzanie biokompatybilnych materiałów do produkcji implantów ortopedycznych i dentystycznych oraz stentów kardiologicznych, 4) branżę elektryczną i elektroniczną – platyna jest przydatna do produkcji elektrod, termopar, światłowodów, dysków twardej, telefonów, komputerów i innych urządzeń, 5) branżę petrochemiczną – platyna jest katalizatorem wykorzystywanym w rafinacji do przetwarzania niskooktanowej ropy naftowej na wysokooktanową benzynę, olej napędowy i paliwo lotnicze. Nowe zastosowania platyny to ogniwa paliwowe z membraną do wymiany protonów (PEM), będące jedną z wielu nowoczesnych, niskiemisyjnych technologii branży wodorowej.

Zużycie jubilerskie platyny, dzięki jej odporności na zarysowania i matowienie, obejmuje produkcję luksusowej biżuterii, obrączek i pierścionków. Znajduje też zastosowania inwestycyjne – służy do bicia okazjonalnych monet w cennych nominałach (np. *Wiedeński Filharmonik* emitowany przez mennicę austriacką o próbie



Ryc. 1. Struktura zużycia platyny w 2024 r. (wg World Platinum Investment Council – WPIC; www.platinuminvestment.com)

Fig. 1. Platinum end-use shares in 2024 (acc to. World Platinum Investment Council – WPIC; www.platinuminvestment.com)

czystości 999,5 czy jednouncyjowy *Amerykański Orzeł* emitowany przez mennicę USA) oraz sztabek traktowanych jako formy lokowania kapitału. Zużycie branży jubilerskiej w ostatniej dekadzie plasuje się w granicach 58–68 ton rocznie (WPIC, 2026a).

Geograficznie ośrodki zużycia surowców platyny skupiają się w Chinach, Europie Zachodniej, USA i Japonii. Chiny są największym konsumentem – zużycie w roku 2024 stanowiło około 30% globalnego popytu. Według szacunków *World Platinum Investment Council* (www.cmegroup.com) w Chinach dominował popyt inwestycyjny (32%), przemysłowy (31%), jubilerski (20%) i motoryzacyjny (17%). Restrykcyjne normy dotyczące emisji pojazdów windują z kolei zapotrzebowanie na katalizatory samochodowe w Europie i Ameryce Północnej. W ostatniej dekadzie odnotowano w Chinach znaczący spadek popytu na biżuterię platynową (skumulowany wskaźnik CAGR wyniósł –14%). Powodem załamania tej gałęzi użytkowania były coraz mniejsza liczba małżeństw i preferencje konsumentów. Trzeba też dodać, że pomimo dużego zmniejszenia konsumpcji w Chinach (jakkolwiek w roku 2025 odnotowano nieznaczny wzrost zużycia), to od końca 2024 r. światowy popyt na biżuterię platynową korzysta z niższych niż złoto cen platyny, notując globalny wzrost rok do roku o ok. 7% w 2025 r. i osiągając tym samym 7-letni szczyt. Silne wzrosty zainteresowania jubilerskiego platyną miały miejsce szczególnie w Indiach.

CENY, OBRÓT GIEŁDOWY I POZAGIEŁDOWY

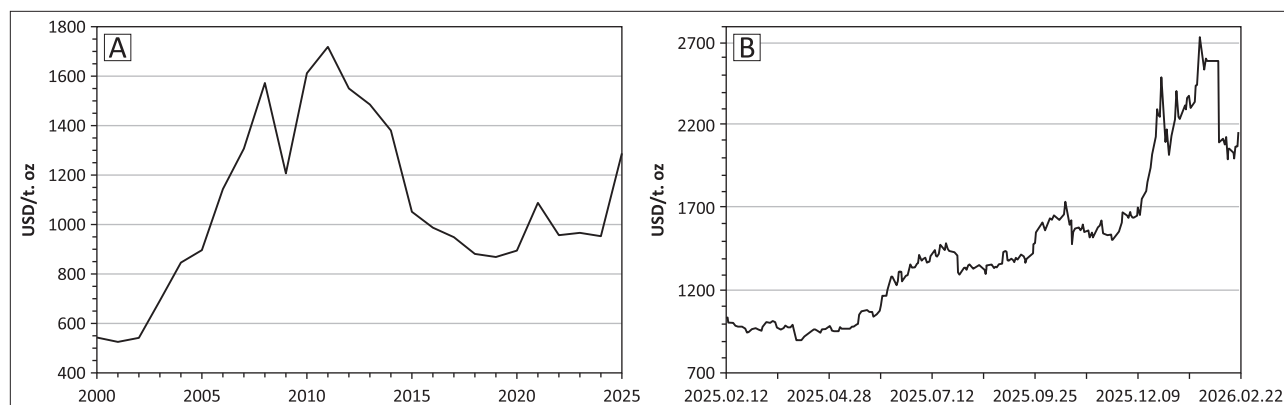
Platyna jest obecnie najdroższa w historii (ryc. 2). Trend wzrostowy lat 2000–2011 został załamany w kolejnej 10-latce, by ponownie powrócić do tendencji silnie zwyżkowej w latach 2025–2026. Fluktuacje cen platyny naśladują ruch cenowy innych metali szlachetnych – głównie złota, a uznanie tego ostatniego za niezagrażoną inwestycją kapitałową przekłada się samoistnie na pozostałe metale szlachetne, w tym platynę.

Głównym motorem dynamicznej tendencji wzrostowej cen platyny w latach 2003–2008 pozostawała nierównowaga podaży-popytu. Obawy o mniejsze dostawy platynowców z Rosji – wynikające z ogromnego zapotrzebowania wewnętrznego, napędzanego intensywnym wzrostem gospodarczym, wraz z ograniczeniami biurokracycznymi i nieprzewidywalnością rosyjskiej polityki

eksportowej, przy równoczesnym i wyraźnym wzroście sprzedaży samochodów z silnikiem Diesla i zaostrzonych normach emisji – groziły niedoborami rynkowymi i skutecznie windowały pułapy cenowe platyny. Szczególnie gwałtowny wzrost cen odnotowano z początkiem roku 2008, kiedy południowoafrykańskie kopalnie platynowców zostały zamknięte w styczniu na okres 5 dni z powodu niedoborów energii elektrycznej. Globalny kryzys gospodarczy w dalszej części roku spowodował ograniczenie popytu na samochody, co z kolei doprowadziło do spadku zużycia i cen platynowców w drugiej połowie roku i czasowego wstrzymania produkcji w niektórych kopalniach.

