

Model ekonometryczny kursu bitcoina

Monika Błażewicz*

Streszczenie: *Cel* – Celem budowy modelu będzie określenie zależności ilościowych pomiędzy zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi. W pracy zostanie wykorzystany model liniowy z dwiema zmiennymi objaśniającymi. Przyjęto hipotezę wystąpienia autokorelacji pomiędzy kursem bitcoina, który wobec dolara amerykańskiego jest zmienną objaśnianą, a stopą inflacji oraz stopą wzrostu PKB (Produkt Krajowy Brutto) Stanów Zjednoczonych, które są zmiennymi objaśniającymi.

Metodologia badania – Do określenia parametrów modelu wykorzystano metodę regresji liniowej wielorakiej o charakterze klasycznym. Wszystkie obliczenia dotyczące budowy modelu ekonometrycznego wykonano w programie Excel. Parametry modelu wyliczono za pomocą funkcji REGLINP. Do weryfikacji modelu wykorzystano funkcję regresji i korelacji z zakładki Excel: analiza danych.

Wynik – Wartości makroekonomiczne, takie jak stopa inflacji oraz stopa wzrostu PKB w zbudowanym modelu ekonometrycznym, były zmiennymi objaśniającymi. Są jednymi z najważniejszych wielkości egzogenicznych wpływających na wartość walut, które wyjaśniają jedynie 13% zmienności wartości bitcoina. Otrzymany wynik potwierdza konieczność przyjęcia hipotezy zerowej o nieistotności czynników objaśniających.

Oryginalność/wartość – Strony internetowe pozwalają na znalezienie różnych informacji na temat idei bitcoina, począwszy od jego historii, a kończąc na instrukcji założenia własnego portfela, brakuje natomiast próby budowy modelu ekonometrycznego bitcoina.

Słowa kluczowe: bitcoin, model ekonometryczny, zmienne objaśniające

Wprowadzenie

Bitcoin, który jest również określany jako zdecentralizowana waluta internetu, staje się coraz popularniejszy. Powodem jest niska bariera dostępu, anonimowość jego posiadaczy oraz transfer środków pomiędzy użytkownikami, odbywający się bez inicjatywy żadnej instytucji kontrolującej czy pośredniczącej. Brak jednostki nadzorującej odróżnia transakcje przy użyciu bitcoina od wszystkich pozostałych, odbywających się za pośrednictwem różnych walut. Dostarcza to możliwość zmniejszenia, a czasem braku prowizji czy nawet dokonywania wypłaty lub obrotu swoimi środkami w sytuacji wprowadzenia restrykcji przez państwo. Zarówno na stronach internetowych, jak i w mediach można znaleźć informacje na temat bitcoina, jednak często te dane zawężają się do podstawowych notyfikacji, brakuje natomiast próby budowy modelu ekonometrycznego, gdzie zmienną objaśnianą będzie kurs bitcoina wobec dolara amerykańskiego.

* Monika Błażewicz, Doktorantka Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, e-mail: blazewiczmonika@o2.pl.

Model ekonometryczny bitcoina zostanie stworzy w czterech etapach:

- Etap I – specyfikacja zmiennych wraz z gromadzeniem danych,
- Etap II – wybór klasy modelu,
- Etap III – estymacja paramentów strukturalnych,
- Etap IV – weryfikacja modelu (Gładysz, Mercik 2007: 7–11).

Zmienna objaśniana – kurs bitcoina – oraz zmienne objaśniające zostaną podane od czwartego kwartału 2011 r. do pierwszego kwartału 2015 roku. Nie zostaną uwzględnione pierwsze lata istnienia bitcoina z powodu niskiej wartości jego notowań.

Dane dotyczące zmiennej objaśnianej są zawarte na stronie internetowej <http://pl.investing.com/currencies/btc-usd>, natomiast do określenia wielkości zmiennych objaśniających posłużono się stroną internetową www.bea.gov.

