

*dr Anna Kasprzak-Czelej*

---

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

# **Relacja cen złota i srebra w procesie inwestowania w metale szlachetne w Polsce**

## **Wprowadzenie**

Inwestowanie wiąże się z odroczeniem bieżącej konsumpcji na rzecz konsumpcji w przyszłości, co jednocześnie oznacza ekspozycję na szereg rodzajów ryzyka. Jest to najwyższy z czterostopniowej skali poziom zachowania finansowego, uaktywniany wraz ze wzrostem dochodu oraz stopniem zaspokojenia finansowych potrzeb podstawowych, takich jak dostęp do środków finansowych czy finansowanie przyszłych zakupów (Smyczek 2007, s. 29–31; Rószkiewicz 2004, s. 677–678). Wybierając formę lokowania kapitału, racjonalny inwestor analizuje parametry posiadanego portfela inwestycyjnego pod kątem relacji oczekiwanej stopy zwrotu i ryzyka. Włączenie do portfela danego rodzaju aktywów powinno mieć miejsce – o ile prowadzi do pożądanych efektów – albo w obrębie wysokości i rozkładu stóp zwrotu z portfela (maksymalizacja, skośność), albo poziomu ryzyka (minimalizacja).

Z przykładowych badań przeprowadzanych na danych rynku polskiego wynika, że w okresie styczeń 1997 – grudzień 2012 korelacja stóp zwrotu ze złota i indeksu WIG20 wynosiła 0,076, mWIG40 – 0,042, a sWIG80 – 0,074, co sugeruje możliwość ograniczenia ryzyka portfela dzięki uwzględnieniu tej formy lokaty kapitału. Dla srebra odpowiednie wskaźniki były wyższe i wynosiły odpowiednio 0,199, 0,217 oraz 0,227 (Kasprzak-Czelej 2013a, s. 261)<sup>1</sup>. Również inne niż bezpośred-

---

<sup>1</sup> Z badań na danych z okresu styczeń 2008– maj 2011 wynika, że spośród metali szlachetnych jedynie stopy zwrotu ze złota kalkulowane na podstawie cen w USD cechowały się niską korelacją ze stopami zwrotu z indeksu WIG20 (współczynnik korelacji Pearsona wyniósł 0,123), a wyrażone w PLN są niezależne od stóp zwrotu z indeksu (współczynnik korelacji był statystycznie nieistotny). M. Walczak, *Efektywność zdywersyfikowania portfela rynkowego GPW przy użyciu inwestycji w metale szlachetne*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia” 2012, nr 46(1), s. 390–391.

nia formy inwestycji w złoto z racji ujemnej lub niskiej dodatniej korelacji stóp zwrotu z indeksem WIG mogą stanowić źródło dywersyfikacji ryzyka portfela<sup>2</sup>. Na podstawie danych z okresu styczeń 2002 – grudzień 2012 stwierdzono natomiast, iż włączenie na poziomie 10% inwestycji w srebro do portfela złożonego z akcji (indeks WIG) i gotówki (WIBOR 3M) poprawia relację ryzyka portfela do osiąganego zwrotu, wyrażanej współczynnikiem zmienności, co odbywa się poprzez zmniejszenie poziomu ryzyka portfela. Podobne wnioski wyciągnięto również w odniesieniu do inwestycji w złoto (Kasprzak-Czelej 2013b, s. 255).

Przedstawione powyżej wyniki badań wskazują na zasadność włączania złota lub srebra do portfela złożonego z akcji spółek krajowych. Biorąc powyższe pod uwagę, celem niniejszego artykułu jest określenie, czy w procesie inwestowania w te metale szlachetne w Polsce przydatny jest wskaźnik będący relacją ich cen (ang. *gold silver ratio*).

## 1. Czynniki fundamentalne determinujące ceny złota i srebra

Ceny złota i srebra kształtowane są pod wpływem ich popytu i podaży. O ile oba te metale szlachetne mają zastosowanie w przemyśle, to z racji różnic we własnościach fizykochemicznych poszczególne branże są różnicowane. Wspólną cechą po stronie popytu jest wykorzystanie w jubilerstwie, w celach inwestycyjnych oraz w pewnym zakresie w przemyśle elektronicznym. Zastosowanie srebra w 2014 r. w jubilerstwie stanowiło ok. 20% łącznego fizycznego popytu na srebro, w przemyśle elektronicznym i elektrotechnicznym zaś wyniosło ok. 25%, a do celów inwestycyjnych (monety i sztabki, ETF) – ok. 18,5%<sup>3</sup>. W odniesieniu do złota niemal 50% światowego popytu związane jest z jubilerstwem i pochodzi w pierwszej kolejności z Chin i Indii, ok. 30% to popyt inwestycyjny, a ponad 10% to nabycia netto w ramach powiększania rezerw przez banki centralne. Łączne zastosowanie przemysłowe złota wynosi ok. 9%, głównie w przemyśle elektronicznym<sup>4</sup>. Duży stopień uzależnienia złota od wydatków konsumpcyjnych sugeruje wpływ kondycji gospodarki światowej na popyt na złoto.

