

**Wawrzyniec Michalczyk**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: wawrzyniec.michalczyk@ue.wroc.pl

---

**ZMIENNOŚĆ KURSÓW NAJWAŻNIEJSZYCH  
KRYPTOWALUT ALTERNATYWNYCH NA TLE CENY  
BITCOINA W LATACH 2016-2017**

---

**THE VOLATILITY OF THE MOST IMPORTANT  
CRYPTOCURRENCIES' EXCHANGE RATES  
AGAINST THE BACKGROUND OF BITCOIN'S PRICE  
IN THE YEARS OF 2016-2017**

---

DOI: 10.15611/pn.2018.523.20

JEL Classification: F31, G15

**Streszczenie:** Celem artykułu jest dokonanie charakterystyki zmienności kursów najważniejszych kryptowalut alternatywnych (altcoinów) na tle bitcoina oraz wstępna ocena związków między nimi za pomocą współczynnika korelacji. Okres badawczy stanowią lata 2016-2017. Jako metodę zastosowano analizę statystyczną, uzupełnioną przez analizę literatury. Badanie potwierdziło, że najbardziej stabilną kryptowalutą jest bitcoin, co wiąże się z jego największą kapitalizacją i relatywnie długim okresem obecności na rynku. Widoczna przy różnych ujęciach, szczególnie w drugiej połowie badanego okresu, dodatnia korelacja pomiędzy cenami analizowanych walut wydaje się wynikać przede wszystkim z przyspieszenia tempa ich wzrostu. Brak jest z kolei uchwytnych na pierwszy rzut oka, wyraźnych i jednoznacznych związków kursów z ceną złota, ropy naftowej czy relacją euro względem dolara, co może potwierdzać oderwanie wartości walut wirtualnych od sfery realnej gospodarki.

**Słowa kluczowe:** kryptowaluty, bitcoin, altcoiny, kurs walutowy, waluty wirtualne.

**Summary:** The aim of the article is to characterise the volatility of exchange rates of the most important alternative cryptocurrencies (altcoins) on the background of the bitcoin and the preliminary assessment of relations between them, using the correlation coefficient. The years of 2016-2017 are the research period. Statistical analysis was used as a method, supplemented by literature analysis. The research confirmed that the bitcoin is the most stable cryptocurrency, which is connected with its largest capitalisation and a relatively long period of presence on the market. Visible at different approaches, especially in the second half of the research period, positive correlation between the prices of the analysed currencies seems to result primarily from the acceleration of their growth rate. In turn, there is a lack of clear and unambiguous relations between the exchange rates and the price of gold, crude oil or the rate of the euro against the dollar, which may confirm the break-up of virtual currencies' value from the real sphere of economy.

**Keywords:** cryptocurrencies, bitcoin, altcoins, exchange rate, virtual currencies.

## 1. Wstęp

Bitcoin i kryptowaluty alternatywne (altcoiny) stają się w ostatnich latach trwałym i coraz istotniejszym elementem finansów międzynarodowych. Z jednej strony stanowią one alternatywą wobec tradycyjnego pieniądza i niezależną od instytucji finansowych namiastkę środka płatniczego, a gwałtowne zmiany ich wartości pozwalają wielu inwestorom osiągać olbrzymie zyski. Z drugiej strony rodzą uzasadnione obawy przed możliwą utratą środków przez osoby nie do końca świadome ryzyka kursowego i przed wykorzystaniem ich do działań nielegalnych, takich jak pranie pieniędzy czy finansowanie terroryzmu.

Jednym z obszarów badawczych, które narodziły się wraz z powstaniem i rozwojem kryptowalut, jest poszukiwanie uzasadnienia dla często znacznych wahań ich kursów. Dokonywane jest to m.in. poprzez analizę związków pomiędzy ich cenami a innymi zmiennymi i zjawiskami gospodarczymi, szczególnie wartością najważniejszej z nich, tj. bitcoina. Celem niniejszego opracowania jest dokonanie charakterystyki zmienności kursów najważniejszych altcoinów właśnie na tle bitcoina oraz wstępna ocena związków między nimi za pomocą współczynnika korelacji. Okres badawczy stanowią dwa pełne lata: 2016 i 2017, wyznaczone, z jednej strony, przez dostępność danych w momencie przygotowywania niniejszego tekstu, a z drugiej – przez konieczność wzięcia pod uwagę ich odpowiednio dużej ilości. Jako metodę badawczą zastosowano analizę statystyczną, uzupełnioną – w stopniu dopuszczalnym wydawniczymi wymogami objętościowymi artykułu – przez analizę literatury.

## 2. Charakterystyka najważniejszych altcoinów

Bitcoin i altcoiny zaczęły pojawiać się w Internecie i gospodarce światowej pod koniec pierwszej dekady XXI wieku. W wąskim ujęciu przez ich pojęcie rozumie się cyfrowe (wirtualne) jednostki wartości (*unit of value*), będące tzw. kryptowalutami (*cryptocurrencies*). Są one odmianą walut wirtualnych (*virtual currency*), wykorzystującą szyfrowanie jako metodę weryfikacji autentyczności transakcji [He i in. 2016, s. 7-8]. Waluta wirtualna z kolei jest definiowana jako nieemitowana ani przez bank centralny, ani przez instytucję kredytową, ani przez instytucję pieniądza elektronicznego cyfrowa reprezentacja wartości, która w określonych warunkach może stanowić alternatywę dla tradycyjnych środków płatniczych [ECB 2015, s. 25]. Formalnie zatem nie są one przynajmniej obecnie uznawane za pieniądz, szczególnie elektroniczny – głównie ze względu na odrębny zakres regulacji i nadzoru, inną skalę ryzyka, brak emitenta, gwarancji odkupu czy odpowiednika realnego [Lis-Markiewicz, Nowak 2015, s. 85-86; Piotrowska 2015, s. 370].

