

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

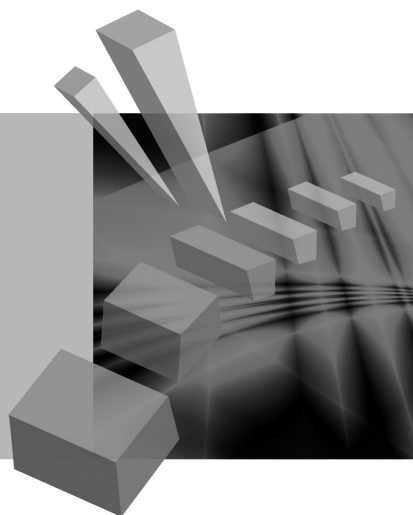
**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**278**

# Taksonomia 20

## Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania



Redaktorzy naukowi

**Krzysztof Jajuga**

**Marek Walesiak**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Tytuł dofinansowany ze środków Narodowego Banku Polskiego

oraz ze środków Sekcji Klasyfikacji i Analizy danych PTS

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

**ISSN 1899-3192** (Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu)

**ISSN 1505-9332** (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Józef Pocięcha:</b> Wskaźniki finansowe a klasyfikacyjne modele predykcji upadłości firm .....	15
<b>Eugeniusz Gatnar:</b> Analiza miar adekwatności rezerw walutowych .....	23
<b>Marek Walesiak:</b> Zagadnienie doboru liczby klas w klasyfikacji spektralnej .....	33
<b>Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdyś, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska:</b> Analiza strukturalna jako metoda klasyfikacji danych w badaniach foresight .....	44
<b>Andrzej Bąk:</b> Metody porządkowania liniowego w polskiej taksonomii – pakiet p11ord .....	54
<b>Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki:</b> Zastosowanie mediany przestrzennej Webera i metody TOPSIS w ujęciu pozycyjnym do konstrukcji syntetycznego miernika poziomu życia .....	63
<b>Ewa Roszkowska:</b> Zastosowanie rozmytej metody TOPSIS do oceny ofert negocjacyjnych .....	74
<b>Jacek Batóg:</b> Analiza wrażliwości metody ELECTRE III na obserwacje nietypowe i zmianę wartości progowych .....	85
<b>Jerzy Korzeniewski:</b> Modyfikacja metody HINoV selekcji zmiennych w analizie skupień .....	93
<b>Małgorzata Markowska, Danuta Strahl:</b> Wykorzystanie referencyjnego systemu granicznego do klasyfikacji europejskiej przestrzeni regionalnej ze względu na filar inteligentnego rozwoju – kreatywne regiony .....	101
<b>Elżbieta Sobczak:</b> Inteligentne struktury pracujących a efekty strukturalne zmian zatrudnienia w państwach Unii Europejskiej.....	111
<b>Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel:</b> Rozbieżności szacunków NSP 2011 i BAEL.....	120
<b>Iwona Foryś:</b> Wykorzystanie analizy historii zdarzeń do badania powtórnego sprzedaży na lokalnym rynku mieszkaniowym .....	131
<b>Hanna Dudek, Joanna Landmesser:</b> Wpływ relatywnej deprivacji na subiektywne postrzeganie dochodów.....	142
<b>Grażyna Łaska:</b> Syntaksonomia numeryczna w klasyfikacji, identyfikacji i analizie przemian zbiorowisk roślinnych .....	151
<b>Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz:</b> Analiza zależności między procesami fundamentalnymi a rynkiem kapitałowym w Chinach .....	161

<b>Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz:</b> Mikroekonometryczne modele wielomianowe i ich zastosowanie w analizie preferencji z wykorzystaniem programu R .....	169
<b>Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski:</b> Przetwarzanie równoległe algorytmów analizy skupień w technologii CUDA .....	180
<b>Michał Trzęsiok:</b> Wycena rynkowej wartości nieruchomości z wykorzystaniem wybranych metod wielowymiarowej analizy statystycznej .....	188
<b>Joanna Trzęsiok:</b> Wybrane symulacyjne techniki porównywania nieparametrycznych metod regresji.....	197
<b>Artur Mikulec:</b> Kryterium Mojeny i Wisharta w analizie skupień – przypadek skupień o różnych macierzach kowariancji .....	206
<b>Artur Zaborski:</b> Analiza <i>unfolding</i> z wykorzystaniem modelu grawitacji ....	216
<b>Justyna Wilk:</b> Identyfikacja obszarów problemowych i wzrostowych w województwie dolnośląskim w zakresie kapitału ludzkiego .....	225
<b>Karolina Bartos:</b> Analiza ryzyka odejścia studenta z uczelni po uzyskaniu dyplomu licencjata – zastosowanie sieci MLP .....	236
<b>Ewa Genge:</b> Segmentacja uczestników Industriady z wykorzystaniem analizy klas ukrytych .....	246
<b>Izabela Kurzawa:</b> Wielomianowy model logitowy jako narzędzie identyfikacji czynników wpływających na sytuację mieszkaniową polskich gospodarstw domowych .....	254
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej:</b> Modele eksploracji danych niezbilansowanych – procedury klasyfikacji dla zadania analizy ryzyka operacyjnego.....	262
<b>Aleksandra Łuczak:</b> Zastosowanie rozmytej hierarchicznej analizy w tworzeniu strategii rozwoju jednostek administracyjnych .....	271
<b>Marcin Pełka:</b> Rozmyta klasyfikacja spektralna <i>c</i> -średnich dla danych symbolicznych interwałowych.....	282
<b>Małgorzata Machowska-Szewczyk:</b> Klasyfikacja obiektów reprezentowanych przez różnego rodzaju cechy symboliczne .....	290
<b>Ewa Chodakowska:</b> Indeks Malmquista w klasyfikacji podmiotów gospodarczych według zmian ich względnej produktywności działania .....	300
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Wykorzystanie modeli proporcjonalnego i nieproporcjonalnego hazardu Coxa do badania szansy podjęcia pracy w zależności od rodzaju bezrobocia .....	311
<b>Marcin Salamaga:</b> Weryfikacja teorii poziomego rozwoju gospodarczego J.H. Dunninga w ujęciu sektorowym w wybranych krajach Unii Europejskiej .....	321
<b>Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik:</b> Sytuacja społeczno-gospodarcza jako determinanta migracji wewnętrznych w Polsce. ....	330
<b>Hanna Gruchociak:</b> Delimitacja lokalnych rynków pracy w Polsce na podstawie danych z badania przepływów ludności związanych z zatrudnieniem .....	343