Srebro odznacza się największym z metali współczynnikiem odbicia światła oraz najlepszą przewodnością prądu elektrycznego i ciepła. Jest odporne na działanie znacznej ilości czynników korozyjnych, łatwo tworzy spoiwa i powłoki

---

<sup>2</sup> Rozważano inwestycję w monety „Orzeł bielik” (nominał 200), certyfikat RCGLDAOPEN oraz fundusz Investor Gold FIZ. U. Gierałtowska, *Dostępność instrumentów alternatywnych na polskim rynku kapitałowym*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia” 2014, nr 48(4), s. 52.

<sup>3</sup> Obliczenia własne na podstawie: The Silver Institute and GFMS Thomson Reuters, *World Silver Survey 2015. A summary*, s. 7.

<sup>4</sup> Dane liczbowe dotyczące rynku złota, o ile nie zaznaczono inaczej, pochodzą ze strony World Gold Council, <http://www.gold.org/> (data dostępu 25.04.2016).

galwaniczne. Ciągłość i kowalność srebra jest jedynie nieznacznie gorsza niż złota (Paulo, Strzelska-Smakowska 2000, s. 193). Srebro posiada również właściwości bakteriobójcze (Pokrowiecki, Mielczarek 2012, s. 117–118). Przemysłowe zastosowania srebra poza przemysłem elektronicznym obejmują optykę i fotografię, brązy i stopy lutownicze, zwierciadła i fotowoltaikę, katalizatory (np. do produkcji poliestru czy otrzymywania tlenku etylenu), farmaceutyki<sup>5</sup>. W 2014 r. przemysłowe wykorzystanie srebra stanowiło ok. 56% fizycznego popytu na ten metal, który łącznie wyniósł 1,07 bln uncji<sup>6</sup>. Skala przemysłowego zastosowania srebra sugeruje zależność popytu na ten surowiec od kondycji gospodarki światowej.

Zastosowanie przemysłowe złota jest zdecydowanie mniejsze, choć również cechuje się ono dużą przewodnością elektryczną i ciepłą, wysoką zdolnością odbicia światła. Złoto spośród wszystkich metali ma najlepsze cechy kowalności w połączeniu z odpornością na korozję i niepodleganie działaniu kwasów (Paulo, Strzelska-Smakowska 2000, s. 232, 233). Większość popytu przemysłowego pochodzi z rynku elektronicznego (sprzęt telekomunikacyjny, urządzenia kosmiczne, nanotechnologia) i dentystycznego. W 2015 r. łączny popyt na złoto wyniósł 4212 ton, tj. ok. 148,6 mln uncji (4226,4 ton w 2014 r., tj. ok. 149 mln uncji).

W przyrodzie srebro występuje głównie w złożach polimetalicznych w formie skoncentrowanej w minerałach własnych oraz jako domieszka w minerałach miedzi, ołowiu, cynku, złota i niklu (srebro rodzime, argentyt, akantyt, stromeyerit, freibergit, chlorargyryt, Ag-Pb-jarosyt oraz tellurki [sylvanit, hessyt], selenki [naumannit], siarkosole [np. pirargyryt, proustyt, polibazyt])<sup>7</sup>. W odróżnieniu od złota srebro praktycznie nie występuje w przyrodzie w postaci samorodków. Szacuje się, że światowe zasoby srebra są ok. 15–17 razy większe niż złota, ale uważa się, iż tempo ich zużywania również jest szybsze (Węglewski 2010). W 2014 r. łączna podaż srebra wynosiła 1,06 bln uncji, z czego ok. 83% pochodziło z wydobycia, a 16% z obróbki wtórnej. Jedynie jednak 31% wydobywanego srebra pochodziło z kopalń srebra, a koszt produkcji wynosił tu 7,74 USD za uncję, 35% stanowiło produkt „uboczny” wydobycia ołowiu i cynku, 20% miedzi, a 13% złota<sup>8</sup>. Produkcja srebra w niemal 50% pochodzi z obszaru Ameryki, z dominującym udziałem Meksyku i Peru.

Złoto tworzy izomorficzne struktury głównie ze srebrem (elektrum) i rtęcią (amalgamaty). Samodzielne złoża złota obejmują przy tym ok. 80–85% zasobów (Paulo, Strzelska-Smakowska 2000, s. 202–203). W 2015 r. łączna podaż złota wynosiła 4258 ton, tj. 150 mln uncji (4413,9 ton, tj. 155,7 mln uncji w 2014 r.),

<sup>5</sup> A. Paulo, B. Strzelska-Smakowska, *Rudy metali nieżelaznych i szlachetnych*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2000, s. 194, The Silver Institute and GFMS Thomson Reuters, *World Silver Survey 2015...*

<sup>6</sup> The Silver Institute and GFMS Thomson Reuters, *World Silver Survey 2015...*, s. 7.

<sup>7</sup> Tamże, s. 179.

