

ZNACZENIE KRZYWEJ DOCHODOWOŚCI W POLITYCE PIENIĘŻNEJ BANKU CENTRALNEGO

Wprowadzenie

Krzywa dochodowości rozumiana jako graficzny obraz stóp zwrotu osiągniętych poprzez lokatę kapitału w instrumenty o różnych terminach zapadalności, lecz o zbliżonym ryzyku kredytowym oraz płynności¹, odgrywa coraz większe znaczenie na rynkach finansowych. O ile w literaturze polskiej pojęcia: krzywa dochodowości, krzywa rentowności, struktura terminowa są uznawane za substytucyjne, S.M. Focardi, F.J. Fabozzi (2004) wyraźnie je różnicują. Struktura terminowa (ang. *term structure of interest rates*) wyraża relację pomiędzy rentownością instrumentów o tym samym ryzyku kredytowym ale różnych zapadalnościach, natomiast jej graficzne przedstawienie nosi nazwę krzywej dochodowości (krzywej rentowności)². S. Sundaresan (1997) precyzuje, że struktura terminowa to relacja pomiędzy stopą wolnych od ryzyka (ang. *default-free*) instrumentów bezkuponowych³ a ich zapadalnością, ograniczając pojęcie krzywej jedynie do instrumentów emitowanych przez Skarb Państwa⁴, natomiast

¹ Por. A. Sławiński: Krzywa dochodowości. „Bank i Kredyt” 1996, nr 11, s. 25.

² S.M. Focardi, F.J. Fabozzi: *The Mathematics of Financial Modeling and Investment Management*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2004, s. 599.

³ Instrumenty bezkuponowe (zerokuponowe) charakteryzują się jedynie dwoma przepływami – płatnymi w momencie rozpoczęcia i zakończenia inwestycji. Do najbardziej typowych instrumentów zaliczyć można lokaty międzybankowe, bony skarbowe oraz obligacje bezkuponowe. Szerzej: W. Jurek: *Konstrukcja i analiza portfela papierów wartościowych o zmiennym dochodzie*. Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 2001, s. 17.

⁴ S. Sundaresan: *Fixed Income Markets and Their Derivatives*. South-Western Thomson Learning 1997, s. 176.

M. Choudhry (2004) rezerwuje pojęcie struktury terminowej jedynie dla stóp instrumentów bezkuponowych⁵.

Celem niniejszego artykułu jest wykazanie rosnącego znaczenia krzywej dochodowości w polityce pieniężnej banku centralnego. W pierwszej kolejności przedstawiona zostanie rola krzywej w mechanizmie transmisji impulsów monetarnych do gospodarki, a następnie czynniki determinujące wybór modelu estymacji krzywej.

1. Miejsce krzywej dochodowości w mechanizmie transmisji impulsów pieniężnych

Mechanizm transmisji impulsów pieniężnych do gospodarki dokonuje się poprzez kanały transmisji, z których istotną rolę odgrywa kanał oczekiwań (obok kredytowego, kursu walutowego oraz stopy procentowej)⁶. Poprzez zmianę oficjalnych stóp oraz ustalenie stopnia wpływu poziomu krótkoterminowych stóp procentowych na inflację możliwe jest ingerowanie w proces formułowania oczekiwań. Sama teoria oczekiwań sugeruje, że polityka monetarna wpływa na stopy długoterminowe poprzez stopy krótkoterminowe oraz oczekiwania rynkowe (dotyczące przyszłych poziomów oficjalnych stóp procentowych).

Mimo że początkowo podważano możliwość wykorzystania krzywej dochodowości (wraz z teorią racjonalnych oczekiwań) do połączenia inflacji ze stopami krótkoterminowymi, N. Mankiw i J. Miron (1986) wykazali, że bank centralny może ustalać cel krótkoterminowy w postaci stóp procentowych, które mogą być kontrolowane bezpośrednio. Następnie – poprzez krzywą dochodowości – impulsy monetarne są przenoszone na stopy dłuższe, przez co kształtują oczekiwania długoterminowe dotyczące inflacji⁷.