<b>Radosław Pietrzyk:</b> Efektywność inwestycji polskich funduszy inwestycyjnych z tytułu doboru papierów wartościowych i umiejętności wykorzystania trendów rynkowych .....	351
<b>Sabina Denkowska:</b> Procedury testowań wielokrotnych .....	362

## Summaries

<b>Józef Pocięcha:</b> Financial ratios and classification models of bankruptcy prediction .....	22
<b>Eugeniusz Gatnar:</b> Analysis of FX reserve adequacy measures .....	32
<b>Marek Walesiak:</b> Automatic determination of the number of clusters using spectral clustering .....	43
<b>Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdys, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska:</b> Structural analysis as a method of data classification in foresight research .....	53
<b>Andrzej Bąk:</b> Linear ordering methods in Polish taxonomy – pllord package .....	62
<b>Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki:</b> The application of spatial median of Weber and the method TOPSIS in positional formulation for the construction of synthetic measure of standard of living .....	73
<b>Ewa Roszkowska:</b> Application of the fuzzy TOPSIS method to the estimation of negotiation offers.....	84
<b>Jacek Batóg:</b> Sensitivity analysis of ELECTRE III method for outliers and change of thresholds .....	92
<b>Jerzy Korzeniewski:</b> Modification of the HINoV method of selecting variables in cluster analysis .....	100
<b>Małgorzata Markowska, Danuta Strahl:</b> Implementation of reference limit system for the European regional space classification regarding smart growth pillar – creative regions .....	110
<b>Elżbieta Sobczak:</b> Smart workforce structures versus structural effects of employment changes in the European Union countries .....	119
<b>Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel:</b> Divergence in National Census 2011 and LFS estimates.....	130
<b>Iwona Foryś:</b> Event history analysis in the resale study on the local housing market .....	141
<b>Hanna Dudek, Joanna Landmesser:</b> Impact of the relative deprivation on subjective income satisfaction .....	150
<b>Grażyna Łaska:</b> Numerical syntaxonomy in classification, identification and analysis of changes of secondary communities .....	160
<b>Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz:</b> Analysis of relations between fundamental processes and capital market in China.....	166
<b>Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz:</b> Microeconomic polynomial models and their application in the analysis of preferences using R program.....	179

<b>Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski:</b> Parallel processing of clustering algorithms in CUDA technology .....	187
<b>Michał Trzęsiok:</b> Real estate market value estimation based on multivariate statistical analysis .....	196
<b>Joanna Trzęsiok:</b> On some simulative procedures for comparing nonparametric methods of regression.....	205
<b>Artur Mikulec:</b> Mojena and Wishart criterion in cluster analysis – the case of clusters with different covariance matrices .....	215
<b>Artur Zaborski:</b> Unfolding analysis by using gravity model .....	224
<b>Justyna Wilk:</b> Determination of problem and growth areas in Dolnośląskie Voivodship as regards human capital.....	235
<b>Karolina Bartos:</b> Risk analysis of bachelor students' university abandonment – the use of MLP networks .....	245
<b>Ewa Genge:</b> Clustering of industrial holiday participants with the use of latent class analysis.....	253
<b>Izabela Kurzawa:</b> Multinomial logit model as a tool to identify the factors affecting the housing situation of Polish households.....	261
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej:</b> Modelling class imbalance problems: comparing classification approaches for surgical risk analysis .....	270
<b>Aleksandra Łuczak:</b> The application of fuzzy hierarchical analysis to the evaluation of validity of strategic factors in administrative districts.....	281
<b>Marcin Pelka:</b> A spectral fuzzy c-means clustering algorithm for interval-valued symbolic data .....	289
<b>Małgorzata Machowska-Szewczyk:</b> Clustering algorithms for mixed-feature symbolic objects .....	299
<b>Ewa Chodakowska:</b> Malmquist index in enterprises classification on the basis of relative productivity changes .....	310
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Using proportional and non proportional Cox hazard models to research the chances for taking up a job according to the type of unemployment .....	320
<b>Marcin Salamaga:</b> Verification J.H. Dunning's theory of economic development by economic sectors in some EU countries .....	329
<b>Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik:</b> Socio-economic situation as a determinant of internal migration in Poland .....	342
<b>Hanna Gruchociak:</b> Delimitation of local labor markets in Poland on the basis of the employment-related population flows research.....	350
<b>Radosław Pietrzyk:</b> Selectivity and timing in Polish mutual funds performance measurement .....	361
<b>Sabina Denkowska:</b> Multiple testing procedures.....	369