Powolne odrodzenie światowej gospodarki w latach 2010–2011 wpłynęło na pozytywną koniunkturę w przemyśle metali z grupy platynowców. Ponownie otwarto kopalnie, a produkcja i popyt na samochody były wyższe w niemal wszystkich regionach świata, szczególnie zaś w krajach rozwijających się, takich jak Chiny i Indie. Obserwowano tym samym wzrost popytu na metale z grupy platynowców i ich *boom* cenowy. Zakłócenia dostaw spowodowane strajkiem pracowników w jednej z kopalń RPA wywindowały ceny z początkiem 2012 r. Ponowny, nielegalny strajk w sierpniu 2012 r. i gwałtowne zamieszki skutkujące śmiercią 34 pracowników kopalni *Marikana* pociągnęły za sobą falę zwolnień i zmniejszenie produkcji górniczej, a tym samym silne wahania cen.

Słaby popyt przemysłowy i wyprzedaż akcji przez inwestorów w latach 2013–2016 przyniosły spadek cen wszystkich metali z grupy platynowców. Produkcja metali z grupy platynowców w RPA zmniejszyła się w 2020 r. o 11% w porównaniu z rokiem 2019 z powodu tymczasowych blokad związanych z pandemią COVID-19, a także ze względu na ogólny wzrost kosztów (w tym kosztów pracy) i niestabilne dostawy energii elektrycznej oraz wyzwania związane z wydobywaniem na dużych głębokościach, co potęgowało niekorzystny ruch cen. Powolne ożywienie gospodarcze po przestojach spowodowanych pandemią koronawirusa nie przyniosło odwrócenia zniżającego trendu cenowego. Zmniejszające się inwestycje kapitałowe negatywnie wpłynęły na wydobywanie platynowców. Ograniczana produkcja samochodów, szczególnie tych z silnikami Diesla, inflacja i powolny wzrost gospodarczy obniżyły popyt na platynę i pallad, wymuszając spadek cen. Obniżanie cen w latach 2023–2024 przypisywano



Ryc. 2. Ewolucja bieżących cen platyny: **A** – w latach 2000–2025 wg *New York Mercantile Exchange NYMEX* (www.investing.com); **B** – roczne notowania platyny wg *London Bullion Market Association LBMA Platinum* (www.lme.com)

Fig. 2. Evolution of current platinum prices: **A** – in 2020–2025 acc. to *New York Mercantile Exchange NYMEXCOMEX* (www.investing.com); **B** – annual platinum quotation acc. to *London Bullion Market Association LBMA Platinum* (www.lme.com)

zmniejszonemu popytowi, niepewności inwestorów i nadpodaży platyny.

W 2025 r. rozpoczął się odwrotny kurs cenowy, metal zaczął gwałtownie drożeć, a poczynione przez producentów cięcia produkcji zwiastowały ryzyko niedoborów. Platyna podrożała o około 25%, a za marszem jej cen w górę stały rzeczona zmniejszona produkcja i wyraźny wzrost popytu. Początek 2026 r. to dalszy okres przełamania rekordów cenowych. Silny deficyt platyny na rynku, zmniejszona podaż z RPA i wysoki popyt to najsilniejsze stymulanty wzrostów. Nie można też pominąć hossy w notowaniach złota, która skłaniała inwestorów do poszukiwania alternatywnych, bardziej przystępnych cenowo aktywów mineralnych i potęgowała nierzeczywistą konsumpcję, zwiększając presję popytową (Schulte, 2025; WPIC, 2026b).

Wśród analityków przeważają pozytywne prognozy dotyczące ruchu cen. Według optymistycznych scenariuszy metal może podrożeć nawet do 3500 USD/t. oz w roku 2026, jakkolwiek według bardziej ostrożnych szacunków może zamknąć rok na poziomie około 2000 USD/t. oz, *Longforecast* (www.longforecast.com) prognozuje poziom około 3060 USD/t. oz w 2026 r. i 3500–3600 USD/t. oz w latach kolejnych. Bardziej optymistyczną wizję roztraca serwis internetowy *Coinpriceforecast* – według jego najnowszych, długoterminowych prognoz cena platyny osiągnie 3500 USD do końca 2026 r., a następnie 4000 USD do końca 2027 r. (www.coinpriceforecast.com). Cena platyny wzrośnie do 5000 USD w 2028 r. i aż do 10 000 USD w roku 2037. *LiteFinance* (www.litefinance.org) postuluje cenę 2640 USD/t. oz w 2026 r. i 2750 USD/t. oz rok później. W podobnym tonie wypowiada się szwajcarski bank *UBS*, podnosząc prognozę cen platyny na 2026 r. o 300 USD za uncję po tym, jak ceny osiągnęły wieloletnie maksima. Bank wskazuje na wzrost popytu inwestycyjnego i zacieśnienie rynku, ponieważ zmiany w europejskiej polityce motoryzacyjnej i wolniejszy rozwój pojazdów elektrycznych wydłużają okres stosowania platyny w katalizatorach samochodowych silników spalinyowych (www.uk.investing.com). Bardziej powściągliwe w ocenach są banki *Morgan Stanley*, *Metal Focus* oraz *World Platinum Investment Council* (WPIC, 2026b). Ten pierwszy, jeden z największych banków inwestycyjnych na świecie, sugeruje potencjalne maksima na poziomie 3000 USD/t. oz, z długoterminowymi prognozami na rok 2027 na poziomie 1700–1800 USD/t. oz. Z kolei *Metals Focus* (www.investingnews.com) prognozuje, że cena platyny wyniesie średnio ok. 1670 USD/t. oz w 2026 r., przy przewidywanym deficycie podaży wynoszącym ok. 460 000 uncji i umiarkowanym wzroście popytu w Chinach.

Większość obrotów platyną odbywa się na rynkach pozagiełdowych (OTC – *over the counter*). Fizycznymi przedmiotami obrotu platyną są monety bądź sztabki bulionowe, podczas gdy giełdowe obroty platyną, rzeczywiste lub nierzeczywiste, dotyczą kontraktów terminowych, instrumentów pochodnych i kontraktów opcyjnych. Giełdowy obrót platyną rozwinął się w latach 70. XX w., w czasie wprowadzenia przez *New York Mercantile Exchange* (NYMEX) oficjalnych kontraktów terminowych. Tradycyjnie platyna i pallad były przedmiotem obrotów *loco* Zurich, prowadzonych w jednym z trzech największych wówczas banków szwajcarskich: *Credit Suisse*, *Union Bank of Switzerland* i *Swiss Bank Corporation*.