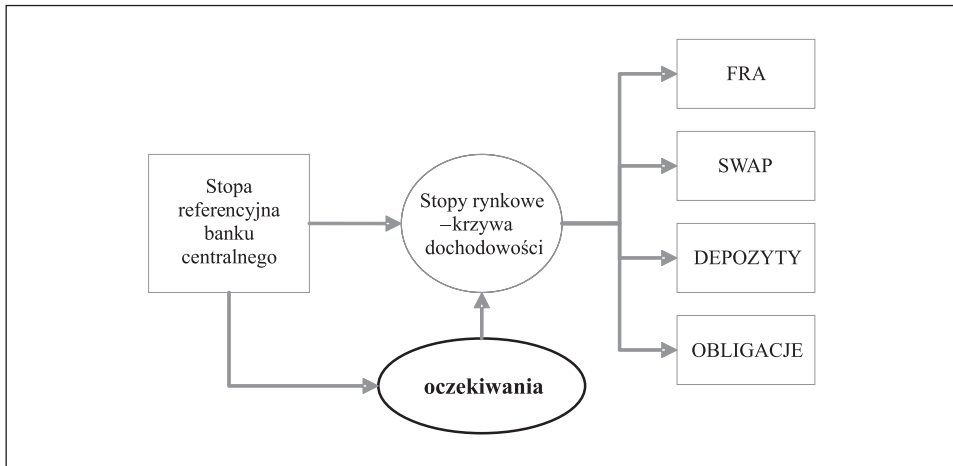
Bank centralny może wykorzystywać krzywą dochodowości jako miernik czasu i stopnia reakcji rynku na zmiany krótkoterminowych stóp procentowych. Poznanie i zrozumienie istniejących zależności pomiędzy stopami banku centralnego oraz rynkowymi pozwala na zwiększenie skuteczności prowadzonej polityki pieniężnej⁸.

⁵ M. Choudhry: *Analyzing and Interpreting the Yield Curve*. John Wiley & Sons Asia Pte Ltd, Singapore 2004, s. 55.

⁶ Szerzej: J.B. Taylor: *Monetary Policy Rules*. NBER Business Cycles Series, Vol. 31, The University of Chicago Press, Chicago 1999, s. 182-185.

⁷ Szerzej: V.V. Roley, G.H. Cellon: *Monetary Policy Actions and Long-Term Interest Rates*. „Economic Review” Fourth Quarter 1995, Federal Reserve Bank of Kansas City, s. 73-89.

⁸ Za: R.J. Shiller, J.Y. Campbell, K.L. Schoenholtz: *Forward Rates and Future Policy: Interpreting the Term Structure of Interest Rates*. „Brooking Papers on Economic Activity” 1983, s. 173-217.



Rys. 1. Powiązanie kanału oczekiwań i stóp procentowych

Analiza mechanizmu transmisji impulsów polityki pieniężnej do krzywej dochodowości obejmuje badanie znaczenia impulsu monetarnego, czyli wpływu podjętej już decyzji dotyczącej wysokości stopy referencyjnej na krzywą dochodowości. Aby dokonać weryfikacji, konieczna jest oficjalna decyzja banku centralnego, która ma nie tylko wpływ na krzywą dochodowości, ale stanowi również element oceny wiarygodności banku centralnego przez rynek.

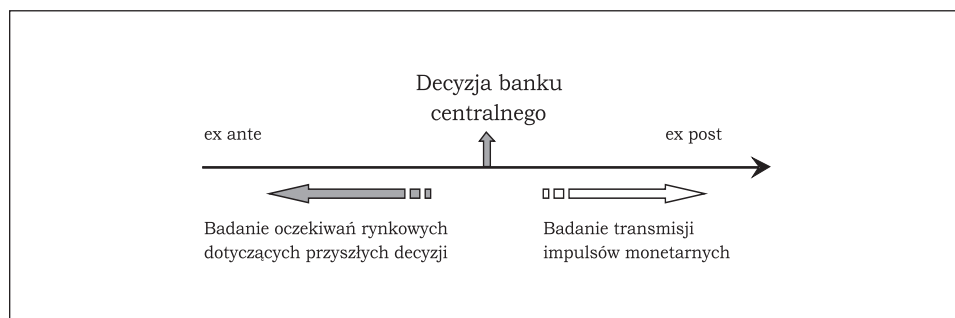
Ostatnie lata pokazują, że banki centralne starają się unikać zbyt częstych zmian oficjalnych stóp procentowych, przez co wytrącają sobie z rąk istotny oręż w kształtowaniu stóp rynkowych, a w konsekwencji i inflacji. Cele, jakie stawia sobie współczesna polityka pieniężna, to kwestia wpływu banku centralnego na stopy rynkowe poprzez kanał oczekiwań bez zmiany oficjalnych stóp procentowych, a także opracowanie takich metod współdziałania z rynkiem, by w przypadku konieczności zmiany stóp decyzja była możliwie czytelna i łatwa do przewidywania. Ponieważ stopień komunikacji banku centralnego z rynkiem determinuje poziom zmienności krótkoterminowej krzywej dochodowości, polityka informacyjna pełni coraz większą rolę w polityce monetarnej⁹.