Szersze spojrzenie na kryptowaluty pozwala natomiast określić je jako rozbudowane systemy informatyczne, opierające się na zazwyczaj zdecentralizowanej sieci

komputerowej o globalnym zasięgu, których zasadniczą funkcją jest umożliwienie użytkownikom dokonywania płatności. Szczegółowe rozwiązania służące weryfikacji i archiwizacji transakcji są zróżnicowane, jednak dominują tu technologie tzw. łańcucha bloków (*blockchain*) i tzw. rozproszonego rejestru (*distributed ledger*) [Piech (red.) 2017, s. 14-18; Przyłuska-Schmitt 2016, s. 138-140; Tu, Meredith 2015, s. 281; Xethalis i in. 2016, s. 4-7]. W zamian za udział komputerów w procesie szyfrowania i archiwizowania ich użytkownicy zazwyczaj otrzymują wynagrodzenie, pochodzące bądź z automatycznej emisji kryptowalut (tzw. wydobywania – *mining*), bądź z opłat osób dokonujących płatności.

Główną przesłankę pojawienia się zdecentralizowanych systemów płatniczych stanowiło dążenie ich twórców do uniezależnienia się od instytucji finansowych i stworzenia możliwości dokonywania transferów bez udziału tzw. zaufanej trzeciej strony (*trusted third party*). W tradycyjnych systemach pełni ona funkcję gwaranta rozliczenia, autentyczności i niepowtarzalności transakcji; w przypadku kryptowalut rolę takiego pośrednika przejmuje mechanizm szyfrujący i rejestr rozproszony po komputerach w sieci [Nakamoto 2008, s. 1; Tu, Meredith 2015, s. 281-282; Xethalis i in. 2016, s. 7]. Rezultat stanowi obniżenie kosztów przelewów i ułatwienie dokonywania mikropłatności. Oprócz tego, istotną przyczynę odcinania się użytkowników Internetu od systemu bankowego stanowiła jego kompromitacja przez kryzys globalny i spadek zaufania do niego, a także postępujące usieciowienie relacji społecznych i gospodarki. Ułatwieniem procesu powstawania coraz to nowszych kryptowalut jest otwarty kod źródłowy bitcoina, co sprawia, że bariery wejścia na rynek zdecentralizowanych usług płatniczych są znikome, a motywacja w postaci wizji powtórzenia sukcesu protoplasty – wysoka [Wiśniewska 2016, s. 4-5].

Do podstawowych cech większości systemów płatniczych opartych na kryptowalutach należą: przejrzystość (jawność rejestru), anonimowość (w mniejszym lub większym stopniu) i nieodwołalność transakcji. Te dwie ostatnie, w połączeniu z brakiem pośrednika i zagwarantowaniem przez mechanizmy szyfrujące niemożności podwójnego wydatkowania środków, sprawiają, że kryptowaluty odgrywają podobną rolę co gotówka [Kubasik 2017, s. 106-107], stanowiąc jej nowoczesny cyfrowy substytut, zaspokajający potrzebę posiadania przez społeczeństwo internetowe własnego pieniądza. Warto podkreślić jednak, że w przeciwieństwie do tradycyjnych środków płatniczych bitcoin i altcoiny są całkowicie oderwane od sfery realnej [Piotrowska 2015, s. 374], a ich wartość wynika wyłącznie z przekonania ich posiadaczy, że inne osoby będą je również cenić, używać, akceptować i zgłaszać na nie popyt [He i in. 2016, s. 9; Lis-Markiewicz, Nowak 2015, s. 52]. Między innymi z tego zjawiska – ale także z traktowania kryptowalut jako dobra o charakterze inwestycyjnym i spekulacyjnym, z relatywnej płytkości ich rynku czy z braku obecności na nim władz – wynika bardzo wysoki stopień zmienności ich kursów.

Powstaje pytanie, czy wobec braku związku z rzeczywistością gospodarczą i znacznej amplitudy wahań cen kryptowalut w ich przypadku możliwe jest stosowanie tradycyjnych metod analizy finansowej. Choć trudno na nie udzielić jedno-

znacznej odpowiedzi, wydaje się, że np. narzędzia analizy fundamentalnej mogą być wykorzystywane przynajmniej w pewnym, choć raczej ograniczonym zakresie. Można uwzględnić np. czynniki prawne, podatkowe, technologiczne, związane z bezpieczeństwem czy użytecznością zdecentralizowanych systemów płatniczych lub udziałem w rynku poszczególnych kryptowalut. Szersze zastosowanie ma tu analiza techniczna, identyfikacja i monitorowanie trendów i formacji kursów oraz zależności pomiędzy nimi, a także analiza behawioralna [Piotrowska 2015, s. 374-377].