Jednak po fuzji *Swiss Bank Corporation* i *Union Bank of Switzerland* oraz znacznym ograniczeniu obecności na rynku przez *Credit Suisse* wzrosło zainteresowanie obrotem platynowcami na rynku *loco* Londyn. W 1973 r. wprowadzono londyńskie notowania platyny – prekursora *fixingu* (ustalenia ujednoczonej ceny), a następnie aukcji, realizowanej w dwóch sesjach dziennie, kończących się wskazaniem ceny rynkowej *spot* platyny. W 1979 r. czołowi dealerzy z Londynu i Zurychu osiągnęli porozumienie w sprawie ujednoczenia specyfikacji i pochodzenia metalu, który będą wzajemnie akceptować jako tzw. *Good Delivery*. Od roku 1987 nieformalny handel, który przez wiele lat odbywał się na zasadzie zleceniodawca – zleceniodawca, został sformalizowany poprzez akt założycielski londyńskiego rynku platyny i palladu – *London Platinum and Palladium Market* (LPPM; LBMA, 2017). LPPM to branżowe stowarzyszenie zrzeszające ponad 50 członków obejmujących: handlowców, rafinerie, producentów, firmy świadczące usługi magazynowania oraz transportu i inne podmioty uczestniczące w obrocie, zapewniając ciągłość i stabilność obrotów platyną (i palladem). LPPM od roku 2016 współpracuje ze starszą, siostrzaną instytucją *London Bullion Market Association* (LBMA). Stowarzyszenie LBMA, handlujące złotem i srebrem, rozszerzyło zakres działania o rynki platyny i palladu, a kooperacja LBMA z Londyńską Giełdą Metali (LME) umożliwia z kolei ustalanie notowań platyny (także palladu) z wykorzystaniem elektronicznego systemu aukcyjnego *LMEbullion*.

Aukcje platyny (i zaraz potem palladu) odbywają się dwa razy dziennie: rano od godziny 9:45 i po południu, od godziny 14:00 czasu londyńskiego. Aukcje LME są kontrolowane tak, aby mogły się odbywać tylko wtedy, gdy jest obecna wystarczająca liczba uczestników. Po potwierdzeniu ceny i przydzieleniu transakcji, cena (*LBMA Platinum* i *LBMA Palladium*) jest rozpowszechniana za pośrednictwem LME.com i pozostałych dystrybutorów danych. Wszystkie transakcje dotyczące platyny i palladu są rozliczane na zasadzie *loco* Londyn.

Z końcem 2025 r. rozpoczął się handel kontraktami terminowymi na platynę i pallad na giełdzie *Guangzhou Futures Exchange* (GFEX) w Chinach. Jest to ważne wydarzenie dla rynku światowego, gdyż po raz pierwszy instrumenty pochodne są dostępne na rynku wewnętrznym jednego z największych konsumentów surowców platyny. Chińscy użytkownicy przemysłowi i producenci mają zatem do dyspozycji bezpośrednie, regulowane narzędzie zabezpieczające przed globalnymi wahaniami cen platyny i palladu.

Po szybkim sukcesie funduszy ETF mających fizyczne zabezpieczenie w złocie, rynek wprowadził ETF-y mające fizyczne zabezpieczenie w srebrze, platynie i palladzie. Sztabki platyny przechowywane w wysoce bezpiecznym skarbcu instytucji finansowych, pełniących funkcję depozytariusza (najczęściej w Londynie lub Zurychu), są aktywami pozwalającymi osobom fizycznym lub zarządzającym inwestować w fizyczną platynę bez ponoszenia dodatkowych kosztów, takich jak składki ubezpieczeniowe i koszty przechowywania. Wartość handlowa jednostki ETF podąża za ceną *spot* platyny. W rezultacie inwestor ETF zarabia lub traci na odpowiednim ruchu cen, tak jak każdy, kto posiada platynę w fizycznej postaci. Warto jednak pamiętać, że tylko niektóre ETF-y oferują inwestorom możli-

wość zamiany swoich jednostek na metal fizyczny. Najważniejsze ETF-y na platynę to *abrdrn Physical Platinum Shares ETF* (PPLT; USA) oraz dłużny papier wartościowy *iShares Physical Platinum ETC* (SPLT; Irlandia). Z innych instrumentów pochodnych pewną popularnością cieszą się kontrakty *CFD* (*Contracts for Difference*) na platynę, umożliwiające spekulację na zmianach cen platyny bez jej fizycznego zakupu. Kontrakty *CFD* bazują na dźwigni finansowej, podnosząc ryzyko inwestowania, niemniej mogą wygenerować znacznie wyższy, potencjalny zysk.

Postać handlowa platyny to płytki lub sztabki (*plates, ingots*) o maksymalnej wadze 6 kg (192,094 t. oz) i minimalnej 1 kg (32,151 t. oz) o czystości 99,95% platyny (999,5). Każda płytka lub sztabka musi mieć znak rozpoznawczy producenta oraz stempel czystości, rok produkcji, wagę w gramach lub uncjach trojańskich (t. oz). Ważny jest kształt i wygląd formy, która winna być gładka, bez zagłębień i łatwa w obróbce (LBMA, 2017).

ŹRÓDŁA WTÓRNE, RECYKLING, SUBSTYTUCJA

Ze względu na wartość i znaczenie gospodarcze platyna nie ulega znacznemu fizycznemu rozproszeniu i wraz ze zużytymi produktami (katalizatory, biżuteria, elektronika, aparatura laboratoryjna) powraca do obiegu, a jej wtórne źródła są istotnym czynnikiem bilansowania światowego zapotrzebowania na ten surowiec. Platyna pochodząca z recyklingu stanowi ok. 20–25% całkowitej, rocznej podaży surowca (WPIC, 2026a). Także pallad i rod odzyskuje się poprzez recykling. Wolumen recyklingu jest wrażliwy na ceny platynowców. Wyższe ceny są większą zachętą do recyklingu. Zużyty katalizator samochodowy jest bogatym źródłem platynowców, o stężeniach wyższych niż te występujące w rudach naturalnych. Ponad 90% platyny wykorzystywanej w katalizatorach samochodowych wraca do łańcucha dostaw po zakończeniu eksploatacji pojazdów, jakkolwiek globalny recykling tego surowca podlega dość silnym wahaniom. Poziom recyklingu platyny z katalizatorów w latach 2023–2025 obniżył się z poprzednich 43 ton do 36–38 ton (obniżka rzędu 12–16%). Konwencjonalne technologie recyklingu, stosowane do odzysku PGM z katalizatorów, to procesy pirometalurgiczne, hydrometalurgiczne oraz wymiany jonowej, jakkolwiek rośnie znaczenie i zainteresowanie wykorzystaniem technologii biologicznych, jak: bioługowanie, biosorpcja, bioakumulacja, bioredukcja i biomineralizacja (Karim, Ting, 2021). Około 10–12 ton wtórnej platyny pochodzi z powtórnego wykorzystania biżuterii, a śladowe wolumeny (2–3 tony) ze złomów przemysłowych (WPIC, 2026a).

W katalizatorach platynę można częściowo zastąpić palladem i rodem, w zależności od typu silnika i wymagań dotyczących emisji, jednak ten drugi metal jest wątpliwym zamiennikiem z racji znacząco wyższej ceny i mniejszej dostępności. W silnikach benzynowych pallad w dużej mierze wyparł platynę ze względu na niższe koszty i odpowiednią wydajność katalityczną, podczas gdy dla układów Diesla platyna nadal jest lepsza w utlenianiu tlenków azotu i tlenku węgla w warunkach ubogiej mieszanki. W katalizie chemicznej katalizatory platynowe są trudne do zastąpienia bez utraty wydajności, selektywności lub integralności procesu (Schulte, 2025). W odniesieniu do ogniw paliwowych i elektrolizerów PEM rola platyny jest

coraz bardziej kwestionowana ze względu na ryzyko związane z kosztami i dostawami. Próby zastąpienia platyny na elektrodzie wodorowej tańszymi materiałami, takimi jak nikiel, molibden lub katalizatory na bazie węgla, okazały się obiecujące w warunkach laboratoryjnych, szczególnie w środowisku alkalicznym.