Zrozumienie mechanizmów kształtujących oczekiwania pozwoliło w ostatnich dekadach znacząco zredukować poziom inflacji w krajach, które podobnie jak Polska są nadal w okresie transformacji. Zakotwiczenie oczekiwań inflacyj-

⁹ Szerzej na temat komunikacji wypowiadają się: M. Andersson, H. Diolen, P. Sellin: Monetary Policy Signaling and Movements In the Swedish Term Structure of Interest Rates. Sveriges Riksbank Working Paper Series 2001, No. 132; P. Sotomska-Krzysztofik: Jak Bank Szwecji wspiera stabilność finansową za pomocą polityki informacyjnej. „Bank i Kredyt” 2005, nr 1, s. 15-24; U. Ziarko-Siwiek: Ocena efektywności informacyjnej wybranych segmentów rynku finansowego w Polsce. NBP, Materiały i Studia nr 178, Warszawa 2004.

nych na niskim poziomie (co jest warunkiem koniecznym trwałego obniżenia poziomu inflacji) było możliwe dzięki systematycznemu zwiększaniu przejrzystości prowadzonej polityki pieniężnej¹⁰. Przeprowadzane badania potwierdziły także fakt, że im mniej zmienna jest polityka pieniężna, tym gwarantuje większą stabilizację oczekiwań inflacyjnych¹¹. Okazuje się, że każdorazowa zmiana sposobu prowadzenia polityki (poprzez podjęcie formalnej decyzji) dostarcza nowych informacji na rynek i wpływa – poprzez proces uczenia się uczestników rynkowych – na ich oczekiwania.

Konieczność utrzymania oczekiwań na stabilnym poziomie zmusza bank centralny do większej rezerwy w kwestii modyfikacji dotychczas prowadzonej polityki. W szczególności dotyczy to zmian oficjalnych stóp procentowych, które mają istotny wpływ na stopy krótkoterminowe, a poprzez proces transmisji – na oczekiwania inflacyjne.



Rys. 2. Możliwości badań dotyczących decyzji banku centralnego

Biorąc pod uwagę zdarzenie obejmujące zmiany stóp procentowych, można z jednej strony badać następstwa takiej decyzji (analiza *ex post*), jak również analizować oczekiwania dotyczące możliwości ich wystąpienia (*analiza ex ante*)¹². Analiza *ex post* ma za zadanie *post fatum* zbadanie siły i stopnia oddziaływania banku centralnego na rynek stóp procentowych (klasyczne badanie mechanizmu transmisji przedstawione w poprzednim rozdziale), natomiast analiza *ex ante* ma na celu wyodrębnienie oczekiwań rynkowych co do przyszłych zmian oficjalnych stóp procentowych (zbadanie stanu rynku przed potencjalną decyzją).

¹⁰ Szerzej: S.C.W. Eijffinger, M.M. Hoeberichts: Central Bank Accountability and Transparency: Theory and Some Evidence. Discussion paper 6/00. Economic Research Centre of the Deutsche Bundesbank, November 2000.

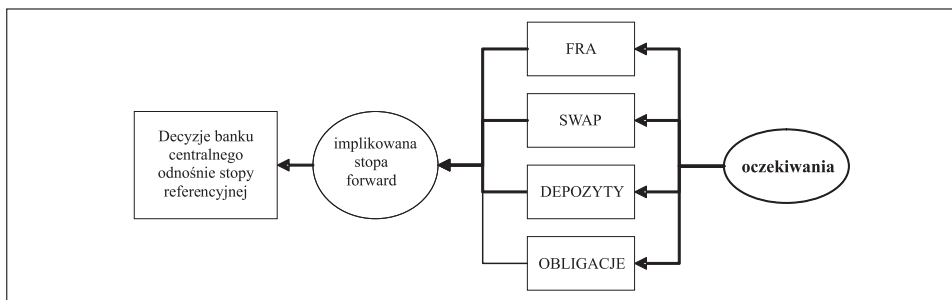
¹¹ Szerzej: M. Ellison, N. Valla: Learning, uncertainty and central bank activism in an economy with strategic interactions. ECB Working Paper No. 28, August 2000, s. 7.

¹² Szerzej: E. Barucci: Financial markets theory: equilibrium, efficiency and information. Springer-Verlag, London 2003, s. 222.

Ponieważ każda zmiana oficjalnych stóp stanowi szokową ingerencję w rynek, celem banku centralnego jest zminimalizowanie tego efektu poprzez zwiększenie przewidywalności prowadzonej polityki. Osiągnięcie wysokiej przejrzystości dokonuje się dzięki poprawie czytelności (transparentności¹³) prowadzonych działań: jako efekt publikowania raportów i prognoz dotyczących inflacji, wyboru reguły bezpośredniego celu inflacyjnego czy też powołania niezależnego gremium, którego zadaniem jest ustalanie poziomu podstawowych stóp banku centralnego (w Polsce rolę tę pełni Rada Polityki Pieniężnej, RPP).

Kluczowym zadaniem banku centralnego jest wyodrębnianie i stałe monitorowanie oczekiwań dotyczących potencjalnej decyzji w sprawie stóp procentowych. Znajomość charakteru oczekiwań rynkowych pozwala wpływać na nie w sposób umożliwiający minimalizację kosztów związanych z każdorazową zmianą oficjalnych stóp procentowych, tak by efekt zaskoczenia został ograniczony do minimum¹⁴.

