

Makroekonomia Zaawansowana

Ćwiczenia 7 – Rozwiązanie modelu DSGE, warunki Blancharda-Kahna

Andrzej Torój

Instytut Ekonometrii – Zakład Ekonometrii Stosowanej

Plan ćwiczeń

- 1 Procedura rozwiązania modelu
- 2 Rozwiązanie modelu w praktyce (Dynare)
- 3 Kiedy modelu nie da się rozwiązać i co to może oznaczać?

Plan prezentacji

- 1 Procedura rozwiązania modelu
- 2 Rozwiązanie modelu w praktyce (Dynare)
- 3 Kiedy modelu nie da się rozwiązać i co to może oznaczać?

Co to znaczy “rozwiązanie”?

Co to znaczy “rozwiązanie modelu” DSGE?

Model po log-linearyzacji to następujące równanie różnicowe z oczekiwaniami:

$$\mathbf{A}E_t\mathbf{x}_{t+1} = \mathbf{B}\mathbf{x}_t + \mathbf{C}\mathbf{f}_t \quad (1)$$

gdzie:

$\mathbf{x}_t$ – wektor wszystkich (log-linearyzowanych) zmiennych endogenicznych modelu

$\mathbf{f}_t$ – wektor wszystkich zaburzeń losowych (i ewentualnie zmiennych egzogenicznych).

Natomiast rozwiązany model jest postaci:

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{M}\mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{N}\boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (2)$$

Co to znaczy "rozwiązanie"?

NK_basic.mod a notacja **A**, **B**, **C**

$$AE_t \mathbf{x}_{t+1} = \mathbf{B} \mathbf{x}_t + \mathbf{C} \mathbf{f}_t$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.15 & -0.15 & & \\ & 0.5 & & & \\ & & 1 & & \\ & & & 1 & \\ & & & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_t y_{t+1} \\ E_t \pi_{t+1} \\ E_t i_t \\ E_t \pi_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & & & & \\ -0.03 & 1 & & & \\ 0.1 & 0.3 & 0.8 & & \\ & 1 & & & \\ & & & -0.5 & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ \pi_t \\ i_{t-1} \\ \pi_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{1t} \\ v_{2t} \\ v_{3t} \end{bmatrix}$$

Co to znaczy “rozwiązanie”?

Rozwiązanie modelu DSGE – literatura

- Algorytm opracowali Blanchard i Kahn (1980, *Econometrica*).
- Ogólniejsze, choć oparte na tym samym wzorcu postępowania proponują Uhlig(1999), Klein (2000) i Sims (2001).
- Ta prezentacja bazuje na wersji Kleina oraz podręczniku “Structural Macroeconometrics”.

Procedura rozwiązania (1)

Poddamy macierze **A** i **B** w równaniu (1) tzw. uogólnionej dekompozycji Schura (jest to jedyna operacja o dużym ciężarze obliczeniowym). Jej efektem są macierze **Q**, **Z**, **S** i **T** takie, że

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \mathbf{Q}^H \mathbf{S} \mathbf{Z}^H & \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Z} &= \mathbf{S} \\ \mathbf{B} &= \mathbf{Q}^H \mathbf{T} \mathbf{Z}^H & \mathbf{Q} \mathbf{B} \mathbf{Z} &= \mathbf{T} \end{aligned} \quad (3)$$

- **S** i **T** to macierze górne trójkątne,
- **Q** i **Z** – macierze unitarne
($\mathbf{Q} \mathbf{Q}^H = \mathbf{Q}^H \mathbf{Q} = \mathbf{Z} \mathbf{Z}^H = \mathbf{Z}^H \mathbf{Z} = \mathbf{I}$),
- indeks górny H oznacza hermitowską transpozycję (transpozycja plus zamiana liczb zespolonych na sprzężone, tj. zmiana znaku części urojonej),
- **S**, **T**, **Q** i **Z** są macierzami zespolonymi.