1. Charakterystyka kursu bitcoina

W 2009 roku został opisany przez Satoshi'ego Nakamoto projekt bitcoina, który początkowo nie cieszył się dużą popularnością i był traktowany jako forma rozrywki, jednak z upływem czasu coraz większa liczba osób zaczęła go wykorzystywać nie tylko jako inwestycję, ale również jako środek płatniczy. Projekt bitcoin jest często określany jako kryptowaluta, ponieważ algorytmy szyfrujące i działania matematyczne zaczerpnięte z kryptografii stanowią podstawę działania bitcoina. Można również spotkać się z określeniem, że bitcoin to waluta internetu, gdyż miejscem, w którym dochodzi do jego obrotu, jest w większości przypadków Internet (Szymankiewicz 2014: 12–16).

Aby dana jednostka monetarna stała się walutą międzynarodową, musi pełnić m.in. funkcje środka wymiany (pośrednictwa w transakcjach), wymiany na inne waluty, rozliczeniową oraz tezauryzacji (Begg i in. 2011: 113–115). Bitcoin może być środkiem wymiany oraz jednostką rozliczeniową, ponieważ za określoną jednostkę bitcoina można na przykład kupić filiżankę herbaty w kawiarni w Toruniu albo prowadzić rozliczenia. Bitcoin pełni również funkcje środka przechowywania wartości.

Dzisiaj zapisy cyfrowe na kontach elektronicznych (bitcoin) mogą mieć większą trwałość niż papierowy pieniądz. Przymiot standardowości jest cechą określającą bitcoina, gdyż niezależnie od posiadacza kryptowaluty wartość, jaką można za nią uzyskać, jest identyczna (*Ekonomia dla prawników...* 2005: 324–325).

Na kurs danej waluty (cena jednej waluty wyrażona w innej walucie), niezależnie od kraju jej pochodzenia, wpływają zarówno wartości makro-, jak i mikroekonomiczne. Czynniki endogeniczne mają swoje korzenie w psychologii uczestników rynku oraz wpływają na kurs walutowy w krótkim okresie. Duże znaczenie ma nieformalny przepływ informacji i reakcje uczestników o podłożu psychologicznym. Czynniki egzogeniczne są zmiennymi realnymi i wywierają wpływ na kurs walutowy w długim przedziale czasu. Jednymi z najważniejszych czynników oddziałujących na długoterminowy trend wartości waluty to stopa inflacji oraz stopa wzrostu PKB, dlatego w dalszej części artykułu zostaną one

wykorzystane jako zmienne objaśniające w próbie określenia autokorelacji ze zmienną objaśnianą (*Międzynarodowe stosunki...* 2013: 200). Zbudowanie modelu ekonometrycznego pozwoli na wyjaśnienie, czy czynniki makroekonomiczne, które mają długofalowy wpływ na kursy walut, rzutują również na notowania bitcoina. W tabeli 1 podano kurs bitcoina od 4 kwartału 2011 roku do 1 kwartału 2015 roku.

Tabela 1

Wartość bitcoina wyrażona w walucie USD

Okres	Btc średni kurs kwartału	Kurs bitcoina w 1 kwartale 2014 = 100 (%)
4 kw. 2011	3,20	0,39
1 kw. 2012	5,90	0,72
2 kw. 2012	4,87	0,60
3 kw. 2012	7,75	0,95
4 kw. 2012	11,48	1,41
1 kw. 2013	15,28	1,87
2 kw. 2013	121,71	14,92
3 kw. 2013	83,90	10,28
4 kw. 2013	149,27	18,30
1 kw. 2014	815,78	100,00
2 kw. 2014	455,57	55,84
3 kw. 2014	611,11	74,91
4 kw. 2014	358,33	43,92
1 kw. 2015	245,70	30,12

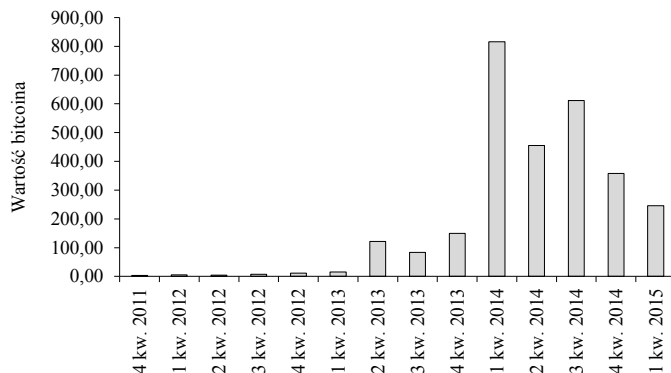
Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://pl.investing.com/currencies/btc-usd>.