<sup>8</sup> Tamże, s. 10.

z czego ponad 70% stanowiła podaż z wydobycia. Największe ilości złota wydobywa się na obszarze Azji (23%, w tym Chiny 14%) oraz Ameryki (33%).

Podaż złota i srebra poza wydobyciem pochodzi z wtórnej obróbki monet, wyrobów jubilerskich, złomu i odpadów fotograficznych (srebro) oraz sektora publicznego i jako efekt hedgingu netto wytwórców.

W 2014 r. fizyczny deficyt srebra, liczony jako różnica między fizycznym popytem a podażą, wyniósł 4,9 mln uncji, a po korekcie o zapasy ETF nadwyżka wyniosła 2,6 mln uncji. Na rynku złota natomiast w 2014 r. fizyczna nadwyżka wyniosła 156,2 ton, tj. 5,5 mln uncji, a w 2015 r. – 5,7 ton, tj. ok. 200 tys. uncji.

## 2. Synchroniczność cen złota i srebra

Historycznie złoto i srebro funkcjonowały jako pieniądź, pełniły funkcje tezauryzacji, środka wymiany i jednostki obrachunkowej i z racji tej mogły być postrzegane jako substytuty. Jak już wspomniano, oba metale mają też część wspólnych zastosowań. Przewaga determinant wspólnych czy skorelowane dane fundamentalne będą skutkowały jednokierunkowymi zmianami cen złota i srebra i względną trwałością wskaźnika relacji ich cen. Również niestabilne zmienne makroekonomiczne mogą przytłumić zmienność wynikającą z czynników specyficznych dla poszczególnych metali i w rezultacie wywoływać jednokierunkowy ruch ich cen. Dodatkowo popularność metali szlachetnych jako inwestycji i zabezpieczenia przed niekorzystnymi wydarzeniami finansowymi lub ekonomicznymi na innych rynkach<sup>9</sup> może wpływać na powiększenie istniejącej relacji cen tych aktywów lub też doprowadzić do jej powstania.

B. Adrangi, A. Chatrath i K. Raffiee stwierdzili, że zarówno stopy zwrotu ze złota, jak i srebra są tylko słabo skorelowane ze zmiennymi realnej aktywności gospodarczej w USA (tempo wzrostu produkcji przemysłowej). Można je jednak uznać za przyczynę w sensie Grangera<sup>10</sup> zmian cen złota i srebra. W długim okresie z analizy kointegracji wynika negatywna zależność cen złota i srebra i tempa wzrostu produkcji przemysłowej, czego przyczyną może być dążenie do wyboru najkorzystniejszej formy lokaty środków w warunkach różnej koniunktury gospodarczej. Z punktu widzenia portfela inwestycyjnego w okresie wzrostu gospodarczego i rosnących wyników finansowych firm korzystniejsze jest prze-

<sup>9</sup> Badania potwierdzają, że zarówno złoto, jak i srebro mogą być wykorzystywane jako zabezpieczenie przed inflacją zarówno w krótkim, jak i długim okresie. Zob. B. Adrangi, A. Chatrath, K. Raffiee, *Economic activity, inflation, and hedging: The case of gold and silver investments*, „The Journal of Wealth Management” 2003, nr 6, s. 60–77, J.R. McCown, J.R. Zimmerman, *Analysis of the investment potential and inflation hedging ability of precious metals*, Meinders School of Business, Oklahoma City University 2007.

<sup>10</sup> Zmienna X jest przyczyną Y w sensie Grangera, jeśli bieżące wartości Y można prognozować z większą dokładnością przy użyciu przeszłych wartości X niż bez ich wykorzystania, przy niezminionej pozostałej informacji. W. Charemza, D.F. Deadman, *Nowa ekonometria*, PWE, Warszawa 1997, s. 158.

sunięcie środków w kierunku rynku akcji (rosnący popyt i w efekcie wzrost cen akcji), kosztem zaangażowania na rynku metali szlachetnych (malejący popyt inwestycyjny i w efekcie spadek cen metali szlachetnych) (Adrangi, Chatrath, Raffiee 2003, s. 67, 73). Badania, które przeprowadzili R. Christie-David, M. Chaudhry i T. W. Koch (2000), wskazują również na raczej umiarkowany stopień inkorporowania comiesięcznych informacji makroekonomicznych z gospodarki amerykańskiej przez ceny złota i srebra na rynku *futures*. Ceny złota i srebra reagują silnie na informacje dotyczące stopnia wykorzystania mocy wytwórczych. Występuje również silna reakcja cen złota na informacje o CPI, a w przypadku srebra – na informacje o stopie bezrobocia. Ceny złota zmieniają się też pod wpływem informacji o stopie bezrobocia, PKB i PPI. Przyjmując wyższy niż standardowo poziom ufności 0,1, można stwierdzić, iż ceny złota reagują również na informacje o deficycie federalnym, a srebra na CPI, godzinowe stawki płac, poziom zapasów w przemyśle i wydatki konsumpcyjne (Christie-David, Chaudhry, Koch 2000, s. 418). J.A. Frankel (2006, s. 20) wskazuje na silny wpływ w szczególności realnych stóp procentowych w USA oraz w rodzimych krajach na kształtowanie się cen surowców wyrażonych w lokalnej walucie. Również N. Apergis, C. Christou i J.E. Payne (2014, s. 696–697) wyjaśniają, że wysoki poziom stóp procentowych wpływa na ograniczenie popytu na te metale oraz stymuluje podaż, więc ceny złota i srebra w tym okresie są niższe. Wzrost cen surowców w okresie spadku stóp procentowych oraz obniżenia realnej wartości dolara wynika również z analiz Q.F. Akrama (2009, s. 846).