## Eugeniusz Gatnar

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach  
Narodowy Bank Polski

---

# ANALIZA MIAR ADEKWATNOŚCI REZERW WALUTOWYCH

---

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono statystyczne własności miar stosowanych przez Międzynarodowy Fundusz Walutowy, które pozwalają określić optymalną wielkość rezerw dewizowych pozostających do dyspozycji danego kraju. Rezerwy walutowe banków centralnych zwykle służą do ochrony przed skutkami kryzysu, lecz ich utrzymywanie jest kosztowne. Znalezienie optymalnego poziomu rezerw jest więc bardzo ważne. W przykładzie empirycznym oszacowano optymalne wielkości rezerw walutowych dla Polski, którymi zarządza NBP.

**Słowa kluczowe:** statystyka, finanse, rezerwy walutowe, miary adekwatności rezerw.

## 1. Wstęp

Rezerwy walutowe banków centralnych zwykle służą do ochrony przed skutkami kryzysu, lecz ich utrzymywanie jest kosztowne. Bardzo ważne staje się więc określenie dla każdego kraju ich optymalnego poziomu.

Celem artykułu jest analiza własności i porównanie wartości miar adekwatności rezerw walutowych, wykorzystywanych m.in. przez Międzynarodowy Fundusz Walutowy. Zamieszczony przykład empiryczny ma na celu określenie optymalnej wielkości rezerw walutowych Polski, którymi zarządza NBP.

W artykule wykorzystano dane pochodzące z baz danych statystycznych Międzynarodowego Funduszu Walutowego, Banku Światowego oraz NBP.

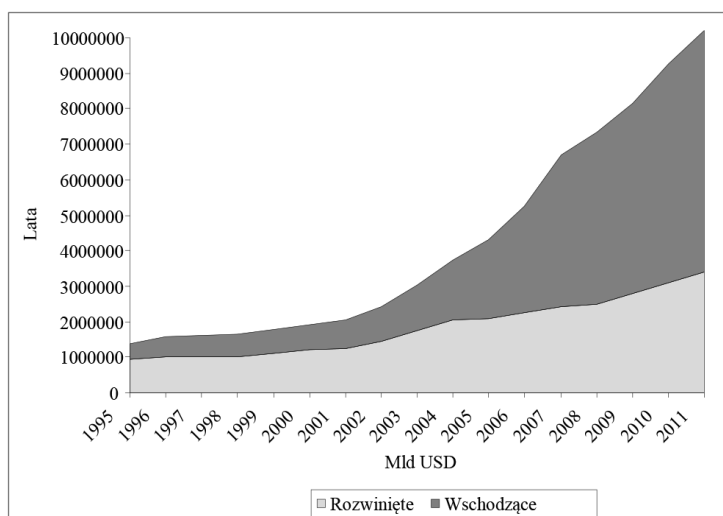
## 2. Rezerwy walutowe i ich znaczenie

W czasie globalnego kryzysu ekonomicznego kraje wschodzące (*emerging markets*), do których jest zaliczana także Polska, są szczególnie narażone na szoki z nim związane. Z punktu widzenia makroekonomicznego odporność na te szoki zależy od wielkości rezerw walutowych, jakie są do dyspozycji ich banków centralnych.

Ogólnie rezerwy walutowe (*foreign exchange reserves, FX reserves*) służą do stabilizacji sytuacji gospodarczej w przypadku zaburzeń związanych z kataklizmami pogodowymi lub wynikających z wydarzeń politycznych (niepokoje społeczne,

strajki itp.). Są one także potrzebne do zaspokojenia zobowiązań wobec zagranicy (finansowanie importu, spłata długu), gdy nastąpi odpływ kapitału zagranicznego. Kolejny cel utrzymywania rezerw to możliwość ich wykorzystania do interwencji walutowych w przypadku sterowanego kursu płynnego (*managed float*). Wielkość rezerw walutowych ma także znaczenie psychologiczne, bowiem ich wielkość jest podawana do wiadomości i powoduje budowanie zaufania do pozycji finansowej kraju. Są one też w pewnym sensie pasywnym narzędziem polityki pieniężnej.