Badanie zmienności kursów kryptowalut i korelacji między nimi należy rozpocząć od doboru próby. Jako punkt odniesienia przyjęto kurs bitcoina, a więc najważniejszej i najstarszej kryptowaluty, której udział w całkowitej kapitalizacji rynku wynosił na koniec 2017 r. ok. 40% [Cryptocurrency 2018]. Uznano, że znaczenie altcoinów zależy również od kwoty ich kapitalizacji, a także od czasu obecności w obrocie (giełdowym). Aby skupić się na analizie wyłącznie najważniejszych wirtualnych pieniędzy, przyjęto zatem, że kwota ta powinna być równa co najmniej 5 mld dol., a dany altcoin ma być notowany na giełdach przynajmniej od roku 2015. Warunki te spośród istniejących na koniec 2017 r. ok. 1350 kryptowalut [Cryptocurrency... 2018] spełniały następujące: bitcoin, ripple, ether, litecoin, xem, dash, lumen oraz monero (tab. 1).

**Tabela 1.** Kryptowaluty o kapitalizacji rynkowej w dniu 31.12.2017 wyższej niż 5 mld USD

Lp.	System	Waluta	Symbol	Kapitalizacja w mln dol.	Rok rozpoczęcia notowań
1	Bitcoin	bitcoin	BTC	220 903,9	2009
2	Ripple	ripple	XRP	82 199,9	2013
3	Ethereum	ether	ETH	69 767,5	2015
4	Bitcoin Cash	bitcoin cash	BCH	41 526,7	2017
5	Cardano	ada	ADA	18 030,1	2017
6	Litecoin	litecoin	LTC	12 000,9	2011
7	IOTA	mega iota	MIOTA	9 564,7	2017
8	NEM	xem	XEM	8 389,8	2015
9	Dash	dash	DASH	7 850,4	2014
10	Stellar	lumen	XLM	5 756,7	2014
11	Monero	monero	XMR	5 255,6	2014

Zacienowano waluty obecne na giełdach krócej niż dwa lata.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [Cryptocurrency... 2018].

Dla bitcoina, którego koncepcję opracowano w roku 2008, charakterystyczne jest jego „wydobycie” (emisja) – przez komputery biorące udział w procesie szyfrowania i weryfikacji transakcji – w coraz mniejszych ilościach, ograniczające docelową podaż waluty do 21 mln jednostek. Właściciele maszyn otrzymują z tej przyczyny również wynagrodzenie pochodzące z dobrowolnych opłat zlecających transakcji, przy czym im wyższą opłatę wnosi osoba dokonująca transferu,

tym większy priorytet ma dana płatność i tym krótszy jest czas oczekiwania na jej potwierdzenie. Ripple został z kolei powołany do życia w 2013 r. jako technologia służąca nie tylko szybkiemu przesyłaniu środków, ale także wymianie walut [Wiśniewska 2016, s. 6-7]. W odróżnieniu od bitcoina ripple'a się nie „wydobywa”, a jego podaż w wysokości 100 mld jednostek została wykreowana w momencie uruchomienia systemu i w przeważającej części jest wciąż w posiadaniu jego twórców. Warto też zauważyć, że sieć tej kryptowaluty opiera się głównie na instytucjach finansowych.

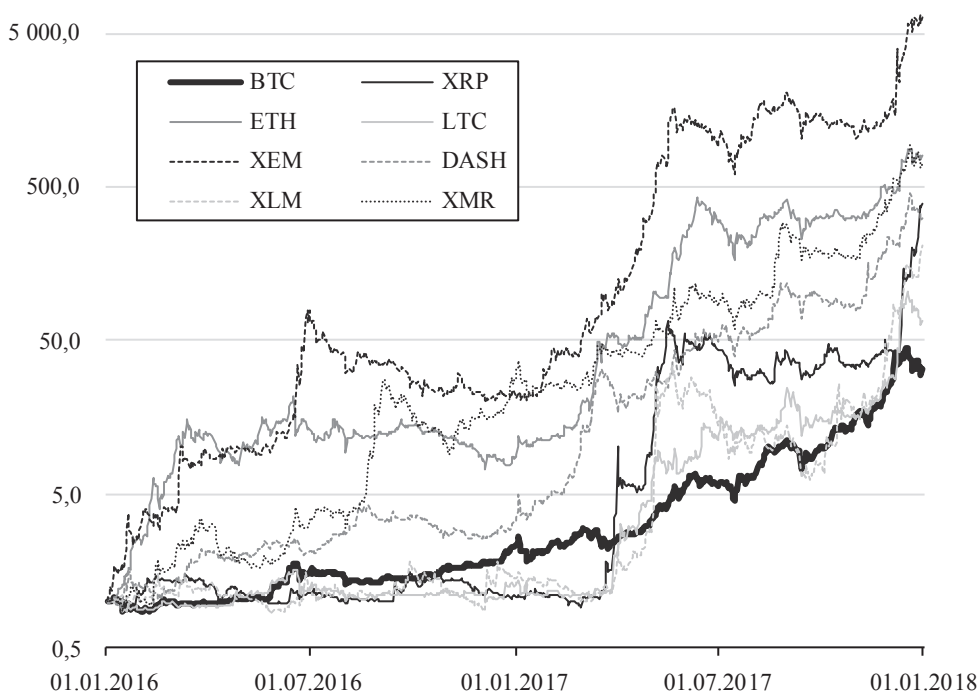
Ethereum jest systemem służącym tworzeniu zdecentralizowanych aplikacji o różnorodnym zastosowaniu [Wiśniewska 2016, s. 6-7], a w jego ramach została wprowadzona kryptowaluta o nazwie ether. „Wydobywa się” ją w procesie szyfrowania i mimo rocznego ograniczenia emisji jej docelowa podaż nie jest z góry określona. Litecoin jest utworzoną w 2011 r., jedną z pierwszych i najbardziej znanych kryptowalut alternatywnych. W konstrukcji jest bardzo zbliżony do bitcoina, ale ma uproszczony mechanizm szyfrujący, pozwalający na szybsze przetwarzanie transakcji, oraz zwiększoną całkowitą podaż. Nem jest walutą o nieco innej technologii, jej docelowa podaż została wyemitowana w momencie uruchomienia systemu, więc jedynym przychodem użytkowników komputerów szyfrujących są opłaty za transfery (tzw. zbieranie – *harvesting*). Dash, wcześniej nazywany darkcoinem, charakteryzuje się zwiększonym stopniem anonimowości, ponieważ oddziela transakcje od źródła pochodzenia środków [Kubasik 2017, s. 110]. Duży nacisk na anonimowość jest położony również w przypadku monero, który przy użyciu tzw. podpisów pierścieniowych, systemu poufnych transakcji i ukrytych adresów maskuje pochodzenie, kwotę i przeznaczenie przelewanych środków [Hileman, Rauchs 2017, s. 17]. Bazuje on na podobnych zasadach co bitcoin, jednak nie ma ograniczonej wielkości podaży. Natomiast lumen to jednostka w ramach sieci Stellar, funkcjonująca z wykorzystaniem protokołu ripple'a, ale z usprawnieniami przede wszystkim w zakresie sposobu potwierdzania transakcji.