Uwzględniając powyższe wyniki badań, dochodzimy do stwierdzenia, że ceny złota i srebra są kształtowane przez wspólny zestaw czynników, co może skutkować jednokierunkowymi zmianami ich cen.

### **3. Długoterminowa relacja cen złota i srebra – przegląd literatury**

W literaturze anglojęzycznej istnieje szereg badań dotyczących relacji cen złota i srebra i jej stabilności w czasie. Stosunek cen obydwu metali zmieniał się od relacji 1:1 w starożytnym Egipcie, ok. 1:13 w czasach Imperium Rzymskiego i średniowieczu do XVI w. i ok. 1:13.5 do 1837 r., kiedy Kongres USA ustalił go na poziomie 1:16, a od lat 90. XX w. relacja ta waha się w przedziale od 1:30 do 1:90 (O'Connor 2015, s. 196; Paulo, Strzelska-Smakowska 2000, s. 178).

Jedne badania wskazują na istnienie długookresowej relacji pomiędzy cenami złota i srebra, inne sugerują warunkowe występowanie takiej relacji, a jeszcze inne wykazują jej brak. W rozważaniach tych z jednej strony zwraca się uwagę na istnienie popytu inwestycyjnego na oba te metale szlachetne i ich zastosowanie jako zabezpieczenia przed niekorzystnymi zjawiskami na rynku finansowym (inflacja, kryzysy), z drugiej zaś akcentuje się różnice pomiędzy determinantami

cen tych metali szlachetnych – w szczególności ich zastosowanie, a zatem i różnice w popycie.

W pierwszy nurt wpisują się badania, które przeprowadzili B.M. Lucey i E. Tully (2005). Na podstawie tygodniowych danych z rynku kasowego i *futures* New York Mercantile Exchange z okresu 1978–2002 wskazują oni na istnienie długookresowej relacji. Nie jest ona jednak stabilna w czasie – w wyodrębnionych krótszych okresach słabnie lub wręcz zanika (Lucey, Tully 2005, s. 7–9). Kolejne badania (Pierdzioch, Risse, Rohloff 2015, s. 133–137) na miesięcznych danych z okresu 1970–2015 w pewnym sensie również wpisują się w ten nurt. Stwierdzono bowiem, iż siła zależności kointegracyjnej zmienia się w czasie i w badanym okresie występują długie okresy, w których ta zależność nie występuje.

Przykładem badań drugiego nurtu są analizy A. Escrignano i G. Granger (1998, s. 81–107), którzy na danych miesięcznych rynku kasowego z okresu 1971–1995 wskazują na istnienie kointegracji pomiędzy cenami złota i srebra. Zależność ta wynika głównie z istnienia baniek spekulacyjnych. Sugerują również, iż rynki te stają się niezależne po 1990 r. Także D.G. Baur i D.T. Tran (2014, s. 1525–1541) na miesięcznych danych z okresu 1970–2011 potwierdzili wyniki ww. analiz. Stwierdzono, że okresy baniek spekulacyjnych i kryzysów finansowych, tj. nadzwyczajnych zmian cen mają główny wpływ na istnienie długookresowej relacji pomiędzy cenami złota i srebra, natomiast w okresach „normalnych” ceny te nie są skointegrowane. Dodatkowo wskazano, że ceny złota mimo mniejszej zmienności niż srebra są czynnikiem sprawczym tej zależności. Innymi słowy, ceny złota są przyczyną w sensie Grangera cen srebra, a odwrotna zależność nie występuje.

I. Figuerola-Ferretti i J. Gonzalo (2010), bazując na danych z okresu 1990–2009, stwierdzili, że ceny tych metali są skointegrowane, ale jedynie w warunkach deprecjacji dolara i wysokiej zmienności rynku. Przy słabej zmienności i aprecjacji dolara złoto i srebro nie mogą być wykorzystywane do celów zabezpieczenia przed tymi samymi rodzajami ryzyka.

Przykład badań negujących długookresową zależność cen złota i srebra i brak jakichkolwiek podstaw do wykorzystania wskaźnika relacji cen złota i srebra do prognozowania zmian ich cen to opracowanie, którego autorem jest C. Ciner (2001, s. 299–303), bazujące na danych z rynku *futures* z okresu 1992–1998 z giełdy towarowej w Tokio.

Przedstawiona niejednorodność wyników badań uzyskiwanych w literaturze wydaje się wynikać w znacznej mierze z rozwiązań metodologicznych, w szczególności z przyjętego okresu badawczego i jego długości, częstotliwości poboru danych i źródeł pochodzenia danych (rodzaj rynku [kasowy, terminowy] i stopień jego efektywności).