Wielkość rezerw na świecie dynamicznie rośnie i w I kwartale 2012 r. osiągnęła 10,4 bln USD, co oznacza, że od początku 1999 r. rezerwy na świecie wzrosły 6,5-krotnie. Należy jednak zaznaczyć, że za ten wzrost odpowiadają głównie kraje wschodzące, które obecnie mają 67% globalnych rezerw (rys. 1).



**Rys. 1.** Dynamika rezerw walutowych w krajach rozwiniętych i wschodzących (mld USD)

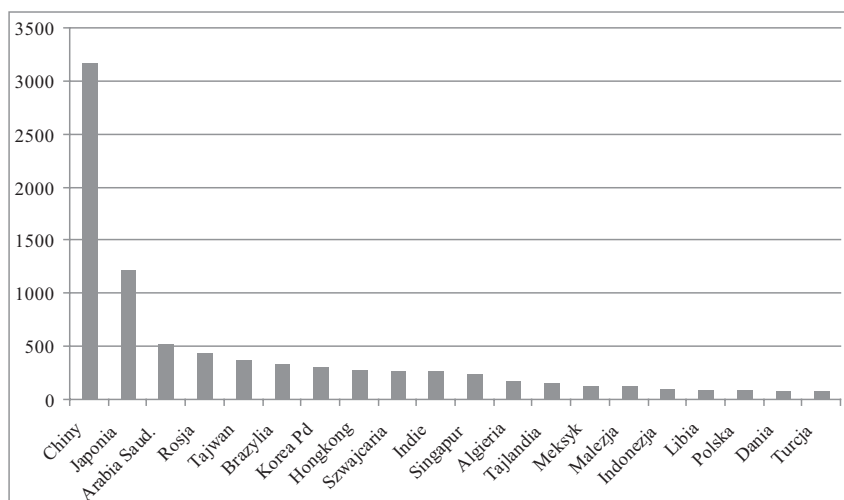
Źródło: MFW.

Spośród krajów wschodzących największe rezerwy posiadają Chiny, których wielkość wynosi 3,2 bln USD. Jednak należą one do grupy krajów o dużych nadwyżkach w obrotach handlowych z zagranicą. Zdaniem niektórych analityków, rezerwy takich krajów, jak Czechy, Meksyk, Polska, RPA czy Turcja, nie są odpowiednio wysokie, by pozwoliły im przetrwać długi okres odpływu kapitału, co może spowodować poważne fluktuacje ich kursów walutowych [Predescu i in. 2011]. Rysunek 2 przedstawia wielkości aktywów rezerwowych w roku 2011 dla wybranych krajów wschodzących (w mld USD).

W przypadku Polski wspomniane wyżej ryzyka wynikają dodatkowo z konieczności finansowania znacznego zadłużenia zagranicznego oraz występującego równoległego zadłużenia gospodarstw domowych w walutach obcych.

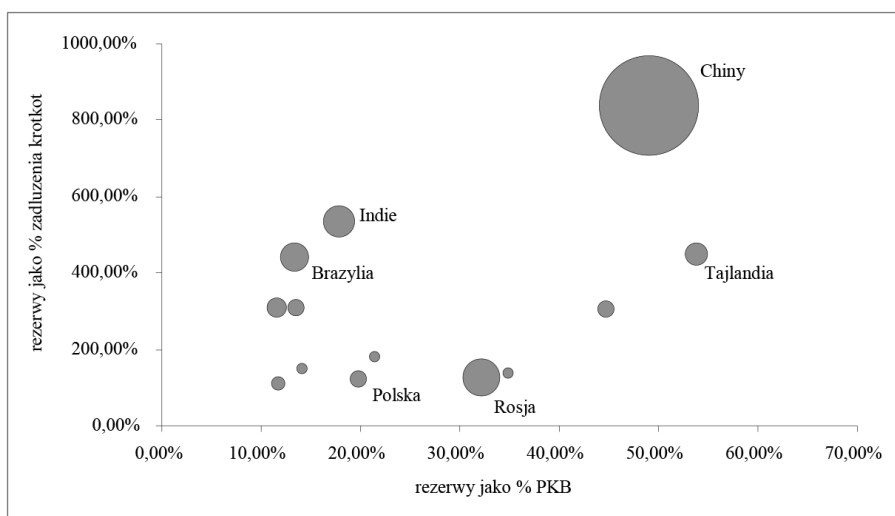


Jak pokazano na rys. 3, większość rezerw walutowych krajów wschodzących znajduje się w posiadaniu banków centralnych krajów Azji. Pozwalają one tym krajom na pokrycie krótkoterminowego zadłużenia zagranicznego z dużą nadwyżką, co przed rokiem 2004 nie miało miejsca.



Rys. 2. Wielkość rezerw walutowych w krajach wschodzących (mld USD)

Źródło: MFW.