Jedną z podstawowych form wyodrębniania i interpretacji oczekiwań jest analiza struktury terminowej instrumentów rynku międzybankowego, której obraz stanowi obecnie (obok danych ankietowych) podstawowe źródło informacji o zachowaniach rynkowych. Ponieważ wiadomo, iż wzrost wahań stóp procentowych jest dla inwestorów niepokojącym sygnałem braku kontroli nad rynkiem, działania banku centralnego zaczęły coraz częściej zmierzać do takiego kształtowania krzywej dochodowości, aby unikać jej nadmiernych i gwałtownych przesunięć. Prawidłowe rozumienie charakteru zjawisk mających wpływ na oczekiwania oraz sama możliwość ich wyodrębniania na podstawie implikowanych stóp *forward* sprzyja poprawie skuteczności prowadzonej polityki pieniężnej.



Rys. 3. Wyodrębnianie oczekiwań z krzywej rentowności

¹³ Posługując się definicją podawaną przez Europejski Bank Centralny, krótkoterminowa transparentność polityki pieniężnej rozumiana jest jako zdolność uczestników rynku do prawidłowego – w krótkim horyzoncie czasu – przewidywania zmian stóp procentowych. Por.: ECB: Monthly Bulletin, January 2006, s. 51.

¹⁴ M. Woodford: Interest and Prices. Princeton University Press, Princeton 2003, s. 15.

2. Czynniki determinujące wybór modelu krzywej dochodowości w polityce pieniężnej

Struktura terminowa stanowiąca relację pomiędzy czasem i rentownością odzwierciedla wpływ szerokiej gamy czynników determinujących poziom stóp procentowych. W krótkim horyzoncie, w przypadku krótkoterminowych stóp procentowych, jest to przede wszystkim polityka pieniężna banku centralnego (polityka stopy procentowej) oraz popyt i podaż na środki płynne odzwierciedlające bieżącą sytuację na rynku pieniężnym¹⁵. Czynnikiem determinującym poziom stóp długoterminowych są przede wszystkim oczekiwania rynkowe dotyczące poziomu ryzyka, szacowanej inflacji, a także decyzji monetarnych¹⁶.

Ponieważ empirycznie wyznaczona struktura terminowa zawiera jedynie skończoną liczbę kwotowań, podstawowym celem budowy krzywej jest takie „uzupełnienie brakujących fragmentów” krzywej, aby wiarygodnie odzwierciedlała ona obowiązujące w danym momencie warunki rynkowe.

Współcześnie funkcjonują dwa główne podejścia do modelowania krzywych dochodowości. Pierwsze z nich zakłada badanie i opis dynamiki zmian stopy procentowej: punktem wyjścia jest stochastyczne równanie różniczkowe, którego parametry są estymowane na podstawie danych rynkowych. Drugie podejście, będące przedmiotem niniejszej rozprawy, opiera się na modelach statycznych, które pozwalają przedstawić krzywą dochodowości za pomocą odpowiednio dobranej funkcji przybliżającej dane rynkowe. Modele te nie uwzględniają zmienności stóp procentowych (ich stochastycznej natury), lecz odzwierciedlają aktualną sytuację na rynku¹⁷. Badania skupiły się na poszukiwaniu takich funkcji ciągłych, których własności pozwalają wiarygodnie szacować strukturę terminową nie tylko w pewne określone dni, ale by ich uniwersalność umożliwiła ich stosowanie niezależnie od sytuacji rynkowej (i potencjalnego kształtu krzywej dochodowości).

Spośród szeregu statycznych modeli krzywej dochodowości można wskazać dwa typy, które są często stosowane w polityce pieniężnej. Pierwszy polega na zastosowaniu funkcji, która przybliży bezpośrednio całą strukturę terminową

¹⁵ Y.P. Mehra: Some Key Empirical Determinants of Short-Term Nominal Interest Rates. „Economic Quarterly” Summer 1995, Vol. 81/3, Federal Reserve Bank of Richmond, s. 33-51.

¹⁶ Szerzej: M. Fisher: Forces That Shape the Yield Curve: Parts 1 and 2. Federal Reserve Bank of Atlanta, Working Paper 2001, No. 3, March 2001.

¹⁷ K. Jajuga określił te modele jako statyczne modele aproksymacji krzywej. Szerzej na temat klasyfikacji modeli stopy procentowej: K. Jajuga: Modelowanie stóp procentowych a narzędzia ekonometrii finansowej. Dynamiczne modele ekonometryczne. IX Ogólnopolskie Seminarium Naukowe, 6-8 września 2005, Toruń, s. 7-14.

spot lub *forward* (tzw. modele parametryczne, oszczędne). Drugi zakłada szacowanie struktury czynników dyskontowych za pomocą funkcji sklepanych, tworzących funkcję ciągłą.