W tabeli 1 przedstawiono kwotowanie bitcoina wyrażone w walucie USD. Dane historyczne zostały pobrane z portalu, na którym można założyć swój portfel i dzięki niemu nie tylko dokonywać transakcji kupna i sprzedaży, ale także odczytywać kurs kryptowaluty za minione okresy. Dla lepszej charakterystyki zmiennej objaśnianej, w tabeli przedstawiono również wartości bitcoina w postaci jednopodstawowych wskaźników dynamiki, przy czym przyjęto kurs w 1 kwartale 2014 roku za 100%.

Można wyróżnić dwa podokresy kształtowania się kursu bitcoina. Pierwszy od ostatniego kwartału 2011 roku do końca pierwszego kwartału 2014 roku i drugi – od drugiego kwartału 2014 roku do pierwszego kwartału 2015 roku. W pierwszym podokresie początkowo wartość bitcoina wyrażona w dolarze amerykańskim wynosiła 3,20 USD i stopniowo wzrastała aż do przełomu lat 2013 i 2014, gdzie wartość bitcoina osiągnęła wartość 815,78 USD. W tym okresie bitcoin zaczął świecić swoje triumfy popularności nie tylko z powodu dużych zarobków inwestorów, lecz także wątku cypryjskiego (blokady bankomatów) oraz dyskusji w wielu krajach (Szymankiewicz 2014: 25–29). Duże zainteresowanie mediów kryptowalutą bitcoin przyczyniło się również do zwiększenia liczby jej posiadaczy. Na przełomie 2013 roku i 2014 roku notowania bitcoina osiągnęły historyczne maksimum.

W drugim podokresie wartości bitcoina wykazały tendencje spadkową. Kurs bitcoina w stosunku do wartości z ostatniego kwartału 2011 roku ukształtował się na znacznie wyższym poziomie, jednak jego notowania systematycznie spadały – z jednym wyjątkiem, kiedy wartość wyniosła 611,11 UDS (3 kwartał 2014 r.).

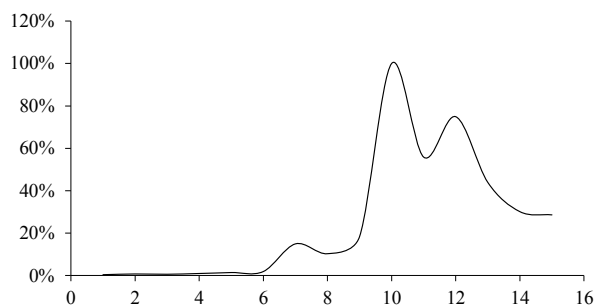
Rysunek 1 w sposób graficzny odzwierciedla zjawisko ukształtowania się dwóch podokresów.



Rysunek 1. Kurs bitcoina (btc/usd)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://pl.investing.com/currencies/btc-usd>.

Na rysunku 2 przedstawiono wartość bitcoina wyrażoną za pomocą jednopodstawowych wskaźników dynamiki.



Rysunek 2. Jednostopniowe wskaźniki dynamiki kursu bitcoina (1 kwartał 2014 r. = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://pl.investing.com/currencies/btc-usd>.

Na rysunku 2 badany okres wyraźnie dzieli się na dwa podokresy. Pierwszy z nich od czwartego kwartału 2011 roku do pierwszego kwartału 2014 roku o znacznie niższej

średniej wartości bitcoina i kolejny – od drugiego kwartału 2014 roku do drugiego kwartału 2015 roku o zdecydowanie wyższej średniej cenie kryptowaluty.

2. Model ekonometryczny z dwoma zmiennymi objaśniającymi

W celu zbadania stopnia dopasowania modelu do danych rzeczywistych, zostaną poddane weryfikacji dwa czynniki egzogeniczne, które mają długoterminowy wpływ na wartość walut. Zmienną objaśnianą będzie kurs bitcoina. Zmiennymi objaśniającymi będą:

- stopa inflacji,
- stopa wzrostu PKB.