### 3. Zmienność kursów kryptowalut

Charakterystyczny dla lat 2016-2017 był bardzo szybki, wręcz wykładniczy, wzrost wartości kursów analizowanych kryptowalut. Dotyczyło to szczególnie drugiej połowy badanego okresu, gdy tempo przyrostu relacji wymiennych wyraźnie przyspieszyło (rys. 1). Przykładowo cena bitcoina zwiększyła się z ok. 450 dol. na początku 2016 r. do 13 000-15 000 dol. na koniec 2017 r., a więc ponad trzydziestokrotnie. Co istotne i warte podkreślenia, kursy altcoinów wzrastały w znacznie większym, choć zróżnicowanym stopniu: ripple'a – ok. 300-400 razy, ethera – ok. 800 razy, litecoina – ok. 70 razy, xema – ok. 5000-6000 razy (!), dasha – ok. 300 razy, lumena – ok. 200 razy, a monero – ok. 700 razy. Oprócz tej długookresowej tendencji rosnącej można było także zaobserwować momenty znacznych, skokowych zwyżek cen alternatywnych kryptowalut – np. na przełomie kwietnia i maja

2017 r. ripple w ciągu 21 dni zwiększył swoją wartość ponad 11 razy, a xem przez ok. 40 dni – 13 razy; z kolei wartość monero pod koniec sierpnia 2016 r. przyrosła w 16 dni o ok. 450% (rys. 1).

Do oceny zmienności kursów powszechnie używany jest wskaźnik ERV (*Exchange Rate Volatility*), definiowany jako odchylenie standardowe logarytmów przyrostów relacji wymiennej w kolejnym roku, prognozowanych na podstawie danych z poprzedzających dwudziestu dni. Wartości tego miernika dla kryptowalut, zazwyczaj większe niż 0,5-1,0, znacznie jednak przekraczają te charakterystyczne dla tradycyjnych form pieniądza, które już na poziomie wyższym niż 0,1 oznaczają istotne rozchwianie kursu. Pomimo to wskaźnik ten pozwala na analizę porównawczą stabilności cen altcoinów i bitcoina.

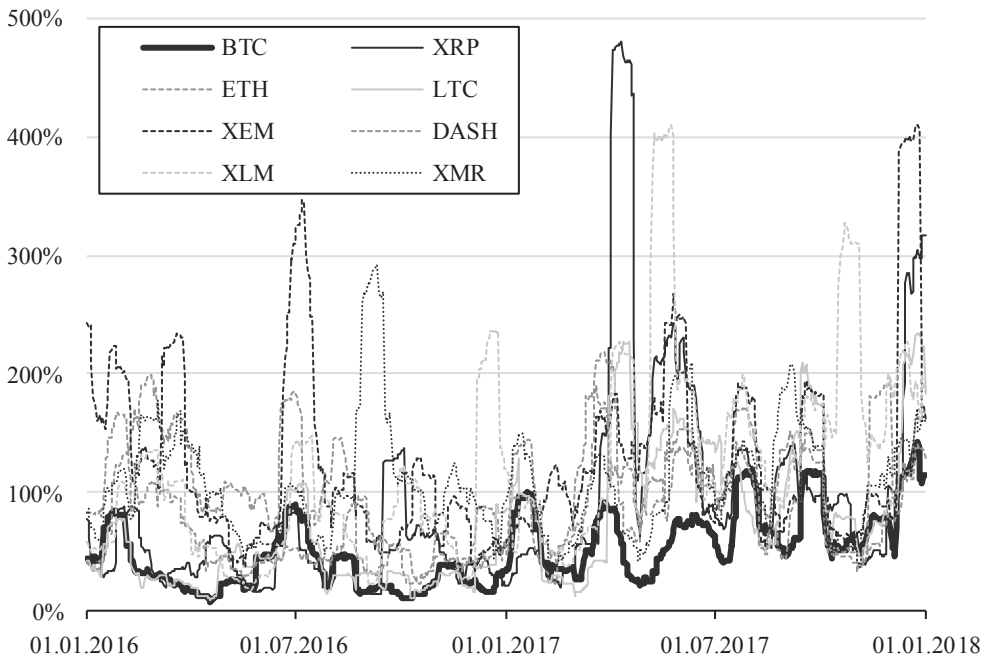


**Rys. 1.** Dzienny kurs zamknięcia najważniejszych kryptowalut względem dolara w latach 2016-2017 (kurs początkowy = 1; skala logarymiczna)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [Cryptocurrency 2018].