Nie istnieje jednoznaczna odpowiedź na pytanie, który typ modeli jest korzystniejszy z punktu widzenia przydatności w polityce pieniężnej banku centralnego. W wielu przypadkach o wyborze danego modelu decyduje intuicja i poglądy badacza bądź też subiektywna decyzja instytucji, którą reprezentuje¹⁸. Raport BIS (2005)¹⁹ wskazuje, że we współczesnej polityce pieniężnej najczęstsze zastosowanie znajduje model funkcji sklepanych oraz dwa modele parametryczne: Nelsona-Siegela oraz jego rozszerzona wersja, model Svenssona.

Zastosowanie oszacowanej krzywej dochodowości jest wielorakie. Krzywe te są wykorzystywane przez praktycznie wszystkich uczestników rynku finansowego: banki oraz inne instytucje finansowe wyznaczają dziennie szereg krzywych dochodowości, aby wycenić swoje portfele w stosunku do rynku (ang. *mark to market*). Inwestorzy szacują krzywe dochodowości, aby znaleźć, opierając się na nich, aktywa w danym momencie niedowartościowane (w celu ich zakupu) i przewartościowane do sprzedaży²⁰. Krzywa dochodowości – ze względu na swą budowę i zależność pomiędzy stopami *spot* i *forward* – zawiera także informacje o tym, co rynek (inwestorzy) w danej chwili sądzi o przyszłości. Jako swoisty wskaźnik nastrojów rynkowych służy bankom centralnym do szacowania oczekiwań dotyczących aktualnie prowadzonej polityki pieniężnej.

Użycie modeli krzywej dochodowości do prowadzenia polityki pieniężnej ma krótką historię, sięgającą połowy lat 90. XX wieku. W krajach o dobrze rozwiniętym rynku finansowym szacowanie krzywej dochodowości na potrzeby polityki pieniężnej wiąże się z wykorzystaniem głównie modeli parametrycznych opartych na pracach Nelsona-Siegela i Svenssona, a także funkcji sklepanych. Te pierwsze – najpopularniejsze – znalazły zastosowanie w polityce pieniężnej Europejskiego Banku Centralnego, a także Narodowego Banku Polskiego (NBP).

Porównując metody szacowania struktury terminowej, M. Choudhry wskazuje na cztery podstawowe elementy determinujące wybór modelu: jakość dopasowania do danych rynkowych, zgodność z jednym z klasycznych typów

¹⁸ Szerzej: A.S. Barczak, J. Biolik: Podstawy ekonometrii. Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2003, s. 10-11.

¹⁹ BIS, Monetary and Economic Department: Zero-coupon yield curves: technical documentation. BIS Papers, October 2005, No. 25.

²⁰ Metoda poszukiwania papierów niedowartościowanych bądź przewartościowanych (tzw. metoda *cheap-dear*) została opracowana przez JP Morgan. Szerzej: J.N. Lobley: J.P. Morgan Yield Curve Model. Mimeo. Bond Index Group, J.P. Morgan 1989.

krzywej dochodowości, prostota oraz cel, w jakim model ma być wykorzystywany²¹.

Choć dla potrzeb zarządzania ryzykiem konieczna jest przede wszystkim dokładność dopasowania taka, by otrzymane wyniki mogły służyć wycenie instrumentu finansowego, polityka monetarna nie wymusza wielkiej precyzji szacunków – liczy się przede wszystkim prostota konstrukcji. Warunkiem akceptacji w praktyce jest jednak uzyskanie jednego z czterech podstawowych przebiegów krzywej: rosnącego, malejącego, płaskiego oraz z garbem.

Dodatkowo estymowaną krzywą powinien charakteryzować wysoki stopień: gładkości, elastyczności oraz stabilności. Cechy te są rozumiane specyficznie, a ich definicja odbiega od klasycznie rozumianych pojęć²².

O gładkiej krzywej można mówić w przypadku, gdy charakteryzuje się ona niewielką liczbą ekstremów. Dla potrzeb polityki pieniężnej nie jest konieczne, aby szacowana krzywa idealnie pasowała do każdej danej rzeczywistej. Chodzi o to, by model dobrze wskazywał poziom stóp będący odzwierciedleniem względnie jednolitych oczekiwań rynkowych. Jest to szczególnie istotne w przypadku stóp długoterminowych, dla których potencjalne zróżnicowanie nie ma uzasadnienia ekonomicznego – każde odstępstwo od ustalonego poziomu zostałoby natychmiast wykorzystane przez arbitrażystów.