## 4. Badania empiryczne

### 4.1. Dane i metodologia badania

Przydatność wskaźnika cen złota do srebra w procesie inwestowania badano, przyjmując założenie, że będzie miało to miejsce o ile między cenami złota i srebra wyrażonymi w PLN istnieje długookresowa relacja równowagi. Występowanie tej zależności sugerowałoby pewien stopień wzajemnej przewidywalności cen złota i srebra oraz ograniczone korzyści z łącznego ich ujmowania w portfelu inwestycyjnym. W warunkach względnej stabilności relacji cen złota i srebra, przy założeniu płynności rynku, korzystną strategią mógłby być tzw. *spread trading*, tj. zajmowanie długiej pozycji na jednym aktywie i krótkiej na drugim.

Badania przeprowadzono w dwóch wariantach. Po pierwsze dla bezpośredniej formy inwestycji w rozważane metale szlachetne oraz po drugie dla inwestycji w certyfikaty strukturyzowane Raiffeisen Centrobank oparte na cenach złota i srebra, notowane na GPW w Warszawie, zaliczane do tzw. trackerów, odpowiednio: RCGLDAOPEN i RCSILAOPEN.

Analizy pierwszego wariantu przeprowadzono na danych miesięcznych z ostatnich 20 lat (okres marzec 1996 – marzec 2016). Wykorzystano miesięczne ceny złota i srebra wyrażone w USD pobrane z bazy danych Banku Światowego, kalkulowane na podstawie dziennych popołudniowych cen rynku londyńskiego oraz średnioważone miesięczne kursy USDPLN ustalone przez NBP.

Badanie w drugim wariantcie oparto na dziennych notowaniach (kurs zamknięcia) certyfikatów strukturyzowanych RCGLDAOPEN i RCSILAOPEN na GPW w Warszawie. Wykorzystano wszystkie dostępne dane, począwszy od pierwszego dnia notowania certyfikatu RCSILAOPEN, czyli w okresie 9 lipca 2008 – 22 kwietnia 2016 r.

Statystyki opisowe analizowanych zmiennych w badanym okresie zawiera tabela 1, kształtowanie się wskaźnika relacji ceny złota do srebra ilustruje rysunek 1, a relację cen analizowanych certyfikatów w okresie badawczym przedstawia rysunek 2.

Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem programu Gretl. W pierwszym etapie celem określenia, czy szeregi czasowe cen złota, srebra, analizowanych certyfikatów strukturyzowanych oraz wskaźników ich cen są stacjonarne, przeprowadzono rozszerzony test pierwiastka jednostkowego Dickeya–Fullera (DF). Badanie to powtórzono dla przyrostów tych zmiennych, aby określić stopień zintegrowania zmiennych.

Tabela 1  
Statystyka opisowa cen złota, srebra i wskaźnika cen złota do srebra

	Gold silver ratio	GOLD PLN	SILVER PLN	RCGLD/RCSIL	RCGLD	RCSIL
Średnia	61,42	2 424,86	40,89	6,24	412,49	69,27
Błąd standardowy	0,60	95,29	1,77	0,02	2,09	0,54
Mediana	60,55	1 795,46	28,88	6,33	411,99	61,59
Odchylenie standardowe	9,33	1 479,37	27,48	1,05	92,26	23,74
Kurtoza	-0,66	-0,89	0,38	-0,44	-0,20	-0,74
Skośność	0,00	0,78	1,17	-0,36	-0,33	0,48
Minimum	34,69	994,28	13,61	3,11	177,71	25,00
Maksimum	80,51	5 670,66	119,92	8,55	588,00	131,39
Licznik	241	241	241	1 946	1 946	1 946

Źródło: opracowanie własne.

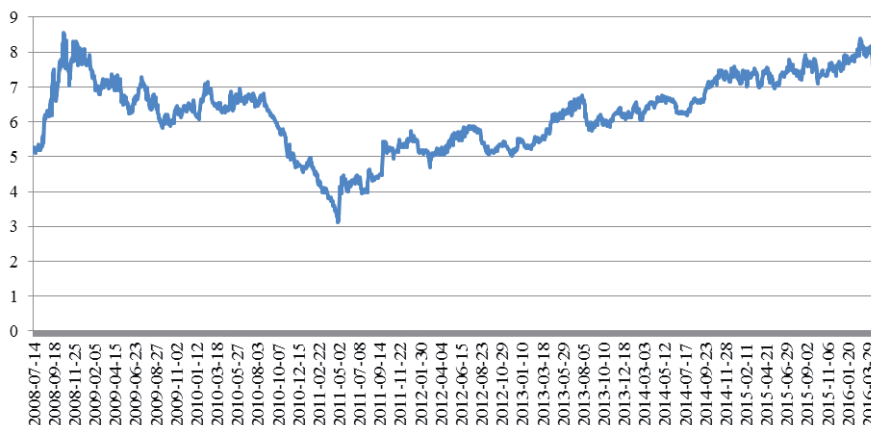
Rysunek 1  
Wskaźnik cen złota i srebra w okresie marzec 1996 – marzec 2016



Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2  
Relacja cen certyfikatów RCGLDAOPEN i RCSILAOPEN



Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym etapie stosując procedurę Engle'a i Grangera, zbadano istnienie zależności kointegracyjnej pomiędzy cenami złota a cenami srebra oraz pomiędzy certyfikatami RCGLDAOPEN i RCSILAOPEN. Uwzględniając wyniki badań wskazujące na wpływ cen złota na ceny srebra (Baur, Tran 2014, s. 1530), szacowano następujący model równowagi:

$$s_t = \theta_0 + \theta_1 g_t + e_t,$$

gdzie:

$g_t$  – ceny złota,

$s_t$  – ceny srebra,

$\theta_1$  – parametr kointegrujący,

$e_t$  – składnik losowy.

W badaniach certyfikatów strukturyzowanych wykorzystano analogiczny model. Kontrolnie przeprowadzono również alternatywny szacunek odpowiednio z cenami srebra oraz RCSILAOPEN jako zmienną niezależną. W ramach analiz certyfikatów strukturyzowanych obliczono współczynniki korelacji z opóźnieniami. Sprawdzone również zależność relacji cen badanych certyfikatów i wskaźnika *gold silver ratio*.

## 4.2. Wyniki badań

Dla wszystkich badanych zmiennych w ujęciu bezwzględny w teście DF nie było podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej zakładającej niestacjonarność rozpatrywanego szeregu czasowego. Zmienne te podobnie jak większość ekonomicznych

szeregów czasowych są niestacjonarne (*Ekonometria* 1996, s. 183). Analogiczna analiza pierwszych przyrostów tych zmiennych pozwoliła już odrzucić hipotezę zerową na korzyść alternatywnej o stacjonarności rozpatrywanych zmiennych. Skoro pierwsze przyrosty niestacjonarnych szeregów czasowych są już szeregami stacjonarnymi, to szeregi wyjściowe są zintegrowane w stopniu pierwszym, czyli mają jeden pierwiastek jednostkowy. Można zatem przeprowadzić dla nich analizę kointegracji.

Szacunki relacji kointegrującej pomiędzy cenami srebra jako zmiennej zależnej a cenami złota wskazują, iż szeregi te nie są skointegrowane, ze względu na niestacjonarność procesu resztowego z tego równania kointegrującego. Sugeruje to, iż w długim okresie pomiędzy cenami złota i srebra nie występuje równowaga, czyli stan, w którym nie ma tendencji do zmian. Badanie z wykorzystaniem cen złota jako zmiennej zależnej pozwala wyciągnąć takie same wnioski (tabela 2). Również wskaźnik będący relacją cen tych metali nie cechuje się zatem długookresową stabilnością. Uzyskane wyniki nie są zaskoczeniem i wpisują się w trzeci nurt badań wymieniony w punkcie trzecim niniejszego opracowania. Kwestią dalszych badań jest jednak określenie, czy w przypadku inwestycji w metale szlachetne denominowane w PLN brak tej zależności długookresowej nie zależy od wyboru okresu badawczego, czy też, podobnie jak w badaniach nurtu drugiego, mimo jej braku dla całego okresu badawczego, można wyodrębnić podokresy, zwłaszcza niestabilnej sytuacji rynkowej wynikającej z kryzysu finansowego lub bańki spekulacyjnej, w których relacja ta występuje. Brak badanej zależności może wynikać z faktu ujmowania zmiennych w PLN lub – co jest bardziej prawdopodobne – z faktu osłabienia lub braku tej zależności na rynku międzynarodowym począwszy od lat 90., co sugerują m.in. A. Escrignano i G. Granger (1998, s. 81–107).

Tabela 2  
Wyniki regresji kointegrujących

Zmienna zależna	Stała	Parametr kointegrujący	Wsp. determ. R-kwadrat	Wartość p testu DF dla procesu resztowego
d_cena srebra	-1,86097*	0,0176320***	0,901	0,6221
d_RCSILAOPEN	-19,4879***	0,215228***	0,704	0,6085
d_cena złota	335,473***	51,0926***	0,901	0,8476
d_RCGLDAOPEN	185,72***	3,27127***	0,704	0,4523

\*, \*\*\* zmienna statystycznie istotna na poziomie odpowiednio 0,1 i 0,01.

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki analizy kointegracji cen certyfikatów strukturyzowanych RCGLDA-OPEN i RCSILAOPEN, niezależnie od rodzaju zmiennej traktowanej jako zależna, również sugerują brak długookresowej relacji równowagi pomiędzy tymi zmiennymi (tabela 2). W żadnym przypadku na standardowo przyjmowanym poziomie istotności nie można odrzucić hipotezy zerowej testu DF o pierwiastku jednost-

kowym dla procesu resztowego z tych równań kointegrujących. Relacja cen tych certyfikatów również w długim okresie nie będzie cechowała się stabilnością.