Do najważniejszych obserwacji z niej wynikających należy zaliczyć relatywnie niską zmienność wartości najważniejszej kryptowaluty (spostreżenie to potwierdzają także badania prowadzone przez B. Bayatiego [2018] i A. Madeirę [2018]). Charakterystyczne są też okresy znacznej destabilizacji kursów poszczególnych altcoinów. ERV obliczony dla bitcoina nie przekraczał w badanym okresie 1,5,

a przez zdecydowaną większość czasu (91% dni) kształtował się poniżej 1,0. Kurs ripple'a również pozostawał zazwyczaj względnie stabilny: przez 74% dni wartość wskaźnika była niższa niż 1,0, chociaż w kwietniu 2017 r. osiągnęła niespotykany pułap prawie 5,0. Podobne skoki ERV, przekraczające 4,0, można odnotować w przypadku xema i lumena. W przypadku tych walut, a także monero wskaźnik osiągał pułapy mniejsze niż 1,0 jedynie przez ok. połowę okresu. Odnośnie do pozostałych walut było to ok. 2/3 analizowanego przedziału czasu (rys. 2).



**Rys. 2.** Wskaźnik ERV dla kursów najważniejszych kryptowalut względem dolara w latach 2016-2017  
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych [Cryptocurrency 2018].

O wysokiej skali zmienności kursów kryptowalut decyduje fakt, że stanowią one dobra o charakterze głównie spekulacyjnym. Chociaż u źródeł powstania bitcoina i większości altcoinów leżało dążenie do stworzenia szybkich i tanich systemów płatniczych, to jednak obecnie podstawowym motywem kupowania kryptowalut jest chęć osiągnięcia łatwego (czasem tylko pozornie) zysku wynikającego z obserwowanego gwałtownego wzrostu ich cen. Wynika to zarówno z wciąż jeszcze niewielkiej skali rozpowszechnienia walut wirtualnych jako środka płatniczego, jak i z tzw. lęku przed pominięciem (*fear of missing out*), będącego przejawem dążenia – zwłaszcza bardzo młodych ludzi, zaznajomionych z najnowszymi technologiami, choć zazwyczaj nie z rynkiem finansowym – do naśladownictwa innych, którzy dzięki inwestowaniu w kryptowaluty zgromadzili znaczne majątki.

To, że bitcoin w porównaniu z altcoinami charakteryzuje się stosunkowo wyższą stabilnością kursu, jest spowodowane rozmiarami jego kapitalizacji. Zazwyczaj bowiem im rynek jest płytszy, tym bardziej podatny na ataki spekulacyjne i tym łatwiej cena ulega rozchwianiu. Warto też zwrócić uwagę, że na rynkach kryptowalut brak jest bardzo ważnego uczestnika rynków tradycyjnych pieniędzy, tj. władz, szczególnie monetarnych. Ponieważ waluty wirtualne nie mają konwencjonalnego emitenta, mało prawdopodobne są jakiegokolwiek interwencje stabilizacyjne, charakterystyczne dla środków płatniczych pochodzących z banków centralnych. Kryptowaluty wreszcie – ze względu na swoje oderwanie od sfery realnej – mają nieznaną wartość samoistną (*intrinsic value*), więc niełatwo jest je wycenić inaczej niż przez rynek i określić, do jakiego poziomu będzie dążyć kurs. Podnoszone są co prawda głosy, że wartość kryptowalut można próbować szacować, opierając się na ich użyteczności jako środka płatniczego i przechowywania wartości, będącej pochodną ich rozpowszechnienia (czy też np. stabilności) [Xethalis i in. 2016, s. 13; Piech 2017, s. 46], jednak tego typu przesłanki są bardzo trudne do kwantyfikacji, a gwałtowne przyrosty cen kryptowalut w badanym okresie z pewnością nie miały w nich uzasadnienia.