Właściwa elastyczność modelu polega na tym, by oszacowana funkcja (krzywa dochodowości) reagowała w stopniu adekwatnym do występujących zmian rynkowych: oczekuje się większej wrażliwości krzywej w przypadku stóp krótkoterminowych (gdzie zmienność stóp jest znaczna), a mniejszej dla długoterminowych.

Stabilność modelu szacowania krzywej dochodowości wyraża się poprzez odporność na jednostkowe zmiany rentowności, czasem będące efektem przypadkowych bądź błędnych kwotowań. Ponieważ celem szacowania nie jest ścisłe dopasowanie do danych rzeczywistych, pojedyncze zmiany rentowności nie powinny mieć decydującego wpływu na przebieg krzywej dochodowości.

Nie jest możliwe jednoznaczne wskazanie najlepszego modelu szacowania krzywej dochodowości. W krajach rozwijających się (w tym także i w Polsce) niedostatek danych wymusza stosowanie modeli parametrycznych, jednakże wraz z rozwojem rynków finansowych popularność funkcji sklepanych (które wymagają przynajmniej dwunastu płynnych kwotowań) zapewne wzrośnie.

²¹ M. Choudhry: *The Market Yield Curve and Fitting the Term Structure of Interest Rates*. W: *The handbook of fixed income securities*. Ed. F.J. Fabozzi. McGraw-Hill, New York 2005, s. 965.

²² Za: N. Anderson, J. Sleah: *New estimates of the UK real and nominal yield curves*. „Bank of England Quarterly Bulletin”, November 1999, s. 384-392.

Dodatkowym elementem brany pod uwagę przy wyborze modeli dla potrzeb polityki pieniężnej jest – oprócz samej konstrukcji – cel ich stosowania. W przypadku analizy długoterminowej, dotyczącej wyodrębniania oczekiwań inflacyjnych, istotnym elementem determinującym wybór modelu będzie stabilność tego fragmentu szacowanej krzywej, który odzwierciedla poziom stóp długoterminowych.

Konieczność dokonania analizy krótkoterminowej, najczęściej w celu wyodrębnienia oczekiwań krótkoterminowych, wymaga, aby stosowany model cechował się elastycznością niezbędną do odzwierciedlenia częstych zmian, jakie zachodzą w przypadku stóp o krótkim terminie zapadalności. Okazuje się, że w takim przypadku, przy niewielkiej liczbie dostępnych danych, korzystanie z modeli parametrycznych, pozwalających na bezpośrednie szacowanie krzywej *forward*, jest korzystniejsze niż uzyskiwanie jej z krzywej dyskontowej (jak to jest w modelu funkcji sklepanych)²³.

Opinię tę potwierdza Filipović, który do walorów modeli parametrycznych zalicza: szeroki wachlarz otrzymanych postaci szacowanej krzywej dochodowości, prostotę modelu (niewielką liczbę parametrów), gładkość otrzymanej krzywej oraz kompatybilność z modelami dynamicznymi stopy procentowej²⁴. Dodatkowo Diaz, Jareno i Navarro (2009) podkreślają możliwość ekstrapolacji pozwalającą uzyskać stopy o zapadalnościach dłuższych niż pozyskane z rynku, a także intuicyjną interpretację parametrów²⁵.

3. Wykorzystanie modeli krzywej dochodowości w warunkach polskich

Polskie doświadczenia dotyczące modelowania krzywej dochodowości nie mają długiej historii. M. Stamirowski (1999) przedstawił pierwsze próby szacowania terminowej struktury stóp procentowych na podstawie parametrycznego modelu Nelsona-Siegela. Dokonane szacunki przeprowadzone były na podstawie danych obejmujących kwotowania wybranych bonów skarbowych oraz obligacji²⁶.

²³ L. Martellini, P. Priaulet, S. Priaulet: *Fixed Income Securities*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2003, s. 143.

²⁴ Za: D. Filipović: *Term-Structure Models*. A graduate course. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2009, s. 52.

²⁵ Por: A. Diaz, F. Jareno, E. Navarro: *Term structure of volatilities and yield curve estimation methodology*. „Quantitative Finance”, April 2011, Vol. 11, No. 4, s. 573-586.

²⁶ M. Stamirowski: *Empirical application of the „Nelson and Siegel” parsimonious zero-coupon yield curve model*. NBP, Paper No. 16, Warsaw 1999.

Następnie problem ten rozwinęli I. Stępiak i J. Zieliński (2000), budując krzywe dochodowości przy wykorzystaniu modelu Svenssona na wtórnym rynku obligacji skarbowych²⁷. Ze względu na krótki horyzont czasowy dostępnych wówczas instrumentów, a także na wielkość obrotów, oba badania miały raczej charakter informacyjny, prezentujący możliwości interpretacyjne krzywych dochodowości.