- Możliwych jest wiele rozwiązań tego problemu.
- Uogólnione wartości własne macierzy **A** i **B** to liczby λ takie, że:
$$\mathbf{Ax} = \lambda \mathbf{Bx}$$
 - Dla przypomnienia: dla jednej macierzy kwadratowej $n \times n$ mamy $\mathbf{Ax} = \lambda \mathbf{x}$ i n wartości własnych.
 - Tutaj również n , mogą to być liczby zespolone.
- W dekompozycji Schura – we wszystkich rozwiązaniach – uogólnione wartości własne $\lambda_i = \frac{T_{ii}}{S_{ii}}$. Rozwiązań jest więc tyle, ile możliwych sortowań wartości własnych.
- My wybieramy takie, w którym wartości S_{ii} oraz T_{ii} są tak posortowane na głównych przekątnych, aby λ_i rosły co do modułu wzdłuż głównej przekątnej.

Efektywność kodu

Lines where the most time was spent

Line Number	Code	Calls	Total Time	% Time	Time Plot
13	<code>[S,T,Q,Z] = reorder(S,T,Q,Z);</code>	1	0.002 s	50.0%	
36	<code>M = real((Z11/S11)*(T11/Z11)) ...</code>	1	0 s	0%	
28	<code>T11 = T(1:n1,1:n1);</code>	1	0 s	0%	
27	<code>Z11 = Z(1:n1,1:n1);</code>	1	0 s	0%	
26	<code>S11 = S(1:n1,1:n1);</code>	1	0 s	0%	
All other lines			0.002 s	50.0%	
Totals			0.004 s	100%	

W całej procedurze rozwiązania sortowanie to najbardziej czasochłonna operacja (zauważmy, że operacja związana z dekompozycją Schura zalicza się do kategorii “inne” i jest nawet krótsza niż wybranie bloku z macierzy).

Procedura rozwiązania (2)

Podstawiamy:

$$\tilde{\mathbf{x}}_t = \mathbf{Z}^H \mathbf{x}_t \quad (4)$$

Bez utraty ogólności rozważań rozróżniamy w wektorze $\mathbf{x}_t$ dwa bloki: $\mathbf{x}_{1,t}$, zawierający zmienne z góry ustalone w okresie t (takie, których wartość na okres t znamy już w okresie $t - 1$, np. wszystkie zmienne opóźnione – ang. *predetermined, state variables*) oraz $\mathbf{x}_{2,t}$, zawierający pozostałe zmienne (ang. *forward-looking, control variables*).

Mając dane (4) i po odpowiednim podziale macierzy górnych trójkątnych $\mathbf{S}$ i $\mathbf{T}$ oraz macierzy $\mathbf{Q}$ na bloki, możemy wyrazić (1) jako:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{S}_{11} & \mathbf{S}_{12} \\ \mathbf{0} & \mathbf{S}_{22} \end{bmatrix} E_t \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{x}}_{1,t+1} \\ \tilde{\mathbf{x}}_{2,t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{T}_{11} & \mathbf{T}_{12} \\ \mathbf{0} & \mathbf{T}_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{x}}_{1,t} \\ \tilde{\mathbf{x}}_{2,t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{Q}_1 \\ \mathbf{Q}_2 \end{bmatrix} \mathbf{c}_t \quad (5)$$

Procedura rozwiązania (3)

Dzięki temu, że macierze **S** i **T** są górne trójkątne, drugi blok przeddefiniowanego wektora $\tilde{x}_t$ został oddzielony od pierwszego, co pozwala zapisać dolny (blokowo) wiersz układu w następujący sposób:

$$\tilde{x}_{2,t} = T_{22}^{-1} S_{22} E_t \tilde{x}_{2,t+1} - T_{22}^{-1} Q_2 C f_t \quad (6)$$

- w bloku (2,2) na diagonalu macierzy **S** i **T** znalazły się elementy odpowiadające najwyższym co do modułu uogólnionym wartościom własnym
- *explosive eigenvalues* – to takie wartości własne, które co do modułu przekraczają 1
- dlatego wiersz 2 (blokowo) będziemy nazywać niestabilnym