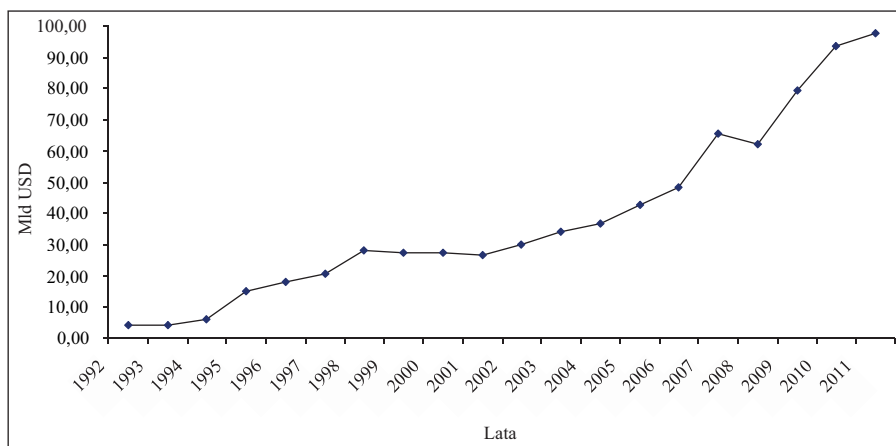


Rys. 3. Wielkość rezerw walutowych w krajach wschodzących jako % rezerw światowych

Źródło: MFW.

### 3. Rezerwy walutowe Polski

Rezerwy walutowe Polski osiągnęły na koniec II kwartału 2012 r. wielkość 101,4 mld USD, czyli 80,6 mld EUR. Zmiany ich wielkości w latach 1992-2011 pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Wielkość aktywów rezerwowych Polski (mld USD)

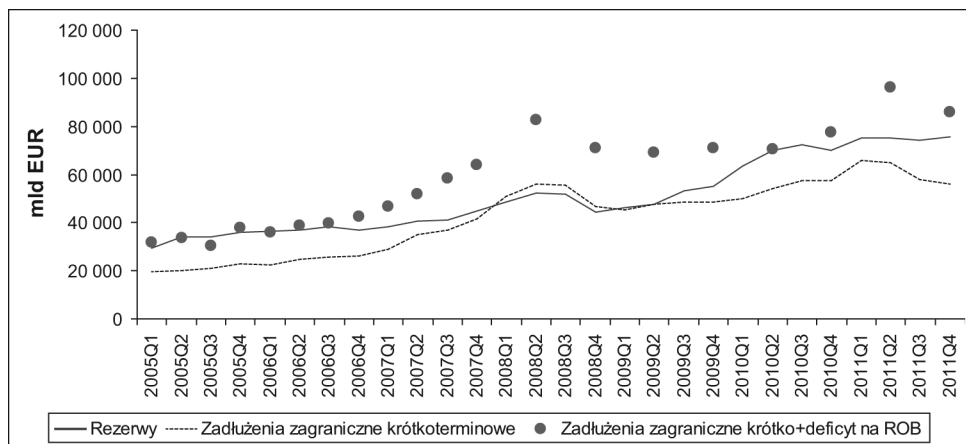
Źródło: NBP.

Warto pamiętać, że rezerwy walutowe Polski biorą się stąd, że rząd wymienia środki pomocowe napływające z Unii Europejskiej w NBP. Drugi sposób budowy rezerw, który można rozważać jedynie teoretycznie, polega na zakupie walut obcych za złote bezpośrednio na rynku. Jednak takie działanie ma charakter interwencji walutowej i byłoby możliwe, gdyby złoty nadmiernie się umacniał, wpływając niekorzystnie na koniunkturę.

Struktura aktywów rezerwowych Polski obejmowała w roku 2011 m.in. papiery wartościowe (81,2%), gotówkę i lokaty (5,6%) oraz złoto (5,6%).

W ocenie analityków Polska należy do krajów grupy „gospodarek wschodzących” (*emerging markets*), które najszybciej zwiększają swoje rezerwy. Ich wielkość pozwala co prawda spłacić krótkoterminowe zadłużenie zagraniczne Polski, lecz eksperci IMF w czasie Staff Visit w końcu 2011 r. sformułowali opinię, że: „(...) they are less than short-term external debt at remaining maturity plus the current account deficit” ([www.imf.org](http://www.imf.org)). Oznacza to, że nie są one wystarczające przy uwzględnieniu deficytu na rachunku obrotów bieżących, który w przypadku polskiej gospodarki jest zjawiskiem trwałym<sup>1</sup>. Kształtowanie się wartości obu wielkości przedstawia rys. 5.

<sup>1</sup> *Short-term external debt at remaining maturity* oznacza zadłużenie krótkoterminowe z terminem zapadalności i część zadłużenia długoterminowego z terminem wymagalności do 1 roku [Broner i in.2004].



Rys. 5. Relacja rezerw do zadłużenia krótkoterminowego i deficytu (mld EUR)

Źródło: NBP.

Należy zatem ocenić wielkość rezerw walutowych Polski za pomocą znanych z literatury miar adekwatności rezerw.