W jubilerstwie dla podobnej estetyki platynę można zastąpić białym złotem, palladem lub stopami srebra wysokiej jakości, chociaż te alternatywy często nie mają tych samych właściwości hipoalergicznymi i trwałości.

Opcje substytucji metali w urządzeniach medycznych i lekach chemioterapeutycznych są ograniczone przez biokompatybilność, toksyczność i normy wydajności substytutów. Tytan i niektóre polimery mogą zastąpić platynę w implantach strukturalnych.

W systemach lotniczych i obronnych zastosowanie platyny w czujnikach, termoparach i elementach napędowych zapewnia ich niezawodność w ekstremalnych warunkach. Powłoki ceramiczne i metale ogniotrwałe mogą ją zastąpić tylko do pewnego stopnia (www.sfa-oxford.com).

PLATYNA W POLSCE

Polska nie ma udokumentowanych złóż platynowców, niemniej obecność tych metali jest potwierdzona w stratoidalnych złożach monokliny przedsudeckiej, a KGHM *Polska Miedź S.A.* produkuje koncentrat platynowo-palladowy. Źródłem platyny (i palladu) są domieszki platynowców występujące w strefie przejściowej na kontakcie ze spagową częścią łupka miedzionośnego, gdzie stwierdzono najwyższe ich koncentracje (nawet do 1000 g/t). Historia dociekań nad prawidłowościami rozmieszczenia i strefowości dolnocechsztyńskiej mineralizacji kruszcowej z naciskiem na platynowce wraz z propozycją zakresu prac poszukiwawczych w ramach Krajowego Programu Poszukiwań Surowców Krytycznych (KPP-CRM) została zagregowana w opracowaniu Chmielewskiego (2025). Perspektywy udokumentowania bazy zasobowej platynowców w Polsce są bardzo ograniczone. Mineralizacja platynowcami towarzyszy mineralizacji kasyterykowej w Sudetach, natomiast na wszystkich obszarach perspektywicznych w obrębie udokumentowanych złóż Cu-Ag monokliny przedsudeckiej jest szacowane występowanie około 45 t Pt i 45 t Pd (Mikulski, Oszczepalski, 2020). Chmielewski (2025) wskazuje, że średnia zawartość mineralizacji platynowej w łupku miedzionośnym na wybranych obszarach perspektywicznych waha się od 120 do 413 mg/t.

Szlamy powstające w procesach elektrorafinacji w hutach KGHM *Polska Miedź S.A.* są surowcem dla Wydziału Metali Szlachetnych w HM *Głogów*, gdzie w procesach produkcyjnych jest pozyskiwane srebro rafinowane, złoto, koncentrat palladowo-platynowy oraz selen. Platynowce i złoto są wykazywane w raportach spółki jako produkt towarzyszący, obejmowany wspólnym mianem TPM (*Total Precious Metals*). Według raportów skonsolidowanych za rok 2024 (KGHM, 2025) oraz raportów produkcyjnych (KGHM, 2026) łączna produkcja sumarycznego TPM przez grupę kapitałową wyniosła w latach 2024 i 2025 odpowiednio: 173,4 tys. t. oz, (5,39 t) i 160 tys. t. oz. (4,98 t), co odpowiada spadkowi o niemal 8% rok do roku. Według struktury miejsca pozyskania w 2025 r. 55% produkcji TPM pochodziło z KGHM *Polska Miedź S.A.*,

Tab. 4. Obroty surowcami platyny w Polsce (wg Lewicka, Szlugaj, 2025; uzupełnione wg GUS www.dbw.stat.gov.pl)
Table 4. Platinum raw material trade in Poland (acc. to Lewicka, Szlugaj, 2025; supplemented acc. to the GUS–Statistics Poland www.dbw.stat.gov.pl)

Rok / Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025*
Platyna w stanie surowym lub w postaci proszku / Platinum in raw or powder form											
Import / Import [t]	0	1 862	2 159	1 813	66 372	2 579	5 787	5 272	8 323	4 664	3 512
Eksport / Export [t]	1	2	135	173	282	69	57	36	22	20	496
Platyna w stanie półproduktu / Platinum in semi-finished condition											
Import / Import [t]	377	205	998	536	2 725	1 224	235	165	184	102	201
Eksport / Export [t]	596	666	584	487	390	209	350	8 167	371	284	986

* dane szacunkowe / estimated data

27% z KGHM INTERNATIONAL LTD, a pozostałe 18% z Sierra Gorda S.C.M.

Precyzyjne określenie tonażowego udziału platynowców w całości TPM jest kłopotliwe, gdyż koncern nie publikuje tego rodzaju szczegółowych danych. Na podstawie historycznych raportów można z grubsza oszacować, że produkcja złota i koncentratu Pt-Pd jest zbliżona i wynosi po 2,5–3 t (Krzak, 2024).

W Polsce działa kilka dużych firm specjalizujących się w skupie i rafinacji platyny. Są to: *Catalyst Recycling*, *Femoni*, *INNOVATOR Sp. z o.o.*, *Mennica–Metale*, *Stellmet* czy *Unimetal Recycling*. Źródłami wtórnymi platynowców są głównie katalizatory ceramiczne i metalowe wykorzystywane w samochodach osobowych, ciężarowych, na statkach, łodziach, w maszynach budowlanych, przemysłowych, rolniczych czy górniczych, monolit z tych katalizatorów; szeroko rozumiany złom platynowy: elementy z termopar, rurki i druty, tygle, siatki katalityczne, elektrody, odpady platynowców i ich związków oraz wyroby jubilerskie. *Mennica–Metale* zajmuje się zarówno sprzedażą, jak i produkcją własną sztabek z metali szlachetnych, będąc dystrybutorem inwestycyjnych aktywów metali szlachetnych.

Obroty platyną w latach 2015–2025 podlegały silnym zmianom zarówno po stronie eksportu, jak i importu (tab. 4). Podstawowymi kierunkami importu platyny w stanie surowym lub w postaci proszku są Włochy i Wielka Brytania, okazjonalnie dokonywano dużych zakupów w Hiszpanii (2019). Platynowe półprodukty są przedmiotem importu Wielkiej Brytanii, Irlandii, Niemiec i były Rosji w okresie przed inwazją na Ukrainę. Eksporterami surowców platyny są przede wszystkim Niemcy, sporadycznie Czechy i podrzędnie Włochy (Lewicka, Szlugaj, 2025).