Iterując równanie (6) w przód, podstawiając i wykorzystując prawo iterowanych oczekiwań (ang. *law of iterated expectations*, $E_t(E_{t+1}(x_{t+2})) = E_t x_{t+2}$), możemy zapisać $\tilde{x}_{2,t}$ jako następującą sumę:

$$\tilde{x}_{2,t} = \lim_{k \rightarrow \infty} (\mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{S}_{22})^k E_t \tilde{x}_{2,t+k} - \left[\sum_{k=0}^{\infty} (\mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{S}_{22})^k \mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{Q}_2 \mathbf{C} E_t \mathbf{f}_{t+k} \right] \quad (7)$$

Aby istniała skończona granica, a ciąg był zbieżny, $(\mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{S}_{22})^k$ musi dążyć do macierzy zerowej dla $k \rightarrow \infty$.

Kiedy ciąg jest zbieżny do zera?

Potęgowanie macierzy (*eigendecomposition*)

Wiemy z algebry, że $\mathbf{A}^k = \mathbf{V}\mathbf{L}^k\mathbf{V}^{-1}$, gdzie $\mathbf{V}$ – macierz złożona z pionowych wektorów własnych macierzy $\mathbf{A}$, $\mathbf{L}$ – macierz diagonalna zawierająca wartości własne macierzy $\mathbf{A}$ (odpowiednio do kolejności wektorów własnych w $\mathbf{V}$).

- Potęgowanie macierzy sprowadza się zatem do potęgowania macierzy diagonalnej z jej wartościami własnymi na przekątnej.
- To z kolei polega na potęgowaniu poszczególnych skalarów.
- A więc ciąg typu $\mathbf{A}^k$ jest zbieżny, jeżeli wartości własne macierzy $\mathbf{A}$ są co do modułu < 1 .

Kiedy nasz ciąg jest zbieżny do zera?

...gdy wartości własne $(\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{S}_{22})^k$ są co do modułu < 1 . Wiemy, że $\mathbf{S}$ i $\mathbf{T}$ (a zatem również $\mathbf{S}_{22}$ i $\mathbf{T}_{22}$) to macierze górne trójkątne. Można udowodnić lub sprawdzić obliczeniowo w Matlabie następujące fakty:

- Macierz $\mathbf{T}^{-1}\mathbf{S}$ jak również $\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{S}_{22}$ też jest górna trójkątna, a diagonalne elementy tej drugiej to równocześnie:
 - wartości własne macierzy $\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{S}_{22}$ (bo to macierz górna trójkątna);
 - odwrotności uogólnionych wartości własnych λ_i (por. definicja λ_i).
- Jeżeli w bloku (2,2) są tylko niestabilne wartości własne λ_i , czyli wyższe co do modułu od 1, to ich odwrotności (czyli wartości własne macierzy $\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{S}_{22}$) są stabilne.

Skończone rozwiązanie 7 istnieje więc, gdy w bloku (2,2) nie znajdują się żadne stabilne wartości własne.

Procedura rozwiązania (4)

Twierdzenie 1 Blancharda i Kahna (1980) – zaadaptowane do notacji

Jednoznaczne rozwiązanie istnieje wtedy i tylko wtedy, gdy liczba eksplodujących uogólnionych wartości własnych macierzy **A** i **B** (tzn. o module > 1) równa się liczbie zmiennych, które nie są z góry ustalone w t (tzn. długości wektora $\mathbf{x}_{2,t}$ i rozmiarowi bloku (2,2)).