#### 4. Miary adekwatności rezerw walutowych

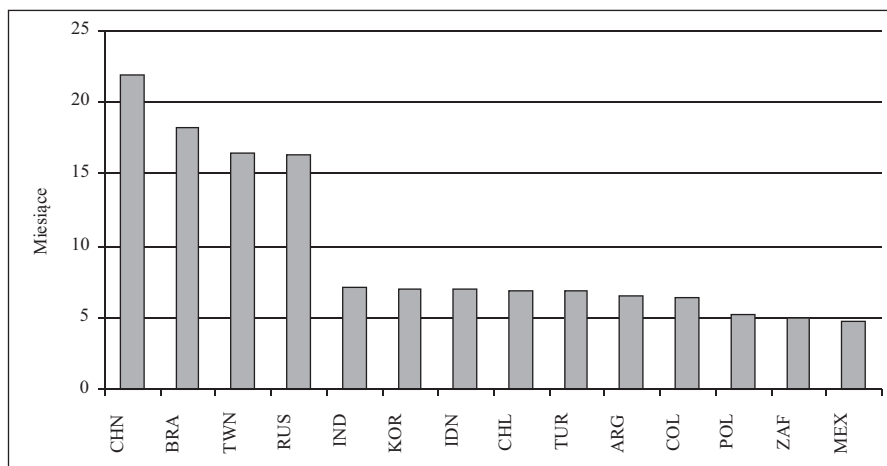
Prowadzone dotąd rozważania prowadzą do postawienia pytania, czy rezerwy walutowe pozostające do dyspozycji banków centralnych są odpowiednio wysokie, by zapewnić państwom po pierwsze ciągłość regulowania zobowiązań wobec zagranicy w przypadku braku możliwości zaciągania kredytów na rynku. A po drugie, by kontrolować zmienność kursu walutowego, zapobiegając jego znaczącej deprecjacji.

Rezerwy walutowe uważa się za wystarczające, jeżeli pozwalają one pokryć potrzeby finansowe wynikające z wymiany handlowej z zagranicą bez finansowania z rynku. Najprostsza reguła mówi o tym, że powinny one pozwolić na finansowanie importu przez od 3 do 6 miesięcy, dając tym samym czas na dostosowanie się do braku podaży obcych walut. W takim przypadku możliwa jest pomoc z MFW lub dostosowanie kursu walutowego. Na rysunku 6 pokazano wartość tego kryterium dla wybranych krajów wschodzących w roku 2011.

Jak widać na rys. 6, rezerwy walutowe Polski są niższe niż w innych krajach wschodzących i pokrywają wartość 5 miesięcy importu. Średnio w tej grupie krajów rezerwy pokrywają wartość 10 miesięcy importu.

Inna, dosyć intuicyjna miara adekwatności rezerw mówi, że powinny one być większe niż 100% zagranicznego zadłużenia krótkoterminowego, tj. zadłużenia z terminem zapadalności 1 rok. W przypadku gospodarek wschodzących formułowane jest wymaganie pokrycia 200% zadłużenia krótkoterminowego. Kolejna pro-

pozycja mówi o tym, że rezerwy powinny przekraczać podaż pieniądza M2 (pieniądz gotówkowy w obiegu poza kasami banku, wartość depozytów na żądanie oraz o terminie zwrotu do 2 lat włącznie) lub jego część, np. 20%. Powinno to pozwolić na zapobieżenie sytuacji, w której rezydenci w obliczu ryzyka deprecjacji własnej waluty w czasie kryzysu wymieniają ją na waluty zagraniczne lub transferują za granicę.



Rys. 6. Liczba miesięcy importu pokrywana przez rezerwy walutowe

Źródło: MFW.

Pierwsza, formalna miara została zaproponowana przez Guidottiego i in. [2004] i nazywana jest miarą Greenspana-Guidottiego (1), mówi o tym, że bank centralny powinien posiadać rezerwy, które pozwalają na spłatę krótkoterminowego zadłużenia oraz deficytu na rachunku obrotów bieżących.

$$AR1 = \frac{STD}{RE} \times 100\%, \quad (1)$$

gdzie: *STD* – zadłużenie krótkoterminowe z terminem zapadalności i długoterminowe z terminem wymagalności do 1 roku,

*CAD* – deficyt na rachunku obrotów bieżących,

*RE* – wartość rezerw.

Międzynarodowy Fundusz Walutowy zaproponował modyfikację miary (1) i jest ona stosowana przez ekspertów funduszu:

$$AR2 = \frac{STD + CAD}{RE} \times 100\%, \quad (2)$$

gdzie:  $STD$  – zadłużenie krótkoterminowe z terminem zapadalności i długoterminowe z terminem wymagalności do 1 roku,  
 $CAD$  – deficyt na rachunku obrotów bieżących,  
 $RE$  – wartość rezerw.