#### 4. Współzależności pomiędzy kursami kryptowalut i innymi zmiennymi

Analiza współzależności pomiędzy ceną bitcoina a kursami altcoinów z wykorzystaniem współczynnika korelacji wskazuje na wysoce silny, dodatni związek właściwie pomiędzy wszystkimi badanymi relacjami wymiennymi (tab. 2). Co jednak ciekawe, rozbieżność okresu na połowy pozwala zaobserwować, że korelacja w roku 2016 była bardzo niewielka; jej współczynnik osiągał wartość co najmniej 0,7 jedynie dla par bitcoin-monero i dash-monero. Z kolei w roku 2017 nie było pary o poziomie współczynnika korelacji niższym niż 0,7. Można na tej podstawie sformułować wniosek, że silna współzależność kursów kryptowalut wiązała się w istocie z obserwowanym od mniej więcej połowy analizowanego okresu zgodnym przyspieszeniem tempa wzrostu ich cen, któremu dodatkowo towarzyszył napływ na rynek nowego kapitału o znacznej wartości i wzrost popytu na wszystkie waluty wirtualne. Natomiast w czasie łagodniejszych przyrostów relacji wymiennych korelacja była słabsza. To z kolei wydaje się wynikać z traktowania kryptowalut przez inwestorów jako substytutów – w momentach niewielkiego dopływu nowych środków na rynek wzrost popytu na jedne altcoiny (i ich cen) odbywa się kosztem spadku zakupów (i kursów) innych, co skutkuje przesunięciem poziomu współczynnika korelacji ku wartościom ujemnym. Ostateczna siła współzależności jest zatem wypadkową m.in. tych dwóch tendencji.

Warto zaznaczyć, że przyjęcie jako zmiennych logarytmów przyrostów kursu zamiast ich wartości sprawia, że poziomy współczynniki korelacji obniżają się znacznie, choć wciąż pozostają dodatnie. Poza parą BTC/USD i LTC/USD w 2016 r.,



w żadnym przypadku już nie przekraczają 0,7. Do podobnych rezultatów, wskazujących przy takim podejściu na ogólnie umiarkowany stopień dodatniej korelacji pomiędzy kursami kryptowalut, prowadzą analizy dokonywane przez B. Bayatiego [2018].

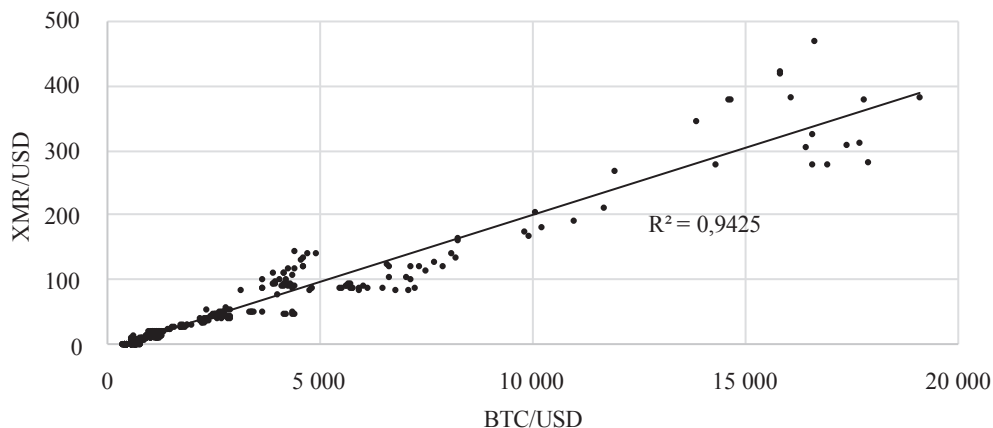
**Tabela 2.** Współczynniki korelacji pomiędzy kursami najważniejszych kryptowalut, kursem euro, ceną złota, ceną ropy (w dol.) i indeksem S&P500 w latach 2016-2017

Okres	Waluta	Zmienna, względem której obliczono współczynnik korelacji											
		BTC	XRP	ETH	LTC	XEM	DASH	XLM	XMR	euro	złoto	ropa	S&P
2016-2017	BTC	–	0,78	0,91	0,93	0,89	0,96	0,89	0,97	0,61	0,17	0,52	0,73
	XRP	0,78	–	0,85	0,85	0,93	0,85	0,90	0,84	0,53	0,16	0,38	0,63
	ETH	0,91	0,85	–	0,90	0,94	0,94	0,83	0,92	0,72	0,23	0,45	0,80
	LTC	0,93	0,85	0,90	–	0,93	0,95	0,93	0,95	0,57	0,15	0,43	0,64
	XEM	0,89	0,93	0,94	0,93	–	0,94	0,91	0,93	0,64	0,20	0,43	0,71
	DASH	0,96	0,85	0,94	0,95	0,94	–	0,91	0,99	0,63	0,19	0,49	0,73
	XLM	0,89	0,90	0,83	0,93	0,91	0,91	–	0,92	0,45	0,10	0,40	0,57
	XMR	0,97	0,84	0,92	0,95	0,93	0,99	0,92	–	0,60	0,18	0,50	0,71
2016	BTC	–	0,01	0,36	0,61	0,60	0,64	0,31	0,71	–0,55	0,15	0,75	0,80
	XRP	0,01	–	0,12	–0,23	–0,12	–0,02	0,50	0,16	–0,06	0,07	–0,06	–0,06
	ETH	0,36	0,12	–	0,61	0,49	0,61	0,05	0,22	0,37	0,72	0,64	0,53
	LTC	0,61	–0,23	0,61	–	0,43	0,40	–0,18	0,21	0,01	0,34	0,66	0,46
	XEM	0,60	–0,12	0,49	0,43	–	0,63	0,17	0,36	–0,03	0,66	0,52	0,59
	DASH	0,64	–0,02	0,61	0,40	0,63	–	0,30	0,70	0,00	0,54	0,73	0,82
	XLM	0,31	0,50	0,05	–0,18	0,17	0,30	–	0,48	–0,29	–0,02	0,22	0,28
	XMR	0,71	0,16	0,22	0,21	0,36	0,70	0,48	–	–0,43	0,07	0,55	0,68
2017	BTC	–	0,71	0,88	0,92	0,84	0,95	0,88	0,96	0,64	0,35	0,60	0,87
	XRP	0,71	–	0,80	0,81	0,91	0,80	0,88	0,79	0,52	0,32	0,29	0,65
	ETH	0,88	0,80	–	0,89	0,92	0,92	0,82	0,90	0,81	0,52	0,28	0,89
	LTC	0,92	0,81	0,89	–	0,92	0,94	0,92	0,94	0,58	0,30	0,46	0,77
	XEM	0,84	0,91	0,92	0,92	–	0,91	0,90	0,91	0,68	0,44	0,33	0,77
	DASH	0,95	0,80	0,92	0,94	0,91	–	0,90	0,99	0,67	0,41	0,53	0,85
	XLM	0,88	0,88	0,82	0,92	0,90	0,90	–	0,91	0,43	0,19	0,48	0,68
	XMR	0,96	0,79	0,90	0,94	0,91	0,99	0,91	–	0,63	0,39	0,56	0,82