Dokonano wyboru wartości zmiennych dla gospodarki amerykańskiej, ponieważ gospodarka tego kraju jest najbardziej rozwiniętą gospodarką na świecie. Kolejnym argumentem przemawiającym za zastosowaniem takich wartości jest fakt, iż dolar amerykański jest walutą światową najczęściej występującą w transakcjach walutowych (*Analiza kursu...* 2009: 21–22).

Tabela 2

Zmienne objaśniające (%)

Okres	Stopa inflacji	Stopa wzrostu PKB
4 kwartał 2011	3,60	4,60
1 kwartał 2012	2,93	2,30
2 kwartał 2012	2,23	1,60
3 kwartał 2012	1,60	2,50
4 kwartał 2012	2,00	0,10
1 kwartał 2013	1,57	2,70
2 kwartał 2013	1,33	1,80
3 kwartał 2013	1,77	4,50
4 kwartał 2013	1,13	3,50
1 kwartał 2014	1,20	-2,10
2 kwartał 2014	1,87	4,60
3 kwartał 2014	1,90	5,00
4 kwartał 2014	1,57	2,20
1 kwartał 2015	0,23	0,20

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.bea.gov.

W tabeli 2 znajdują się wartości dwóch czynników, które są zmiennymi objaśniającymi. Dane zawarte w tabeli obejmują przedział czasowy od czwartego kwartału 2011 roku do pierwszego kwartału 2015 roku w Stanach Zjednoczonych. Przyjęto hipotezę wystąpienia autokorelacji pomiędzy kursem bitcoina, który jest zmienną objaśnianą a stopą inflacji oraz stopą wzrostu PKB Stanów Zjednoczonych, które są zmiennymi objaśniającymi. Model ekonometryczny jest funkcją liniową o wielu zmiennych, która ma postać:

$$B_t = a_1x_{1t} + a_2x_{2t} + a_0 \quad (1)$$

gdzie:

B_t – kurs bitcoina w kwartale t ,

x_{1t} – stopa inflacji w kwartale t ,

x_{2t} – stopa wzrostu PKB w kwartale t ,

a_0 – wyraz wolny,

a_1 do a_2 – współczynniki modelu ekonometrycznego – parametry zmiennych objaśniających (Gładzys, Mercik 2007: 12).

Do wykonywania wszystkich niezbędnych obliczeń wykorzystano program Excel. Wyznaczenie współczynników modelu ekonometrycznego metodą najmniejszych kwadratów nastąpiło za pomocą funkcji REGLINP, a weryfikacja modelu za pomocą funkcji regresji i korelacji. Wyniki zastosowanych funkcji zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3

Parametry modelu ekonometrycznego

Parametry modelu	Stopa inflacji	Stopa wzrostu PKB	Wyraz wolny		
Współczynniki	-891,0186476	-10472,30756	414,245744		
Statystyki regresji	wartości				
Wielokrotność R	0,357797067				
R kwadrat	0,128018741				
Dopasowany R kwadrat	-0,030523306				
Błąd standardowy	264,6259235				
Obserwacje	14				
Analiza wariancji	wartości				
	df	SS	MS	F	Istotność F
Regresja	2	113089,9105	56544,9552	0,807475	0,470748917
Resztkowy	11	770295,6732	70026,8794		
Razem	13	883385,5837			
	t Stat	wartość-p			
Przecięcie	2,321389703	0,040478597			
stopa inflacji	-1,037143172	0,321930963			
Stopa wzrostu pkb	-0,223041828	0,827590673			

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie zawartych danych w tabeli możemy wyznaczyć model:

$$B_t = -891,02x_{1t} - 10472,31x_{2t} + 414,25 \quad (2)$$

W badanym modelu ekonometrycznym zostało przyjęte założenie *ceteris paribus*, czyli o niezmienności pozostałych zmiennych objaśniających w czasie omawiania wielkości współczynnika.