Wijnholds i Kapteyn [2001] zaproponowali miarę, która w przypadku Polski stosującej płynny kurs walutowy ma postać:

$$AR3 = \frac{100\%STD + (5 - 10\%)M2}{RE} \times 100\%. \quad (3)$$

Kolejna miara stosowana przez IMF [2011] to modyfikacja miary (3), która obejmuje także możliwość odpływu środków zainwestowanych przez nierezydentów na lokalnym rynku oraz spadek wartości eksportu, co powoduje redukcję podaży walut obcych na rynku krajowym:

$$AR4 = \frac{30\%STD + 10\%PI + 5\%M2 + 5\%EX}{RE} \times 100\%, \quad (4)$$

gdzie:  $PI$  – inwestycje portfelowe nierezydentów,  
 $EX$  – wartość eksportu.

Istnieje także bardziej konserwatywna wersja miary (4):

$$AR5 = \frac{50\%STD + 10\%PI + 5\%M2 + 5\%EX}{RE} \times 100\%. \quad (5)$$

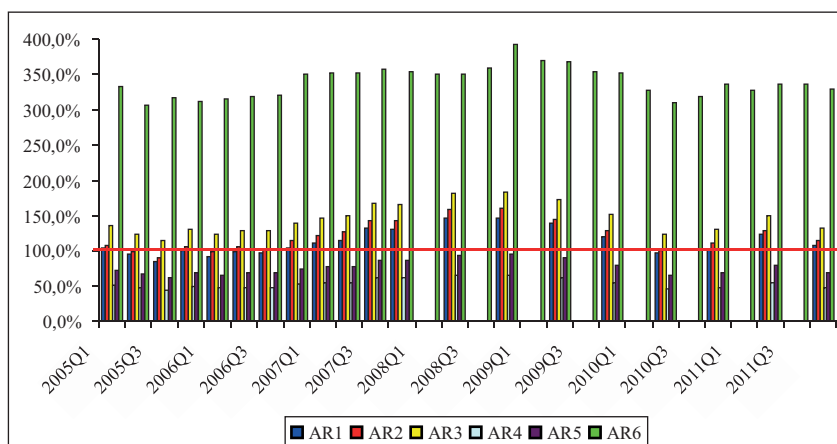
Najbardziej radykalna jest propozycja Wyplosza [2007], która mówi, że aktywa rezerwowe powinny pozwolić na spłatę całkowitego zadłużenia zagranicznego:

$$AR6 = \frac{GFD}{RE} \times 100\%, \quad (6)$$

gdzie:  $GFD$  – całkowite zadłużenie zagraniczne.

Jeśli wartości miar (1)-(6) są większe od 100%, to oznacza, że rezerwy walutowe są niewystarczające. Wartości przedstawionych powyżej miar pokazano na rys. 7.

Większość miar adekwatności rezerw walutowych oszacowanych dla rezerw będących w posiadaniu Polski wskazuje, że ich obecna wielkość (w II kwartale 2012 r.) jest zbyt mała i powinna zostać zwiększona. Jedynie miary (4) i (5) wskazują na ich adekwatność do sytuacji makroekonomicznej naszego kraju.



**Rys. 7.** Wartości miar adekwatności rezerw (1)-(6)

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych NBP.

## 5. Modele wielkości rezerw walutowych

W bogatej literaturze poświęconej miarom adekwatności rezerw walutowych zaproponowano także kilka modeli pozwalających oszacować ich optymalną wielkość lub względną wielkość względem PKB.

Miary oparte na modelach:

Najbardziej znany jest model zaproponowany przez Frenkela i Jovanovica [1981]:

$$\ln AR = b_0 + b_1 \ln \delta + b_2 r, \quad (7)$$

gdzie:  $r$  to koszt utrzymywania rezerw,  $\delta$  to zmienność poziomu rezerw, zaś  $b_1 = 0,5$  oraz  $b_2 = -0,25$ .

W najnowszym opracowaniu na temat sposobu oceny adekwatności rezerw walutowych przygotowanym przez IMF [2011] zaproponowano liniowy model regresji:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^6 b_i X_i, \quad (8)$$

w którym najważniejsze zmienne to:

$Y$  – rezerwy/PKB,

$X_1$  – import/PKB,

$X_2$  – M2/PKB,

$X_3$  – należności/PKB,

- $X_4$  – zmienność wielkości eksportu,  
 $X_5$  – zmienność stopy wzrostu PKB u partnerów handlowych,  
 $X_6$  – stopa procentowa.

Najlepiej oceniany w literaturze jest jednak model Jeanne'a i Rancière'a [2006]:

$$AR_t = \rho Y_{t+1}^b, \quad (9)$$

gdzie:

$$\rho \approx \lambda + \gamma - (1 - p^{-1/\sigma}) \quad (10)$$

oraz:

- gdzie:  $Y_{t+1}$  – PKB w czasie  $t + 1$ , tj. przed zatrzymaniem finansowania w wyniku kryzysu, czyli *sudden stop* [Edwards 2004],
- $p$  – cena płynności (*liquidity premium*),  
 $\sigma$  – względna awersja do ryzyka,  
 $\gamma$  – % spadku PKB w wyniku kryzysu,  
 $\lambda$  – poziom zadłużenia krótkoterminowego/PKB przed kryzysem.