Badanie korelacji wzajemnej pomiędzy zmianami cen certyfikatu RCSILAOPEN a opóźnionymi przyrostami cen RCGLDAOPEN wskazuje na statystycznie istotny związek pomiędzy dziennymi zmianami cen certyfikatu bazującego na srebrze a dziennymi zmianami cen certyfikatu bazującego na złocie w przedziale czasowym od t-2 do t+2 (tabela 3), przy czym najsilniejszy wpływ występuje dla wartości nieopóźnionych. Zmienność dziennych przyrostów cen jednego z certyfikatów w ok. 35% może być wyjaśniana taką zmiennością drugiego analizowanego certyfikatu.

Tabela 3

**Współczynniki korelacji pomiędzy pierwszymi różnicami cen RCSILAOPEN a RCGLDAOPEN**

Opóźnienia	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Współcz. korelacji	-0,0002	0,0132	0,0102	-0,086 ***	0,0507 **	0,5949 ***	0,0566 **	-0,0380 *	0,0283	0,0147	-0,0014

\*, \*\*, \*\*\* zmienna statystycznie istotna na poziomie odpowiednio 0,1 i 0,05 oraz 0,01.

Źródło: opracowanie własne.

Wskaźnik będący relacją cen rozpatrywanych certyfikatów pozostaje w długookresowej równowadze ze wskaźnikiem cen złota i srebra, opisaney równaniem:

$$d\_RCGLD\_RCSIL_{ratio} = 0,07027 + 0,0985165 \cdot d\_goldsilver_{ratio} + e_t$$

Wniosek ten można wysnuć, przyjmując jednak wyższy niż standardowo przyjmowany poziom ufności  $\alpha = 0,2$ . Parametr kointegrujący jest statystycznie istotny na poziomie 0,01, a współczynnik determinacji wynosi ponad 95%, co sugeruje relatywnie dobre dopasowanie modelu do danych empirycznych.

Biorąc pod uwagę przedstawiony powyżej wpływ cen złota i srebra na ceny bazujących na nich tracekrów oraz brak długookresowego stabilnego związku pomiędzy cenami złota i srebra, nie dziwi fakt braku takiej długookresowej zależności pomiędzy cenami certyfikatów RCSILAOPEN i RCGLDAOPEN.

## Zakończenie

Ceny złota i srebra uzależnione są od kondycji gospodarki światowej i kształtowane pod wpływem szeregu takich samych czynników makroekonomicznych, w szczególności kursu walutowego i stóp procentowych. Jak wynika z badań przedstawionych w niniejszym artykule, pomiędzy cenami złota i srebra wyrażonymi w PLN nie występuje długookresowa zależność. Wskaźnik cen złota do

srebra w PLN podobnie jak w USD (Baur, Tran 2014, s. 1528–1529) cechuje się niestabilnością. Niestabilna jest również relacja cen certyfikatów strukturyzowanych bazujących na srebrze i złocie notowanych na GPW w Warszawie. Oznacza to, że tzw. *spread trading* o ile może przynieść efekty w krótkich okresach, to w długim okresie wydaje się nieopłacalny jako zbyt ryzykowny. Na efektywność tej strategii nawet realizowanej w krótkim okresie dodatkowo będą miały wpływ szeroko rozumiane koszty transakcyjne, obejmujące poza prowizjami transakcji kupna–sprzedaży również – głównie w przypadku instrumentów notowanych na rynku zorganizowanym – *bid-ask spread*, *market impact*<sup>11</sup> i koszty alternatywne ponoszone w związku z opóźnieniem lub brakiem realizacji transakcji oraz efekty podatkowe wynikające z faktu, iż obrót srebrem jest opodatkowany podatkiem od towarów i usług, a zysk z transakcji instrumentami finansowymi podlega opodatkowaniu podatkiem od zysków kapitałowych. Oszacowanie tego wpływu wykracza jednak poza ramy niniejszego opracowania.

Przeprowadzone badania sugerują również, że jednoczesne ujmowanie w portfelu inwestycyjnym złota i srebra nie jest pozbawione zasadności. Analogiczny wniosek można wysnuć w odniesieniu do bazujących na nich produktów inwestycyjnych.

## Bibliografia

- Adrangi, B., Chatrath, A., Raffiee, K., *Economic activity, inflation, and hedging: The case of gold and silver investments*, „The Journal of Wealth Management” 2003, nr 6.
- Akram, Q.F., *Commodity prices, interest rates and the dollar*, „Energy Economics” 2009, nr 31(6).
- Apergis, N., Christou, C., Payne, J.E., *Precious metal markets, stock markets and the macroeconomic environment: a FAVAR model approach*, „Applied Financial Economics” 2014, nr 24(10).
- Baur, D.G., Tran, D.T., *The long-run relationship of gold and silver and the influence of bubbles and financial crises*, „Empirical Economics” 2014, nr 47.
- Charemza, W., Deadman, D.F., *Nowa ekonometria*, PWE, Warszawa 1997.
- Christie-David, R., Chaudhry, M., Koch, T.W., *Do macroeconomics news releases affect gold and silver prices?*, „Journal of Economics and Business” 2000, nr 52.