Drugi z warunków Blancharda i Kahna głosi, że oczekiwane przyszłe wartości zmiennych egzogenicznych $\mathbf{f}_t$ nie mogą „zbyt szybko” eksplodować:

$$\forall t \quad \exists \bar{\mathbf{f}}_t \in \mathbb{R}^k, \theta_t \in \mathbb{R} \quad \forall i \geq 0 \quad -(1+i)^{\theta_t} \bar{\mathbf{f}}_t \leq E(\mathbf{f}_{t+i}) \leq (1+i)^{\theta_t} \bar{\mathbf{f}}_t \quad (8)$$

Dynare: check (1)

Przez wpisanie polecenia **check** do pliku *NK_basic_check.mod* sprawdzamy spełnienie warunków B-K:

EIGENVALUES:

Modulus Real Imaginary

0.7959 0.7885 0.1082

0.7959 0.7885 -0.1082

1.124 1.124 0.02624

1.124 1.124 -0.02624

There are 2 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus for
2 forward-looking variable(s)

The rank condition is verified.

Dynare: check (2)

Uwaga!

Jest tu pewna niekonsekwencja – gdy posługujemy się poleceniami Matlab/Octave `eig(A,B)` do obliczenia wartości własnych oraz `[S,T,Q,Z] = qz(A,B)` do dekompozycji Schura, uogólnione wartości własne wyliczane są tak, jakby $\lambda_i = \frac{S_{ii}}{T_{ii}}$, a nie $\lambda_i = \frac{T_{ii}}{S_{ii}}$ jak mówiliśmy wcześniej. Przez odwrotną definicję rozumowanie się odwraca i wówczas moglibyśmy oczekiwać tylu eksplodujących wartości własnych, ile jest zmiennych z góry ustalonych ($x_{1,t}$).

Procedura rozwiązania (5)

W większości modeli DSGE zakłada się autoregresyjną specyfikację składników losowych:

$$\mathbf{f}_t = \mathbf{\Phi} \mathbf{f}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (9)$$

przy czym $E_t \varepsilon_{t+k} = 0$, $k = 1, 2, \dots$. Stacjonarność procesu powoduje, że wszystkie wartości własne macierzy $\mathbf{\Phi}$ znajdują się wewnątrz koła jednostkowego, co pozwala obliczyć (10). Jako że $E_t \mathbf{f}_{t+k} = \mathbf{\Phi}^k \mathbf{f}_t$, możemy zapisać (10) jako:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{2,t} = -\mathbf{T}_{22}^{-1} \left[\sum_{k=0}^{\infty} \left(\underbrace{\mathbf{S}_{22} \mathbf{T}_{22}^{-1}}_{\mathbf{F}} \right)^k \underbrace{\mathbf{Q}_2 \mathbf{C}}_{\mathbf{G}} \underbrace{\mathbf{\Phi}}_{\mathbf{H}}^k \right] \mathbf{f}_t = -\mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{L} \mathbf{f}_t \quad (10)$$

Procedura rozwiązania (6)

Obliczamy elementy macierzy $\mathbf{L}$ używając operatora wektoryzacji:

$$\text{vec}(\mathbf{L}) = \left[\mathbf{I} - \mathbf{H}^T \otimes \mathbf{F} \right]^{-1} \text{vec}(\mathbf{G}) \quad (11)$$

Dowód:

Mnożymy lewostronnie $\mathbf{L}$ przez $\mathbf{F}$ i prawostronnie przez $\mathbf{H}$, otrzymując

$$\mathbf{FLH} = \sum_{i=0}^{+\infty} \mathbf{F}^{i+1} \mathbf{GH}^{i+1} = \sum_{i=1}^{+\infty} \mathbf{F}^i \mathbf{GH}^i. \text{ Zauważamy, że jedyną różnicą}$$

między tą sumą a $\mathbf{L}$ jest pierwszy składnik: $\mathbf{G}$, a więc $\mathbf{L} - \mathbf{FLH} = \mathbf{G}$.

Wektoryzujemy obie strony, używając macierzowej tożsamości

$$\text{vec}(\mathbf{ABC}) = (\mathbf{C}^T \otimes \mathbf{A}) \text{vec}(\mathbf{B}), \text{ otrzymując}$$

$$\text{vec}(\mathbf{L}) - \mathbf{H}^T \otimes \mathbf{F} \cdot \text{vec}(\mathbf{L}) = \text{vec}(\mathbf{G}). \text{ Powyższe równanie może zostać}$$

lewostronnie pomnożone przez $(\mathbf{I} - \mathbf{H}^T \otimes \mathbf{F})^{-1}$, o ile ta macierz jest nieosobliwa.