M. Świętoń (2002) badał możliwości estymacji krzywej dochodowości na rynku papierów dłużnych (bonów oraz obligacji skarbowych) za pomocą modelu Nelsona-Siegela. Analiza potencjału informacyjnego krzywej dochodowości pozwoliła potwierdzić prawdziwość czystej teorii oczekiwań w krótkim terminie (do jednego miesiąca), natomiast w horyzoncie rocznym – teorii oczekiwań ze stałą premią czasową²⁸.

G. Cięciwa (2003) scharakteryzował możliwości modelowania krzywej dochodowości przy użyciu metody bootstrappingu²⁹, natomiast pierwsze próby estymacji krzywej rynku pieniężnego za pomocą modelu funkcji sklepanych przedstawił E. Gurazdowski (2003)³⁰. K. Liberadzki i J. Wójcik (2006) wskazali z kolei nowe kierunki estymacji krzywej dochodowości z wykorzystaniem algorytmu genetycznego³¹.

M. Marciniak (2006) porównał model Svenssona oraz funkcji sklepanych dla danych z rynku obligacji. Wskazał wady i zalety każdego z modeli z uwzględnieniem cech rynku polskiego, charakteryzującego się średnią płynnością. Dokonał także próby wykorzystania krzywej dochodowości do zbadania wpływu nieprzewidywanych zdarzeń na rynek finansowy³².

P. Kliber (2009) dokonał analizy porównawczej trzech modeli: Nelsona-Siegela, Svenssona oraz funkcji sklepanych na podstawie danych z rynku obligacji uzupełnionych stawkami WIBOR. Dodatkowo przeprowadził analizę zmienności stóp spot uzyskanych w wyniku estymacji modelu³³.

²⁷ I. Stępiak, J. Zieliński: Estymacja i interpretacja zerokuponowej krzywej dochodowości. *Materiały i Studia NBP* 2000, nr 108.

²⁸ A. Szyszka: *Op. cit.*, s. 21.

²⁹ G. Cięciwa: Wyznaczanie krzywych dochodowości metodą zmodyfikowanego bootstrappingu. *„Bank i Kredyt”* 2003, nr 2, s. 81-86.

³⁰ E. Gurazdowski: Wykorzystanie modelu zmiennej sztywności krzywej stop terminowych do przybliżania krzywej rynku pieniężnego. *„Bank i Kredyt”* 2003, nr 2, s. 87-91.

³¹ K. Liberadzki, J. Wójcik: Wyznaczanie zerokuponowej krzywej dochodowości z wykorzystaniem hybrydowego algorytmu genetycznego. *„Bank i Kredyt”* 2006, nr 2, s. 55-69.

³² M. Marciniak: Yield Curve Estimation at the National Bank of Poland. *„Bank i Kredyt”* 2006, nr 10, s. 52-74.

³³ P. Kliber: Estymacja struktury terminowej stóp procentowych w Polsce. *„Bank i Kredyt”* 2009, nr 40 (1), s. 107-122.

Podsumowanie

Polski bank centralny informuje o konstrukcji bezkuponowej krzywej dochodowości od 1999 roku, kiedy to w *Raportach o inflacji* przedstawione zostały pierwsze wyniki estymacji modelu Svenssona. Biorąc pod uwagę mało wówczas płynny polski rynek papierów skarbowych, horyzont konstruowanej krzywej wynosił 5 lat, a od I kwartału 2002 został wydłużony do 10 lat. Obecnie krzywa dochodowości stanowi istotny czynnik ułatwiający analizę oczekiwań rynkowych.

Działania Narodowego Banku Polskiego dowodzą rosnącej roli krzywej dochodowości w kształtowaniu współczesnej polityki pieniężnej w Polsce. Badania dotyczące modelowania krzywej służą coraz lepszemu pojmowaniu procesów transmisji, co powinno sprzyjać ograniczeniu roli działań interwencyjnych na rzecz łagodniejszych procesów ingerowania w oczekiwania rynkowe.

Literatura

- Anderson N., Sleah J.: New estimates of the UK real and nominal yield curves. „Bank of England Quarterly Bulletin”, November 1999.
- Andersson M., Diolen H., Sellin P.: Monetary Policy Signaling and Movements in the Swedish Term Structure of Interest Rates. Sveriges Riksbank Working Paper Series 2001, No. 132.
- Barczak A.S., Biolik J.: Podstawy ekonometrii. Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2003.
- Barucci E.: Financial markets theory: equilibrium, efficiency and information. Springer-Verlag, London 2003.
- BIS, Monetary and Economic Department: Zero-coupon yield curves: technical documentation. BIS Papers No. 25, October 2005.
- Choudhry M.: Analyzing and Interpreting the Yield Curve. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd, Singapore 2004.
- Choudhry M.: The Market Yield Curve and Fitting the Term Structure of Interest Rates. W: The handbook of fixed income securities. Ed. F.J. Fabozzi. McGraw-Hill, New York 2005.
- Cięciwa G.: Wyznaczanie krzywych dochodowości metodą zmodyfikowanego bootstrappingu. „Bank i Kredyt” 2003, nr 2.