Zacieniowano współczynniki korelacji większe lub równe 0,7.

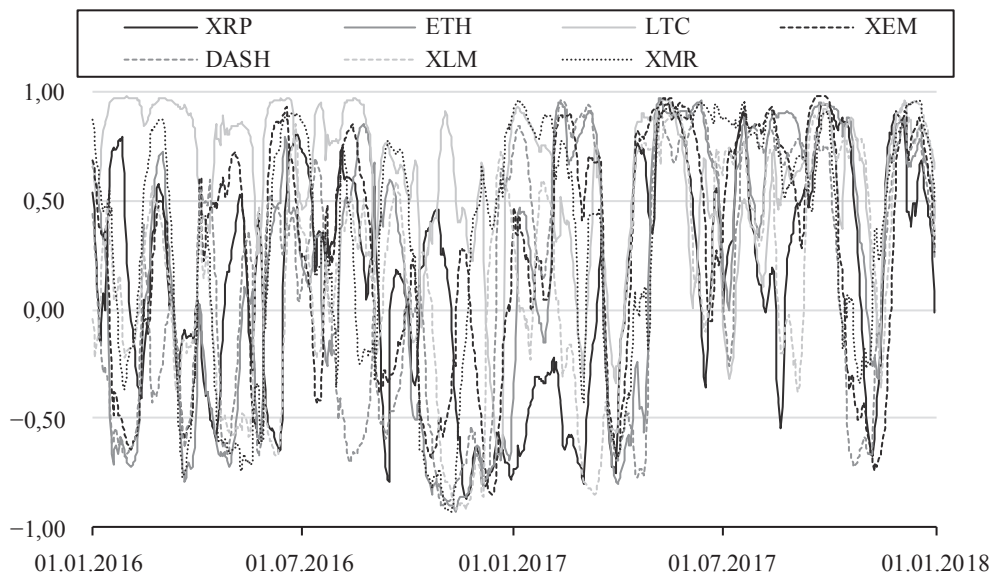
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych [Cryptocurrency... 2018; Stooq 2018].

Chociaż w założeniach kryptowaluty są oderwane od sfery realnej, to zachowania inwestorów mogą powodować wystąpienie współzależności także z cenami towarów, wartościami indeksów giełdowych czy kursami walut tradycyjnych. Analiza korelacji pomiędzy relacjami wymiennymi bitcoina i altcoinów a kursem euro, ceną złota i ropy naftowej oraz indeksem S&P500 wskazuje jednak na silne związki jedynie z tą ostatnią zmienną (tab. 2). Warto odnotowania są też wysokie (powyżej 0,7) wartości współczynnika dla kursów ETH/USD i EUR/USD, a w 2016 r. – dla par: kurs ethera i cena złota, cena ropy naftowej i relacja wymienna bitcoina oraz cena ropy i wartość dasha.



**Rys. 3.** Wykres punktowy zależności pomiędzy kursem bitcoina (BTC) i monero (XMR) w latach 2016-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [Cryptocurrency 2018].



**Rys. 4.** Współczynniki korelacji pomiędzy kursami najważniejszych altcoinów a kursem bitcoina względem dolara w poprzedzającym miesiącu w latach 2016-2017

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych [Cryptocurrency 2018].

Wspomniane kursy bitcoina i monero względem dolara charakteryzowała najsilniejsza współzależność spośród wszystkich analizowanych walut – nie tylko

w roku 2016, gdy współczynnik korelacji wyniósł 0,71, ale także w całym badanym okresie (współczynnik równy 0,97). Ich przedstawienie na wykresie punktowym pozwala na potwierdzenie tej obserwacji (rys. 3). Linię regresji charakteryzuje wysoki stopień dopasowania, współczynnik determinacji  $R^2$  jest równy 0,94.

**Tabela 3.** Częstotliwość przyjmowania poszczególnych wartości przez współczynnik korelacji pomiędzy kursami najważniejszych altcoinów a kursem bitcoina względem dolara w poprzedzającym miesiącu w latach 2016-2017 (w %)

Waluta	Przedział wartości współczynnika korelacji					Średnia wartość współczynnika korelacji
	[-1; -0,7]	(-0,7; -0,5]	(-0,5; 0,5)	[0,5; 0,7)	[0,7; 1,0]	
Ripple	6,57	10,67	55,27	11,22	16,28	0,12
Ether	11,90	10,94	36,11	12,72	28,32	0,18
Litecoin	0,00	1,23	29,96	18,06	50,75	0,61
Xem	2,46	11,49	44,60	12,04	29,41	0,26
Dash	6,84	18,47	38,85	10,12	25,72	0,11
Lumen	7,80	6,70	55,13	9,30	21,07	0,16
Monero	5,61	7,11	36,66	12,72	37,89	0,33

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych [Cryptocurrency 2018].