Struktura zużycia platyny w Polsce jest raczej luźno powiązana ze światowymi trendami przemysłowymi. Dominuje zużycie w przemyśle motoryzacyjnym, mniejsze znaczenie ma przemysł chemiczny oraz jubilerstwo. Według Lewickiej i Burkowicz (2024) oraz Lewickiej i Szlugaja (2025) szacunkowa struktura zużycia obejmuje: produkcję katalizatorów (ok. 70–75%), produkcję związków chemicznych oraz stopów platynowych (ok. 20%) i jubilerstwo (ok. 5–10%). Warto wspomnieć, że Polska jest jednym z kluczowych w Europie wytwórców katalizatorów oraz systemów redukcji katalitycznej (SCR). W 2019 r. zakończono rozbudowę zakładu produkcyjnego fabryki

BASF w Środzie Śląskiej, gdzie 10 linii produkcyjnych wytwarza katalizatory i różne systemy redukcji katalitycznej do samochodów osobowych z silnikami benzynowymi oraz Diesla, a także do ciężarówek i pojazdów specjalnych. Od kwietnia 2022 r. linie produkcyjne są rozbudowywane także w zakładzie *Johnson Matthey* w Gliwicach.

PODSUMOWANIE

Platyna jest jednym z metali szlachetnych najrzadziej występujących na świecie – w skorupie ziemskiej jest jej ok. 30 razy mniej niż złota. Pomimo swoich unikalnych właściwości i szerokiej gamy zastosowań funkcjonuje w cieniu droższego złota i przemysłowego srebra, choć jej potencjał jawi się całkiem okazale. Podobnie jak pozostałe metale szlachetne platyna stanowi zazwyczaj bezpieczną, aczkolwiek skromną opcję inwestycyjną. Jest często postrzegana jako swoistego rodzaju mechanizm zamrożenia aktywów, chroniący je przed spadkiem siły nabywczej pieniądza fiducyjnego. Pomiędzy lutym 2025 a lutym 2026 r. ceny tego metalu wzrosły o ponad 160%, co niewątpliwie podniosło jego atrakcyjność i skupiło uwagę inwestorów poszukujących wariantów angażowania kapitału w wysoko wyceniane złoto i srebro. Wysokiej wartości platyny, oprócz cen Au i Ag, sprzyja zagrożenie podażowe, a amerykańskie cła administracji Donalda Trumpa, choć stwarzają ryzyko spadku popytu, będą zapewne rekompensowane wyższym popytem sektora jubilerskiego i inwestycyjnego w Chinach. Te istotne uwarunkowania geopolityczne sugerują rosnący ruch cen, pozytywny dla producentów i inwestorów. Według optymistycznych ocen analityków ceny platyny winny przekroczyć pułap 3000 USD/t. oz w nieodległej, kilkuletniej przyszłości.

Platyna jest kluczowym surowcem wykorzystywanym w technologiach strategicznych i procesach przemysłowych. Wyjątkowa wydajność katalityczna, biokompatybilność i stabilność termiczna sprawiają, że jest niezastąpiona w urządzeniach kontroli emisji spalin samochodowych (katalizatory), przemyśle chemicznym, zaawansowanej elektronice i systemach czystej energii (ogniwa paliwowe PEM – jakkolwiek tempo wdrażania technologii ogniwo paliwowych jest niepewne, biorąc pod uwagę popularność akumulatorów litowo-jonowych do pojazdów elektrycznych i magazynowania energii). Jednocześnie

nie wytrzymałość, trwałość i atrakcyjny biały kolor platyny są kojarzone z biżuterią i inwestycjami kapitałowymi.

W zgodnej opinii wielu ekspertów (USGS, WPIC, EU, Reuters, Bloomberg) jest wyrażane oczekiwanie, że rynek platyny pozostanie raczej w stanie ogólnego deficytu podaży do 2030 r. niż równowagi. Rosja nigdy nie odgrywała dominującej roli w globalnym zaopatrzeniu w surowce platyny, jednak powszechne odejście od dostaw z tego kierunku po inwazji na Ukrainę jest kłopotliwe. W ocenie USGS w najbliższych latach (2025b) główne kierunki dostaw będą pochodzić z: RPA (70,7%), Rosji (11,6%), Zimbabwe (8,3%) i Kanady (4,3%). Tak wysoki poziom zmonopolizowania dostaw surowców pierwotnych platyny nie jest korzystny, szczególnie że RPA boryka się z okresowymi problemami stabilizacji dostaw energii elektrycznej, niepokojami społecznymi i niepewnością regulacyjną. Skoncentrowana geograficznie podaż podkreśla dodatkowo strategiczną wrażliwość łańcuchów dostaw platyny, szczególnie biorąc pod uwagę ryzyko geopolityczne i kryteria ESG (*Environmental, Social, and Governance*) związane z kluczowymi regionami wydobywczymi. Produkcja w Rosji jest z kolei poddawana coraz większej kontroli z powodu sankcji i ograniczonego dostępu do infrastruktury rafineryjnej i finansowej. Zimbabwe, mimo bogatych zasobów platynowców, napotyka bariery inwestycyjne i infrastrukturalne, które ograniczają wzrost produkcji (www.sfa-oxford.com). Coraz silniej jest dostrzegana potrzeba rozwoju stabilnych centrów rafineryjnych i wzrasta zainteresowanie dywersyfikacją źródeł platyny wtórnej poprzez ulepszony recykling i górnictwo miejskie, a te w dużym stopniu są zależne od ceny platyny. Niekorzystnym bodźcem jest także, uwidocznione ostatnio, zmniejszenie liczby pojazdów wycofanych z eksploatacji, będących głównym źródłem wtórnej platyny (USGS, 2025b).

Unia Europejska w dużej mierze jest uzależniona od importu platyny rafinowanej. Według szacunków w latach 2011–2021 jej import stanowił połowę całkowitej podaży platyny w UE, z czego z Rosji pochodziło około 10% dostaw. Zatem przed inwazją Rosji na Ukrainę UE w niewielkim stopniu była zależna od Rosji, która dostarczała mniej więcej 5% całkowitej podaży. Wstrzymanie odbiorów platyny z tego źródła nie było zatem szczególnie bolesne dla państw Wspólnoty. Pozyskanie platyny ze źródeł wtórnych UE łagodzi ryzyko dostaw, niemniej zmniejszenie podaży wycofywanych pojazdów, wspomniane w raportach USGS, jest oczekiwane także w Europie (EU, 2023b).

Pierwotna baza zasobowa platyny jest na tyle bogata, że teoretycznie ryzyko podażowe właściwie nie istnieje. Problematyczna jest niewystraszająca zdolność produkcyjna kopalń, zwłaszcza południowoafrykańskich, która rośnie wolniej niż zapotrzebowanie, co generuje niedobory. Nawet dynamiczny wzrost cen nie jest wystarczającym asumptem do poprawy sytuacji, co odzwierciedla silny *backwardation* rynku OTC (ceny natychmiastowe są znacznie wyższe niż terminowe) i wskazuje na znaczący wpływ otoczenia makroekonomicznego i geopolitycznego na rynki surowcowe.