- Diaz A., Jareno F., Navarro E.: Term structure of volatilities and yield curve estimation methodology. „Quantitative Finance”, April 2011, Vol. 11, No. 4.
- ECB: Monthly Bulletin. January 2006.
- Eijffinger S.C.W., Hoeberichts M.M.: Central Bank Accountability and Transparency: Theory and Some Evidence. Discussion Paper 6/00. Economic Research Centre of the Deutsche Bundesbank, November 2000.
- Ellison M., Valla N.: Learning, uncertainty and central bank activism in an economy with strategic interactions. ECB Working Paper No. 28, August 2000.
- Filipović D.: Term-Structure Models. A graduate course. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2009.
- Fisher M.: Forces That Shape the Yield Curve: Parts 1 and 2. Federal Reserve Bank of Atlanta, Working Paper 2001-3, March 2001.
- Focardi S.M., Fabozzi F.J.: The Mathematics of Financial Modeling and Investment Management. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2004.
- Gurazdowski E.: Wykorzystanie modelu zmiennej sztywności krzywej stop terminowych do przybliżania krzywej rynku pieniężnego. „Bank i Kredyt” 2003, nr 2.
- Jajuga K.: Modelowanie stóp procentowych a narzędzia ekonometrii finansowej. Dynamiczne modele ekonometryczne. IX Ogólnopolskie Seminarium Naukowe, 6-8 września 2005, Toruń.
- Jurek W.: Konstrukcja i analiza portfela papierów wartościowych o zmiennym dochodzie. Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 2001.
- Kliber P.: Estymacja struktury terminowej stóp procentowych w Polsce. „Bank i Kredyt” 2009, nr 40 (1).
- Liberadzki K., Wójcik J.: Wyznaczanie zerokuponowej krzywej dochodowości z wykorzystaniem hybrydowego algorytmu genetycznego. „Bank i Kredyt” 2006, nr 2.
- Lobley J.N., Morgan J.P.: Yield Curve Model. Mimeo. Bond Index Group, J.P. Morgan 1989.
- Marciniak M.: Yield Curve Estimation at the National Bank of Poland. „Bank i Kredyt” 2006, nr 10.
- Martellini L., Priaulet P., Priaulet S.: Fixed Income Securities. John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2003.
- Mehra Y.P.: Some Key Empirical Determinants of Short-Term Nominal Interest Rates. Federal Reserve Bank of Richmond, „Economic Quarterly” Summer 1995, Vol. 81/3.
- Roley V.V., Cellon G.H.: Monetary Policy Actions and Long-Term Interest Rates. „Economic Review”, Fourth Quarter 1995, Federal Reserve Bank of Kansas City.

- Shiller R.J., Campbell J.Y., Schoenholtz K.L.: Forward Rates and Future Policy: Interpreting the Term Structure of Interest Rates. „Brooking Papers on Economic Activity” 1983.
- Sławiński A.: Krzywa dochodowości. „Bank i Kredyt” 1996, nr 11.
- Sotomska-Krzysztofik P.: Jak Bank Szwecji wspiera stabilność finansową za pomocą polityki informacyjnej. „Bank i Kredyt” 2005, nr 1.
- Stamirowski M.: Empirical application of the „Nelson and Siegel” parsimonious zero-coupon yield curve model. NBP, Paper No. 16, Warsaw 1999.
- Stępiak I., Zieliński J.: Estymacja i interpretacja zerokuponowej krzywej dochodowości. Materiały i Studia NBP 2000, nr 108.
- Sundaresan S.: Fixed Income Markets and Their Derivatives. South-Western Thomson Learning 1997.
- Świętoń M.: Terminowa struktura dochodowości skarbowych papierów wartościowych w Polsce w latach 1998-2001. Materiały i Studia NBP 2002, nr 150.
- Taylor J.B.: Monetary Policy Rules. NBER Business Cycles Series, Vol. 31. The University of Chicago Press, Chicago 1999.
- Woodford M.: Interest and Prices. Princeton University Press, Princeton 2003.
- Ziarko-Siwiek U.: Ocena efektywności informacyjnej wybranych segmentów rynku finansowego w Polsce, Materiały i Studia NBP 2004, nr 178.

THE IMPORTANCE OF THE YIELD CURVE IN MONETARY POLICY

Summary

A yield curve which could be understood as a plot of zero-coupon rates for different terms plays an important role in monetary policy. For several years central banks have been extracting market expectations from yield curves to judge how its own monetary policy influences the market. In countries with well developed debt market central banks usually use cubic spline models or parsimonious models: Nelson-Siegel and Svensson one.

The aim of the paper is to describe the increasing role of yield curve building in monetary policy and to show this process on Polish market.