Pogłębienie analizy o obliczenie wartości współczynników korelacji pomiędzy kursami altcoinów i bitcoina w odniesieniu do dolara dla danych z okresów miesięcznych pozwala na dodatkowe spostrzeżenia. Przede wszystkim, chociaż poziomy współczynnika ulegają istotnym fluktuacjom – i nawet zmianom znaku – w przypadku wszystkich walut, to mniej więcej od drugiego kwartału 2017 r. można zauważyć ich istotne przesunięcie w kierunku 1,00 oraz coraz większą zgodność (rys. 4). Dodatkowo analiza częstotliwości przyjmowania poszczególnych wartości przez współczynnik korelacji wskazuje na najsilniejszy związek kursu bitcoina z litecoinem, w przypadku którego przez ponad połowę badanego okresu współczynnik był równy co najmniej 0,7. Na uwagę zasługuje również monero, odnośnie do którego analogiczna częstotliwość była równa ok. 40% (tab. 3).

## 5. Zakończenie

Przeprowadzona analiza zmienności kursów najważniejszych kryptowalut i korelacji między nimi potwierdza, że najbardziej stabilną z nich jest bitcoin, co wiąże się z jego największą kapitalizacją i relatywnie długim okresem obecności na rynku. O ile w latach 2016-2017 wszystkie analizowane waluty charakteryzowały się momentami istotnego wzrostu skali zmian ich wartości, o tyle w przypadku altcoinów można było obserwować znacznie większe niż w odniesieniu do ich protoplasty, często skokowe przyrosty kursów.

Widoczna przy różnych ujęciach, szczególnie w drugiej połowie badanego okresu, dodatnia korelacja pomiędzy cenami kryptowalut wydaje się wynikać przede wszystkim z przyspieszenia tempa ich zwiększania się. Brak jest z kolei uchwytanych na pierwszy rzut oka, wyraźnych i jednoznacznych związków kursów z ceną złota, ropy naftowej czy relacją euro względem dolara, co może, z jednej strony, potwierdzać oderwanie wartości walut wirtualnych od sfery realnej gospodarki. W tym kontekście obserwowaną silną korelację ich cen z indeksem S&P500 należy z kolei uzasadnić jego istotnym obciążeniem spekulacją i wpływem na niego podobnych czynników co w przypadku kursów kryptowalut, tj. mających swoje źródło nie w faktycznej kondycji gospodarki, a w nastrojach inwestorów.

## Literatura

- Bayati B., 2018, *Sifr Data – Cryptocurrency Analytics, Simulations, Data, & Visualizations*, <http://www.sifrddata.com>, 01.02.2018.
- Cryptocurrency Market Capitalizations*, 2018, <http://coinmarketcap.com>, 01.02.2018.
- ECB, 2015, *Virtual Currency Schemes – a Further Analysis*, Frankfurt am Main, European Central Bank.
- He D., Habermeier K., Leckow R., Haksar V., Almeida Y., Kashima M., Kyriakos-Saad N., Oura H., Sedik T.S., Stetsenko N., Verdugo-Yepes C., 2016, *Virtual Currencies and Beyond: Initial Considerations*, Washington, International Monetary Fund.
- Hileman G., Rauchs M., 2017, *Global Cryptocurrency Benchmarking Study*, Cambridge, University of Cambridge.
- Kubasik J., 2017, *Bitcoin i inne kryptowaluty – dokąd zmierzają?*, „Ekonomiczne Problemy Usług” nr 1, t. 2, s. 105-113.
- Lis-Markiewicz P., Nowak Sz., 2015, *Bitcoin. Przyszłość inwestowania*, Warszawa, Wyd. Naukowe PWN.
- Madeira A., 2018, *5 Things You Need to Know About Bitcoin Volatility*, <http://www.cryptocompare.com/coins/guides/5-things-you-need-to-know-about-bitcoin-volatility>, 01.02.2018.
- Nakamoto S., 2008, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 01.02.2018.
- Piech K. (red.), 2017, *Podstawy korzystania z walut cyfrowych*, Warszawa, Instytut Wiedzy i Innowacji.
- Piotrowska A., 2015, *Czynniki oceny opłacalności inwestycji w kryptowalutę bitcoin*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 862, s. 369-378.
- Przyłuska-Schmitt J., 2016, *Bitcoin – intrygująca innowacja*, Bank i Kredyt, nr 47, s. 137-142.
- Stooq, 2018, <http://stooq.pl>, 01.02.2018.
- Tu K.V., Meredith M.W., 2015, *Rethinking virtual currency regulation in the bitcoin age*, Washington Law Review, vol. 90, s. 271-347.
- Wiśniewska A., 2016, *Alternatywne kryptowaluty*, Institute of Economic Research Working Papers, nr 14, s. 2-12.
- Xethalis G.E., Moriarty K.H., Claassen R., Levy J.B., 2016, *An Introduction to Bitcoin and Blockchain Technology*, Kaye Scholer, New York.