Procedura rozwiązania (7)

Wykorzystujemy rozwiązanie ze względu na część niestabilną, (10), w górnej części układu (5):

$$\mathbf{S}_{11}E_t\tilde{\mathbf{x}}_{1,t+1} - \mathbf{S}_{12}\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{L}\Phi\mathbf{f}_t = \mathbf{T}_{11}\tilde{\mathbf{x}}_{1,t} - \mathbf{T}_{12}\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{L}\mathbf{f}_t + \mathbf{Q}_1\mathbf{C}\mathbf{f}_t \quad (12)$$

Procedura rozwiązania (8)

Zapisując (4) z konsekwentnym wykorzystaniem podziału na bloki oraz zależności (10), otrzymujemy:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}_{1,t} \\ \mathbf{x}_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{11} & \mathbf{Z}_{12} \\ \mathbf{Z}_{21} & \mathbf{Z}_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{x}}_{1,t} \\ -\mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{L} \mathbf{f}_t \end{bmatrix} \quad (13)$$

Pozwala nam to wyrazić $\tilde{\mathbf{x}}_{1,t}$ w zależności od $\mathbf{x}_{1,t}$:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{1,t} = \mathbf{Z}_{11}^{-1} \mathbf{x}_{1,t} + \mathbf{Z}_{11}^{-1} \mathbf{Z}_{12} \mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{L} \mathbf{f}_t \quad (14)$$

Procedura rozwiązania (9)

Wykorzystując równanie (14) w (12) oraz fakt, że wektor $\mathbf{x}_{1,t+1}$ jest z góry ustalony w t , tzn. $\mathbf{x}_{1,t+1} = E_t \mathbf{x}_{1,t+1}$, otrzymujemy:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_{1,t+1} = & \mathbf{Z}_{11} \mathbf{S}_{11}^{-1} \mathbf{T}_{11} \mathbf{Z}_{11}^{-1} \mathbf{x}_{1,t} + \\ & + \left[\mathbf{Z}_{11} \mathbf{S}_{11}^{-1} (\mathbf{T}_{11} \mathbf{Z}_{11}^{-1} \mathbf{Z}_{12} - \mathbf{T}_{12}) \mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{L} + \right. \\ & \left. - (\mathbf{Z}_{12} - \mathbf{Z}_{11} \mathbf{S}_{11}^{-1} \mathbf{S}_{12}) \mathbf{T}_{22}^{-1} \mathbf{L} \boldsymbol{\Phi} + \mathbf{Z}_{11} \mathbf{S}_{11}^{-1} \mathbf{Q}_1 \mathbf{C} \right] \mathbf{f}_t \end{aligned} \quad (15)$$

Procedura rozwiązania (10)

Z kolei część $\mathbf{x}_{2,t}$ może być wyrażona w zależności od $\mathbf{x}_{1,t}$ oraz $\mathbf{f}_t$ przy pomocy równań (13) oraz (14):

$$\mathbf{x}_{2,t} = \mathbf{Z}_{21}\mathbf{Z}_{11}^{-1}\mathbf{x}_{1,t} + (\mathbf{Z}_{21}\mathbf{Z}_{11}^{-1}\mathbf{Z}_{12} - \mathbf{Z}_{22})\mathbf{T}_{22}^{-1}\mathbf{L}\mathbf{f}_t \quad (16)$$

Równania (15) i (16) stanowią rozwiązanie modelu (1). Z elementów zapisanych powyżej macierzy można ułożyć macierze $\mathbf{M}$ i $\mathbf{N}$ w równaniu (2).

Plan prezentacji

- 1 Procedura rozwiązania modelu
- 2 Rozwiązanie modelu w praktyce (Dynare)
- 3 Kiedy modelu nie da się rozwiązać i co to może oznaczać?

- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡

Plan prezentacji

- 1 Procedura rozwiązania modelu
- 2 Rozwiązanie modelu w praktyce (Dynare)
- 3 Kiedy modelu nie da się rozwiązać i co to może oznaczać?

Warunki Blancharda-Kahna

Twierdzenie 1 Blancharda i Kahna (1980)

Jednoznaczne rozwiązanie istnieje wtedy i tylko wtedy, gdy liczba eksplodujących uogólnionych wartości własnych macierzy **A** i **B** (tzn. wyższych niż 1) równa się liczbie zmiennych, które nie są z góry ustalone (tzn. długości wektora $\mathbf{x}_{2,t}$).

- A co, jeżeli ten warunek nie jest spełniony?
- Wówczas nieskończona suma (7) nie jest zbieżna (brak rozwiązania) albo całej operacji nie da się przeprowadzić jednoznacznie, tzn. sortowanie elementów macierzy wg malejących modułów uogólnionych wartości własnych nie jest jedynym dopuszczalnym sortowaniem.

Niespełnienie warunków B-K

- ❶ Przypadek 1: liczba eksplodujących uogólnionych wartości własnych za duża, przekracza liczbę zmiennych, które nie są z góry ustalone. Nie istnieje jednoznaczne rozwiązanie modelu.
- ❷ Przypadek 2: liczba eksplodujących uogólnionych wartości własnych za mała, niższa od liczby zmiennych, które nie są z góry ustalone. Nie istnieje żadne stabilne rozwiązanie modelu.

Niespełnione warunki B-K

...w standardowym modelu mogą oznaczać prosty błąd specyfikacji albo bezsensowne wartości parametrów strukturalnych. W niestandardowym modelu oznaczają jednak zwykle duże kłopoty. Należy bowiem gruntownie przeanalizować stabilność modelu od strony ekonomicznej (co nie zawsze jest czytelne i intuicyjne).

Złamane warunki B-K: przykład

- Spróbujmy w naszym modelu nowokeynesowskim zmienić wartość parametru γ_π w regule Taylora z 1,5 na 0,5. Jaki jest efekt?

There are 1 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus for 2 forward-looking variable(s)
The rank condition ISN'T verified!

- Ogólnie warunki B-K niespełnione (rozwiązanie nie istnieje), gdy ten parametr < 1 . Mówimy, że wówczas jest złamana tzw. **zasada Taylora** (Taylor principle – zob. np. *Taylor, 1993*).

Złamanie zasady Taylora

Co to oznacza?

- Nominalna stopa procentowa rośnie o mniej niż 1 w odpowiedzi na jednostkowy wzrost stopy inflacji.
- Jeżeli taką regułę decyzyjną wbudujemy w oczekiwania konsumentów, to realna stopa procentowa *ex ante* spadnie. To oznacza pobudzenie konsumpcji i dalszy wzrost inflacji, nawet w długim okresie.
- Tworzy się tzw. *sunspot equilibrium*, tzn. zachowanie systemu nie jest determinowane polityką pieniężną, tylko przypadkowymi ścieżkami oczekiwanych szoków.
- W takiej sytuacji mówimy o pasywnej polityce pieniężnej. Davig i Leeper (2007) pokazują, że taka sytuacja jest możliwa do utrzymania w krótkim okresie (w bardziej skomplikowanym modelu).

Zadanie

- 1 Stwórz kod Matlaba/Octave, który ręcznie odtworzy funkcje reakcji na wybrany impuls modelu NK za pomocą macierzy **M** i **N** stworzonych przez Dynare. Porównaj uzyskane wyniki z wynikami analizy IRF w ramach polecenia **stoch_simul** z Dynare.
- 2 Następnie zmodyfikuj stworzony kod w taki sposób, by zaprezentować efekty pojawienia się tego impulsu (w sposób nieoczekiwany) dwa razy pod rząd.