W listopadzie 2025 r. uruchomiono południowoafrykańską kopalnię *Platreef*, największą na świecie kopalnię metali szlachetnych w fazie rozwoju. Oprócz platyny są z niej pozyskiwane: pallad, nikiel, rod, złoto i miedź. Właściciel kopalni *Ivanhoe Mines* potwierdza rozruch zgodny z planem i perspektywę pozyskania do 450 000 uncji platyny, palla-

du, rodu i złota w ciągu najbliższych 2 lat. Żyło *Platreef* zawiera 129,7 mln ton rudy przemysłowej, o zawartości platyny 1,88 g/t (palladu 1,93 g/t), co odpowiada 7,82 mln t. oz (243,2 t) metalu (Ivanhoe Mines Ltd., 2025).

Platyna jest metalem niezmiernie ważnym dla sektora przemysłowego, jak również jest cenionym nośnikiem wartości i lokatą kapitału. Popyt przemysłowy i zapotrzebowanie inwestycyjne odgrywają tym samym kluczową rolę w ocenie trendów rynkowych i cen. Fundamenty rynku platyny na najbliższe lata wydają się silnie pro wzrostowe, a platyna korzysta na obserwowanym obecnie silnym popycie inwestorów, notując w ostatnich kilku latach strukturalny deficyt podaży, który nadal ma się utrzymywać. Oczekiwane jest, że deficyty te utrzymają się nawet do 2029 r., jakkolwiek niektóre ośrodki nie podzielają tego osądu (np. WPIC). Wysokie ceny zazwyczaj dobrze stymulują rynki do samodzielnego rozwiązywania problemu deficytów, jednak – jak pokazuje historia – wcale nie jest to oczywiste w przypadku rynku platyny. Okazuje się, że zarówno podaż platyny, jak i popyt na nią mogą być wyjątkowo nieelastyczne cenowo w perspektywie krótko- i średnioterminowej. Według opracowanej przez WPIC (2026b) 5-letniej prognozy rynku platyny zasoby AGS (*Above-Ground Stocks*), obejmujące istniejące, rafinowane zasoby platynowych sztabek, biżuterii i innych form przemysłowych, ulegną znacznemu wyczerpaniu do końca dekady, ponieważ zróżnicowany i odporny popyt nadal może przewyższać ograniczoną podaż. Prognozowane jest, że podaż pierwotnej platyny wzrośnie o ok. 2% w 2026 r. (choćby ze wspomnianej kopalni *Platreef*), natomiast podaż z recyklingu ma wzrosnąć o ok. 10%, ponieważ wyższe ceny mogą skutecznie zachęcić do przetwarzania zużytych katalizatorów samochodowych i zwiększonej sprzedaży złomu jubilerskiego. W motoryzacji popyt na konwencjonalne jednostki napędowe, pomimo licznych kampanii i programów (głównie w Europie) oraz zaostrzonych norm emisji, pozostaje silny, a wprowadzenie technologii pojazdów elektrycznych napotyka liczne, najczęściej uzasadnione, bariery. Tym samym nadal istotne będzie zapotrzebowanie sektora samochodowego na platynę do produkcji hybryd i pojazdów spalinowych. Silnym motorem rynku platyny może się okazać sektor gospodarki wodorowej. Źródłem największego wzrostu popytu na platynę może być jej zastosowanie w elektrolizerach PEM i ogniach paliwowych. Zwiększona globalna niepewność rynków, wywołana polityką handlową USA, groźbą wprowadzenia ceł i konfliktami zbrojnymi to dalsze zapalniki, które mogą skutkować zainteresowaniem inwestorów platyną. Sygnały o łagodzeniu niepewności handlowej z USA i wyjaśnienia dotyczące sekcji 232 (*Section 232 tariffs U.S. import duties imposed under the Trade Expansion Act of 1962*) nie są wystarczająco dobrze odbierane przez rynek. Platyna odgrywa także ważną rolę jako lokata kapitału, chociaż jest niedoceniana wobec cen złota. Prym na tym polu wiodą Chiny, które stały się czołowym rynkiem w zakresie inwestycji w sztabki i monety platynowe, kumulując ok. 80% całkowitego popytu na ten rodzaj aktywów w 2025 r. Inne rynki zapewne podążą tym tropem w najbliższych latach, zmniejszając udział Państwa Środka w tym popycie.

Platyna pozostaje historycznie niedowartościowana w stosunku do notowań żółtego kruszcu. Wskaźnik cenowy *gold/platinum ratio*, trwale przekraczający indeks 2

(okazjonalnie pod koniec stycznia 2026 r. odnotowano ok. 1,78, obecnie z początkiem marca 2026 r. ok. 2,2–2,4) może być zachętą dla inwestorów szukających okazji do „nadrobienia zaległości” przez ten metal. Złoto nadal pozostaje jednym z najważniejszych, bezpiecznych aktywów, ale spoglądając na strukturalne przesłanki rynkowe, być może to dobry czas dla platyny, aby wyjść z jego cienia.

CIEKAWOSTKI O PLATYNIE

❑ Platynę odkryto dopiero w 1735 r. w Kolumbii, a za odrębny metal uznano ją w 1751 r.

❑ Jest metalem nadzwyczaj rzadko występującym w skorupie ziemskiej, w ilościach miligramów/t.

❑ Jest pierwiastkiem chemicznym z grupy metali przejściowych, w których atomy mają niecałkowicie zapelnioną podpowłokę *d* i mają tendencję do tworzenia kationów. Wszystkie takie metale dobrze przewodzą ciepło i elektryczność, są ciągliwe i tworzą stopy.

❑ Ma jedną z największych gęstości spośród metali (większą mają tylko osm i iryd), 1 dm³ platyny waży niemal 21,5 kg, jest twardsza niż złoto.

❑ Doskonale ciągliwa, pręt platynowy o długości 10 cm i średnicy 1 cm można rozciągnąć w drut o długości około 2777 km, co teoretycznie czyni platynę siedem razy bardziej ciągliwą niż złoto.

❑ Metal o wysokiej temperaturze topnienia (1768°C), dopiero wynalezienie płomienia tlenowego umożliwiło jej stopienie w 1782 r. we Francji.

❑ W postaci litej jest metalem niepalnym, wysoce odpornym na utlenianie i korozję nawet w wysokich temperaturach, jednak w formie silnie rozproszonej (pył, czerń platynowa) jest łatwopalna.

❑ Ma 36 izotopów (w tym 6 naturalnie występujących, z których 5 jest trwałych, a jeden jest radioaktywny) oraz 30 syntetycznych izotopów nietrwałych.

❑ Platynoiryd – stop platyny z irydem cechuje się dużą twardością, jest wytrzymały i stabilny, dlatego bywa stosowany w stomatologii oraz we wzorcach (wzorec metra i kilograma zostały sporządzone ze stopu składającego się w 90% z platyny i 10% z irydu).