---

<sup>11</sup> *Market impact* dotyczy wpływu danej transakcji instrumentem finansowym na zmianę jego ceny i występuje głównie w przypadku dużych transakcji i na nie płynnym rynku. Jest on traktowany jako koszt transakcyjny, gdyż powoduje, że przeciętna cena kupna instrumentu finansowego jest wyższa, a sprzedaży niższa od ceny sprzedanej danej transakcji. W pewnym sensie konsekwencją *market impact* jest zjawisko *slippage*. Dotyczy ono obrotu na rynku zorganizowanym i związane jest z występowaniem różnicy pomiędzy ceną, po jakiej inwestor planuje sprzedać/kupić dany instrument, a ceną realizacji jego zlecenia. Występuje najczęściej w okresach znacznej zmienności rynku, zmieniających się *spreadów*, przy zastosowaniu zleceń bez limitu ceny lub zleceń o relatywnie dużej wartości. Szerzej zob. M. Kuciński, *Transaction costs and market impact in investment management*, „Financial Internet Quarterly »e-Finanse«” 2014, nr 10(4), s. 28–35.

- Ciner, C., *On the long run relationship between gold and silver: a note*, „Global Finance Journal” 2001, nr 12.
- Ekonometria*, red. M. Gruszczyński, M. Podgórska, SGH, Warszawa 1996.
- Escribano, A., Granger, C., *Investigating the relationship between gold and silver prices*, „Journal of Forecasting” 1998, nr 17.
- Figuerola-Ferretti, I., Gonzalo, J., *Price discovery and hedging properties of gold and silver markets*, Universidad Carlos III de Madrid Working Paper, Citeseer 2010.
- Frankel, J.A., *The effect of monetary policy on real commodity prices*, The National Bureau of Economic Research Working Paper 2006, December.
- Gierałtowska, U., *Dostępność instrumentów alternatywnych na polskim rynku kapitałowym*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia” 2014, nr 48(4).
- Kasprzak-Czelej, A., *Możliwości dywersyfikacji ryzyka z wykorzystaniem inwestycji alternatywnych*, „Zarządzanie i Finanse” 2013a, nr 2, cz. 4.
- Kasprzak-Czelej, A., *Parametry portfela uwzględniającego inwestycje alternatywne*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia” 2013b, nr 47(3).
- Kuciński, M., *Transaction costs and market impact in investment management*, „Financial Internet Quarterly »e-Finanse«” 2014, nr 10(4).
- Lucey, B.M., Tully, E., *The evolving relationship between gold and silver 1978–2002: Evidence from a dynamic cointegration analysis: A note*, IIS Discussion Paper January 2005, nr 55.
- McCown, J.R., Zimmerman, J.R., *Analysis of the investment potential and inflation hedging ability of precious metals*, Meinders School of Business, Oklahoma City University 2007.
- O’Connor, F.A., Lucey, B.M., Batten, J.A., Baur, D.G., *The financial economics of gold – a survey*, „International Review of Financial Analysis” 2015, nr 41.
- Paulo, A., Strzelska-Smakowska, B., *Rudy metali nieżelaznych i szlachetnych*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2000.
- Pierdzioch, C., Risse, M., Rohloff, S., *Cointegration of the process of gold and silver: RALS-based evidence*, „Finance Research Letters” 2015, nr 15.
- Pokrowiecki, R., Mielczarek, A., *Wybrane przykłady wykorzystania nano-cząsteczek srebra w procedurach medycznych*, „Nowa Stomatologia” 2012, nr 3.
- Rószkiewicz, M., *Sklonność Polaków do oszczędzania w świetle teorii finansów behawioralnych*, „Ekonomista” 2004, nr 5.
- Smyczek, S., *Modele zachowań konsumentów na rynku usług finansowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2007.
- Walczak, M., *Efektywność zdywersyfikowania portfela rynkowego GPW przy użyciu inwestycji w metale szlachetne*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia” 2012, nr 46(1).
- Węglewski, M., *Przebudzenie srebra*, „Newsweek” z 31.07.2010, <http://www.newsweek.pl/przebudzenie-srebra,62673,1,1.html> (data dostępu 25.04.2016).
- World Gold Council, <http://www.gold.org/> (data dostępu 25.04.2016).
- The Silver Institute and GFMS Thomson Reuters, *World Silver Survey 2015. A summary*, 2015, May.

*Słowa kluczowe:* złoto, srebro, inwestowanie, trackery, kointegracja

## **Gold silver ratio in the process of investing in precious metals in Poland**

### **Summary**

The paper employs an analysis of cointegration to investigate whether the gold silver ratio may be useful in the process of investment in gold and silver denominated in PLN and in structured certificates based on them. The obtained results indicate a lack of long-run relationship between the prices of gold and silver expressed in PLN as well as between trackers based on those metals quoted on the Warsaw Stock Exchange.

*Keywords:* gold, silver, investments, trackers, cointegration