Pod wpływem zmiany wartości stopy inflacji o jeden punkt procentowy, wartość bitcoina zmieni się o $-891,02$ USD. Gdy stopa wzrostu PKB zmieni się o jeden punkt procentowy, to spowoduje to zmianę wartości bitcoina o $-10472,31$ USD.

Kolejnym etapem jest weryfikacja zbudowanego modelu ekonometrycznego, czyli oszacowania stopnia dopasowania do rzeczywistości. Do sprawdzania modelu zastosowano analizę korelacji i regresji, której wyniki znajdują się w tabeli 3. Model zostanie zbadany na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Dopasowanie modelu do danych empirycznych jest słabe. Współczynnik R^2 , który jest najważniejszym wskaźnikiem dopasowania, wynosi około $0,13$. Taki niski wskaźnik oznacza, że zbudowany model ekonometryczny wyjaśnia tylko 13% zmienności kursu bitcoina.

Następnym etapem jest poddanie weryfikacji istotności układu współczynników regresji. Na podstawie danych zawartych w tabeli 3 stawiamy hipotezę zerową o nieistotności układu współczynników regresji. Wartość empiryczna statystyki wynosi $F = 0,81$. Wartość krytyczna wynosi $0,47$ według rozkład F Snedecora dla poziomu istotności $0,05$ i stopni swobody $\nu_1 = 2$ i $\nu_2 = 11$, zatem $F > F_{kryt}$. Należy przyjąć hipotezę, że przynajmniej jeden współczynnik nie jest równy zero i można odrzucić hipotezę zerową.

Kolejna próba weryfikacji istotności poszczególnych współczynników regresji będzie odbywała się za pomocą rozkładu testu t-studenta. Przy założeniu poziomu istotności 5% oraz stopnia swobody równego 11 , wartość krytyczna rozkładu t-studenta wynosi $2,2010$ (Barczak, Biolik 1998: 159). Należy przyjąć hipotezę zerową o nieistotności tych zmiennych objaśniających, ponieważ zachodzi zależność $t_{kryt} > t$. Dane empiryczne wartości p wynoszą odpowiednio $0,32$ i $0,83$ i są wyższe od przyjętego współczynnika istotności α , czyli na tej podstawie można przyjąć hipotezę zerową o ich nieistotności. Tym samym należy odrzucić hipotezę, że są istotne.

Ostatnim etapem jest sprawdzenie współliniowości zmiennych objaśniających (stopa inflacji oraz stopa wzrostu PKB). Obliczeń dokonano za pomocą wbudowanej funkcji korelacji w Excelu. Otrzymane wyniki zostały przedstawione w tabeli 4.

Tabela 4

Korelacja pomiędzy zmiennymi objaśniającymi

	Kurs bitcoina	Stopa inflacji	Stopa wzrostu PKB
Kurs bitcoina	1		
Stopa inflacji	$-0,352243089$	1	
Stopa wzrostu PKB	$-0,206759763$	$0,42565818$	1

Źródło: opracowanie własne.

Z danych zawartych w tabeli należy wyciągnąć wnioski, iż nie istnieje korelacja pomiędzy zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi. Współczynnik korelacji dla stopy inflacji i stopa wzrostu PKB, podany w tabeli 4, kształtuje się na niskim poziomie.

Uwagi końcowe

Cel artykułu został zrealizowany. Stworzono model ekonometryczny, który miał wyjaśnić występowanie zależności pomiędzy kursem bitcoina, czyli zmienną objaśnianą, a zmiennymi objaśniającymi, czyli stopą inflacji i stopą wzrostu PKB. Dokonano dyskonfirmacji hipotezy występowania autokorelacji pomiędzy zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi przyjętymi w artykule.

Zbudowany model ekonometryczny jest funkcją liniową o wielu zmiennych. Za pomocą wbudowanych narzędzi w programie Excel, przy poziomie istotności 0,05, dokonano weryfikacji modelu. Współczynnik R^2 wyniósł około 0,1280, czyli model ten tylko w 13% wyjaśnił zmienności wartości bitcoina. Kolejne próby sprawdzenia modelu za pomocą testu t-studenta, wartości-p oraz korelacji między zmiennymi objaśniającymi wykazały, że nie można było odrzucić hipotezy zerowej o nieistotności czynników objaśniających, pomimo iż według testu F należy przyjąć założenie, że przynajmniej jeden współczynnik nie jest równy zeru i można odrzucić hipotezę zerową. Tak niska wartość współczynnika determinacji powoduje, że badana zmienna objaśniana jest wyjaśniona w 87% przez inne czynniki niż stopa inflacji i stopa wzrostu PKB.