❑ W przeszłości została wykorzystana do ustalenia wzorca kandelii (jednostka światłości źródła światła), wyznaczona na podstawie jasności platyny w momencie jej krzepnięcia.

❑ Nazwa *platyna* (platina, sreberko) jest zdrobnieniem hiszpańskiego słowa *plata* (srebro), co pogardliwie podkreślało bezużyteczność nowo odkrytego metalu. Pogarda wynikała też z faktu, że w złożach aluwialnych platyna współwystępowała ze złotem, niekiedy „oblepiając” grudki żółtego kruszcu. Trudności w separacji obu metali i idące za tym straty złota potęgowały niechęć do platyny.

❑ Hiszpanie „kontrolowali” wydobywanie i „obróć gospodarczy” platyną w czasach konkwisty poprzez załadunek na statki i pozbywanie się jej w wodach Oceanu Atlantyckiego.

❑ Zanieczyszczona, naturalna platyna prawdopodobnie była nieświadomie wykorzystywana przez starożytnych, egipskich rzemieślników zamiast srebra.

❑ Gdy w 1918 r. odkryto złoża platyny na Uralu, pierwszymi wyrobami z niej były obrączki, łańcuchy i obręcze na beczki. Można je dziś oglądać w Muzeum Górniczym w Petersburgu. Rząd rosyjski polecił też wybijanie monet

z tego metalu, ale nie cieszyły się one powodzeniem i były niechętnie przyjmowane.

❑ Ze względu na wyjątkową odporność chemiczną jest wykorzystywana w laboratoriach chemicznych. Po raz pierwszy w postaci tygielka została wykorzystana w 1784 r. przez Franza Karla Acharda, chemika, fizyka i biologa, który zasłynął z wynalezienia metody produkcji cukru z buraków cukrowych.

❑ Fałszerze, nie znając wartości platyny, wykorzystywali ją, oprócz ołowiu, w procederze podrabiania złotych monet. Produkowali z niej monety, pokrywając je jedynie cienką warstwą złota, co sprawiało, że były prawie nie do odróżnienia od prawdziwych.

❑ Ilość wydobytej dotychczas platyny stanowi mniej więcej 1/20 objętości całego wydobytego złota, co odpowiada sześciannowi o boku 8 m.

❑ Katalizatory samochodowe zawierające platynę zapobiegają przedostawaniu się do atmosfery ok. 20 mln ton zanieczyszczeń rocznie.

❑ Obojętność chemiczna platyny jest wykorzystywana w biokomponentach, które są wszczepiane człowiekowi i nie uszkadzają ani nie alergizują tkanek.

❑ Cisplatyna – silny lek cytostatyczny z grupy związków platyny PtCl₂(NH₃)₂ – jest jednym z najskuteczniejszych środków przeciwnowotworowych.

❑ Normy czystości platyny są niezwykle wysokie, większość biżuterii platynowej ma próbę 950, co oznacza, że zawiera 95% czystej platyny i tylko 5% metali stopowych. Jest to znacznie czystsza biżuteria niż np. z 18-karatowego złota, które zawiera 75% złota, czy bardziej powszechnego 14-karatowego złota, oznakowanego próbą 585, co oznacza, że zawiera 58,5% czystego złota oraz 41,5% innych metali.

❑ Wyjątkowa trwałość i gęstość platyny sprawiają, że idealnie nadaje się ona do oprawiania diamentów i kamieni szlachetnych, nie ściera się ani nie rozrzedza z czasem, nie traci metalu pod wpływem zarysowania oraz nie odkształca się łatwo pod wpływem nacisku.

❑ Pokrywa się patyną (miękka, matowa tekstura), którą można łatwo wypolerować.

❑ Platyna była wykorzystywana w biżuterii królewskiej i historycznej. Stała się ulubionym materiałem rodzin królewskich i kultowych domów jubilerskich na początku XX w. (epoka *Art déco*). Historyczne platynowe pierścionki zaręczynowe nosiły królowa Elżbieta II i amerykańska aktorka Grace Kelly.

❑ Platyna i białe złoto wyglądają podobnie, jednak platyna jest naturalnie biała i odporna na matowienie, w przeciwieństwie do białego złota, które jest stopem klasycznego złota z jasnymi metalami – domieszkami, tzw. ligurą (nikiel, pallad, srebro lub cynk). Białe złoto, aby uzyskać bielszy, bardziej połyskujący odcień, wymaga rodowania, czyli pokrycia cienką warstwą rod.

❑ Współcześnie symbolizuje siłę, doskonałość i odporność, np. platynowe karty kredytowe czy platynowe płyty.

❑ Platynowa płyta – certyfikat sprzedaży w przemyśle muzycznym, przyznawany za wielokrotną sprzedaż tego samego fonogramu.

❑ *Start-up AstroForge* koncentruje się na skonstruowaniu systemu do pozyskiwania metali z grupy platy-

nowców z asteroid, w których stężenie platyny jest ok. 5000 razy wyższe niż na Ziemi.

Nadzwyczaj miłą powinnością autora są podziękowania *P.T.* Recenzentom, poświęcającym czas na przedzieranie się przez meandry manuskryptu. Niniejszym kieruję nader serdeczne podziękowania anonimowej *P.T.* Pani Recenzent za wysiłek i skrupulatne przyjrzenie się pierwotnemu tekstowi. Zostały wskazane ważne sugestie, niedociągnięcia i niedopowiedzenia. Szczególnie cenne jest zróżnicowanie na te adnotacje, które bezwzględnie wymagały korekty, jak również te komentarze, które pozostawiały autorowi pewną swobodę w decyzji. Te pierwsze zostały drobniawo uwzględnione, te drugie w niektórych aspektach pominięte, niemniej jako całość przysporzyły poprawionej wersji artykułu akceptowalnego wydzwiku i przyswajalnej formy. Publikacja powstała w ramach badań finansowanych ze środków subwencji przyznanej AGH w Krakowie przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