Ich zastosowanie do oszacowania optymalnej wielkości rezerw dla Polski wymaga jednak posiadania porównywalnych danych dla wszystkich krajów w grupie gospodarek wschodzących, co w czasie kryzysu jest bardzo trudne.

## 6. Podsumowanie

Należy podkreślić, że określenie optymalnego poziomu rezerw walutowych tylko częściowo można oprzeć na modelach statystycznych. W literaturze i w praktyce zarządzania rezerwami walutowymi jest to raczej umiejętność wynikająca z doświadczenia, co określa się prostym stwierdzeniem: *art, not science*.

Przedstawione w pracy miary mają prostą konstrukcję, są łatwe do interpretacji i sprawdziły się w przeszłości, dlatego są używane przez banki, agencje ratingowe itp. Mają one jednak pewne wady, tj. nie biorą pod uwagę kosztów utrzymywania rezerw [Rodrik 2006], płynności rezerw (a wyłącznie zapadalność), arbitralnie przyjęty okres roku itp.

Idealna miara adekwatności rezerw powinna mieć podstawy makroekonomiczne, ale powinna uwzględniać także koszty rezerw, posiadanie przez dany kraj dostępu do elastycznej linii kredytowej MFW (FCL), posiadanie instrumentów pochodnych (np. swapy walutowe) oraz płynność rezerw. Musi też wykorzystywać dostępne dane statystyczne i uzyskać uznanie na rynku. Z tego punktu widzenia model zaproponowany przez Jeanne'a i Rancière'a [2006] jest najbardziej obiecujący.

Jeśli chodzi o analizę wielkości rezerw walutowych Polski, to są one niższe niż w innych krajach rozwijających się (*emerging markets*), zaś większość miar adekwatności wskazuje, że ich poziom jest mniejszy od wartości optymalnych.

## Literatura

- Aizenman J., Lee J., *International Reserves: Precautionary Versus Mercantilist Views, Theory and Evidence*, NBER Working Paper No. 11366, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts 2005.
- Aizenman J., Marion N., *The high demand for international reserves in the far east: what is going on?*, "Journal of The Japanese and International Economies" 2003, vol. 17, pp. 370-400.
- Broner F., Lorenzoni G., Schmukler S., *Why Do Emerging Economies Borrow Short Term?*, World Bank Policy Research Working Paper No. 3389, World Bank, Washington, 2004.
- Edwards S., *Thirty Years of Current Account Imbalances, Current Account Reversals and Sudden Stops*, Staff Papers, International Monetary Fund, 2004, vol. 51(10), pp. 1-49.
- Eichengreen B., Mathieson D., *The Currency Composition of Foreign Exchange Reserves: Retrospect and Prospect*, IMF Working Paper no. WP/00/131.
- Flood R., Marion N., *Holding International Reserves In an Era of High Capital Mobility*, IMF Working Paper 02/62, Washington, International Monetary Fund, 2002.
- Frenkel J., Jovanovic B., *Optimal international reserves: a stochastic framework*, "Economic Journal" 1981, vol. 91, pp. 507-14.
- Guidotti P., Sturzenegger F., Villar A., *On the consequences of sudden stops*, "Economía" 2004, vol. 4, no. 2, pp. 171203.
- Hauner D., *A Fiscal Price Tag for International Reserves*, IMF Working Paper 05/81, Washington, International Monetary Fund, 2005.
- International Monetary Fund, *Are Foreign Exchange Reserves in Asia Too High?*, World Economic Outlook, September 2003.
- International Monetary Fund, *Assessing Reserve Adequacy*, February, Washington, 2011.
- Jeanne O., Rancièrè R., *The Optimal Level of International Reserves for Emerging Market Countries: Formulas and Applications*, IMF Working Paper, WP/06/229, Washington, October 2006.
- Tresor, *Emerging countries' foreign exchange reserves and accumulation strategies*, TRÉSOR-ECONOMICS No. 87, Paris, June 2011.
- Predescu V., Rodado J.C., Torija-Zane E., *Is the level of foreign exchange reserves held by emerging countries adequate if the financial crisis worsens?*, Natixis, Flash Economics, November 2, no. 788, 2011.
- Rodrik D., *The Social Cost of Foreign Exchange Reserves*, NBER Working Paper no. 11952, National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2006.
- Wijnholds O., Kapteyn A., *Reserve Adequacy in Emerging Market Economies*, IMF Working Paper 01/143, International Monetary Fund, Washington, 2001.
- Wyplosz Ch., *The Foreign Exchange Reserves Buildup: Business as Usual?*, Workshop on Debt, Finance and Emerging Issues in Financial Integration, Commonwealth Secretariat, London 2007.

## ANALYSIS OF FX RESERVE ADEQUACY MEASURES

**Summary:** In this paper statistical features of several existing measures of reserve adequacy used by the IMF and other institutions are examined. FX reserves are important to prevent economies from crises and to mitigate their impact, but, on the other hand, they are costly. Therefore determining optimal level of reserves is necessary. In an example we estimated the optimal level of foreign exchange reserves for Poland.

**Keywords:** statistics, finance, FX reserves, reserve adequacy measures.