Na podstawie przeprowadzonego badania należy wyciągnąć wnioski, iż wartości makroekonomiczne, takie jak stopa inflacji oraz stopa wzrostu PKB, które są jednymi z najważniejszych wielkości egzogenicznych wpływającymi na wartość walut, wyjaśniają jedynie 13% zmienności wartości bitcoina. Należy stwierdzić, iż zbudowany model ekonometryczny utwierdza w przekonaniu, iż na kurs bitcoina nie mają wpływu czynniki makroekonomiczne, które w silny sposób oddziałują na kurs walut w długim czasie.

Otrzymany wynik, podkreślający wartość hipotezy zerowej, przy założonych wartościach zmiennych objaśniających, skłania do dalszych przemyśleń i badań. Prawdopodobnie czynniki egzogeniczne nie mają wpływu na kurs bitcoina z powodu niedojrzałości jego rynku i dużego wpływu czynników spekulacyjnych. Niezbędne będą dalsze badania nad kształtowaniem się kursu bitcoina, w których należałoby uwzględnić wpływ rosnących kosztów wydobycia („wykopania”) bitcoina oraz działań spekulacyjnych, mierzonych przez odpowiedni czynnik lub czynniki egzogeniczne. Po wprowadzeniu takich zmiennych objaśniających do modelu ekonometrycznego być może uzyskano by znacznie wyższy wskaźnik determinacji.

Literatura

- Barczak A.S., Biolik J. (1998), *Podstawy ekonometrii*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice.
- Begg D., Dornbusch R., Fischer S., Vernesca G. (2011), *Makroekonomia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Gładysz B., Mercik J. (2007), *Modelowanie ekonometryczne studium przypadku*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Maddala G.S. (2013), *Ekonometria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Ekonomia dla prawników i nie tylko* (2005), red. M. Bednarski, J. Wilkin, Lexis Nexis, Warszawa.

- Analiza kursu walutowego* (2009), red. W. Marcinkowska-Lewandowska, C.H.Beck, Warszawa.
- Międzynarodowe stosunki gospodarcze* (2013), red. E. Oziewicz, T. Michałowski, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Szymankiewicz M. (2014), *Bitcoin wirtualna waluta Internetu*, Helion, Gliwice.

ECONOMETRIC MODEL OF THE COURSE BITCOINA

Abstract: *The Purpose* – of the construction of the model will define the relationship between the explained variable which is bitcoin and the explanatory variables. Linear model with two explanatory variables will be used in this work. It was assumed that occurs autocorrelation between bitcoin and the inflation rate and also between the growths of gross domestic product (GDP) of the United States that is explanatory variable.

Design/methodology/approach – To determine the parameters of the model used multiple linear regression method with the classical character. All calculations relating to the construction of the econometric model will be performed in Excel file. To calculate the attributes of the model will be used function REGLINP, to verify will be used the function of regression and correlation from the data Excel analysis tab.

Findings – Macroeconomic values such as the rate of inflation and the growth in gross domestic product (GDP) were explanatory variables in econometric model that was built. They are among the strongest exogenous qualities that affect the value of currencies which explain only 13 percent of the variation of the Bitcoin value. The result confirms the need to assume the null hypothesis about the irrelevance of explanatory factors.

Originality/value – Web sites allow us to find various information about the idea of bitcoin, starting from its history and finishing with the instruction how to set up individual purse. The only attempt that is missing is to build econometric model of bitcoin.

Keywords: bitcoin, econometric model, the explanatory variables

Cytowanie

- Błażewicz M. (2015), *Model ekonometryczny kursu bitcoina*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 855, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 74, t. 2, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, s. 21–29; www.wneiz.pl/frfu.