LITERATURA

- AG 2023 – Critical minerals strategy 2023–2030. Australian Government, Canberra: 64.
- ANGLOAMERICAN 2025 – Integrated report 2024. AngloAmerican plc., Londyn: 108.
- BARNES S.J., CAMPBELL I.H. 1988 – Role of late magmatic fluids in Merensky-type platinum deposits: A discussion. *Geology*, 16 (6): 488–491.
- BGS 2009 – Mineral profile, Platinum. British Geological Survey, London: 32.
bloomberg.com
- CAMPBELL I.H., NALDRETT A.J., BARNES S.J. 1982 – A model for the origin of the platinum-rich sulfide horizons in the Bushveld and Stillwater Complexes. *Journal of Petrology*, 24 (2): 133–165.
- CHISTYAKOVA S., LATYPOV R., HUNT E.J., BARNES S. 2019 – Merensky-type platinum deposits and a reappraisal of magma chamber paradigms. www.nature.com/scientificreports, 9, 8807.
- CHMIELEWSKI A. 2025 – Ocena potencjału występowania metali z grupy platynowców w cechsztyńskiej serii miedzionośnej. *Przegląd Geologiczny*, 73 (10): 871–881.
cmegroup.com
coinpriceforecast.com
dbw.stat.gov.pl
- EU 2023a – Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023. Final Report. European Commission, Bruksela: 158.
- EU 2023b – Platinum: Impact assessment for supply security. European Commission, Bruksela: 8.
globaldata.com
iea.org
- IMPALA 2025 – Impala Bafokeng fact sheet. Impala Platinum Holdings Limited, Johannesburg: 8.
- IMPLATS 2025 – Delivering on our purpose. Audited summarised consolidated annual results for the year ended 30 June 2025. Impala Platinum Holdings Limited, Johannesburg: 60.
interfax.com
investing.com
investingnews.com
- IVANHOE MINES Ltd. 2025 – Platreef integrated development plan, job. no. 23002. Vancouver, Kanada: 684.
- KARIM S., TING Y-P. 2021 – Recycling pathways for platinum group metals from spent automotive catalyst: A review on conventional approaches and bioprocesses. *Resources, Conservation & Recycling*, 170, 105588.
- KEAYS R.R., LIGHTFOOT P.C. 2020 – Mafic intrusions in the footwall of the Sudbury Igneous Complex: Origin of the Sudbury impact melt sheet and its associated ore deposits. *Ore Geology Reviews*, 120: 103435.
- KGHM 2025 – Skonsolidowane sprawozdanie finansowe za 2024 rok. KGHM Polska Miedź S.A., Lubin: 5.
- KGHM 2026 – Wstępne wyniki produkcyjne i sprzedażowe Grupy KGHM Polska Miedź S.A. za grudzień 2025 roku. KGHM Polska Miedź S.A., Lubin: 166.
- KRZAK M. 2024 – Złoto – blaski i cienie złotego kruszcza. *Przegląd Geologiczny*, 72 (7): 332–340.
- LBMA 2017 – The Guide. An Introduction to the Global Precious Metals OTC Market. London Bullion Market Association, Londyn: 95.
- LEWICKA E., BURKOWICZ A. (red.) 2024 – Platynowce. [W:] Gospodarka surowcami mineralnymi w Polsce w latach 2014–2023. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków: 253–259.
- LEWICKA E., SZLUGAJ J. (red.) 2025 – Platynowce. [W:] Gospodarka surowcami mineralnymi w Polsce w latach 2015–2024. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków: 261–267.
- LIONNET M.D., LOMBERG K.G. 2007 – The application of facies classification in evaluating the Merensky Reef at Bafokeng Rasimone Platinum Mine, South Africa. *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 107: 37–42.
litefinance.org
lme.com
longforecast.com
- MAIER W.D. 2005 – Platinum-group element (PGE) deposits and occurrences: Mineralization styles, genetic concepts, and exploration criteria. *Journal of African Earth Sciences*, 41 (3): 165–191.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S. 2020 – Rudy złota. [W:] Szmałek K., Szufflicki M., Mizerski W. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2018, Państwowy Instytut Geologiczny – PIB: 174–187.
miningweekly.com
- MM 2023 – Critical minerals for India. Report of the committee on identification of critical minerals. Ministry of Mines, Nowe Delhi: 52.
- MUDD G.M. 2023 – Global trends and environmental issues in nickel mining: Sulfides versus laterites. *Ore Geology Reviews*, 38 (1–2): 9–26.
- MUNGALL J.E., NALDRETT A.J. 2008 – Ore Deposits of the Platinum-Group Elements. *Elements*, 4: 253–258
- NORNICKEL 2024 – Metals for progress. Annual Report. MMC Norilsk Nickel, Moskwa: 182.
- OBERTHÜR T., GOLDMANN S. 2023 – The Mooihoek platinum pipe, Eastern Bushveld complex, South Africa – geochemistry and mineralization. *The Canadian Journal of Mineralogy and Petrology*, 61: 507–535.
- PAULO A., STRZELSKA-SMAKOWSKA B. 2000 – Rudy metali nieżelaznych i szlachetnych. AGH Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne, Kraków.
- RUDNICK R.L., SALLY G. 2003 – Composition of the continental crust. *Treatise Geochem*, 3: 1–64.
- SALAZAR G., SALAZAR S., OCHOA A., BEDOYA Á. 2024 – In Search of the Lost Link: The Fascinating Platinum Host Rock of Chocó, Colombia. *Geoheritage*, 16, 135.
- SCHULTE R.F. 2025 – Platinum-Group Metals. [W:] USGS Mineral Commodity Summaries. USGS Publ., Washington: 136–137.
- SCOON R.N., MITCHELL A.A. 2004 – The platinumiferous dunite pipes in the eastern limb of the Bushveld Complex: Review and comparison with unmineralized discordant ultramafic bodies. *South African Journal of Geology*, 107: 505–520.
sfa-oxford.com
- SIBANYE 2025 – Mineral resources and mineral reserves report for the year ended 31 December 2024. Sibanye-Stillwater, Johannesburg: 124.
- SIBANYE-STILLWATER 2024 – Integrated Report for the year ended 31 December 2024. Sibanye Stillwater Limited, Johannesburg: 127.
- THORMANN L., BUCHSPIES B., MBOHWA CH., KALTSCHMITT M. 2017 – PGE Production in Southern Africa, Part I: production and market trends. *Minerals*, 7, 224.
uk.investing.com
- UKG 2025 – The UK's modern industrial strategy. Critical minerals strategy. United Kingdom Government, Londyn: 48.
usgs.gov
- USGS 2017 – Critical mineral resources of the United States – Economic and environmental geology and prospects for future supply. Professional Paper 1802. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey, Washington: 862.
- USGS 2025a – Methodology and technical input for the 2025 U.S. list of critical minerals – assessing the potential effects of mineral commodity supply chain disruptions on the U.S. economy. Open-File Report 2025–1047. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey, Washington: 42.
- USGS 2025b – World minerals outlook – cobalt, gallium, helium, lithium, magnesium, palladium, platinum, and titanium through 2029. Scientific Investigations Report 2025–5021. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey, Washington: 28.
- WPIC 2026a – Platinum Quarterly, Q4 2025. World Platinum Investment Council, Londyn: 32.
- WPIC 2026b – Platinum perspectives. World Platinum Investment Council, Londyn: 3.
- ZIENTEK M.L., LOFERSKI P.J., PARKS H.L., SCHULTE R.F., SEAL II R.R. 2017 – Platinum-Group Elements. Chapter N of critical mineral resources of the United States – Economic and environmental geology and prospects for future supply. Professional Paper 1802–N. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey, Washington: 106.

Praca wpłynęła do redakcji 16.03.2026 r.
Akceptowano do druku 24.04.2026 r.