

Krzywa Beveridge'a i przepływy na rynku pracy w dynamicznym modelu dopasowań i poszukiwań z endogeniczną biernością zawodową i bezrobociem



**ibs**

INSTYTUT BADAŃ STRUKTURALNYCH

[www.ibs.org.pl](http://www.ibs.org.pl)

Marek Antosiewicz\*, Maciej Bukowski†, Paweł Kowal‡

**IBS WORKING PAPER #02/2011**

## Streszczenie

W artykule konstruujemy model typu DSGE rozwijający podstawowy model poszukiwań i dopasowań na rynku pracy pochodzący od Mortensena i Pissaridesa (1994). Naszym zasadniczym celem jest dekompozycja osób niepracujących na dwie grupy: osoby nieaktywne zawodowo oraz osoby bezrobotne, w sposób umożliwiający modelowanie pełnej, dziewięcioelementowej, tablicy przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy - zatrudnieniem, bezrobociem i biernością zawodową. W modelu przyjmujemy, że osoby niepracujące wysyłają oferty pracy zgodnie z procesem Poissona modyfikując intensywność tego procesu a tą drogą oczekiwaną wartość znalezienia pracy. Dekompozycja osób niepracujących na osoby bezrobotne oraz bierne odbywa się, w zgodzie z praktyką statystyczną stosowaną w badaniach typu LFS w Unii Europejskiej czy CPS w USA, na podstawie tego, czy dana jednostka w przeciągu ostatniego miesiąca przed momentem wykonywania badania wysłała przynajmniej jedną ofertę pracy czy nie. Dowodzimy, że tak rozszerzony model RBC z frycjami na rynku pracy jest zdolny zarówno do odwzorowania przepływów jak i do jakościowo i ilościowo poprawnego odzwierciedlenia cyklicznych własności bezrobocia, bierności zawodowej, zatrudnienia, płac oraz wakatów. W szczególności w modelu występuje bliska obserwowanej skali przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy, a także wyraźna antycykliczność bezrobocia i ujemna korelacja między wakatami a bezrobociem, a więc jakościowo poprawna krzywa Beveridge'a. Własności tej nie mają standardowe modele poszukiwań i dopasowań w których korelacja między wakatami i bezrobociem jest dodatnia, a zmienność bezrobocia w cyklu koniunkturalnym niska. Kluczowe znaczenie dla zdolności modelu do odzwierciedlenia faktów empirycznych ma wyróżnienie w obrębie gospodarstwa domowego grupy osób o niższej produktywności pracy, które relatywnie częściej koncentrują się na produkcji domowej, pozostając zawodowo bierne częściej niż osoby bardziej produktywne.

**JEL classification:** E24; J22; J64

**Keywords:** Labor supply; Labor market frictions; Beveridge curve.

---

\*Instytut Badań Strukturalnych, marek.antosiewicz@ibs.org.pl

†Instytut Badań Strukturalnych i Szkoła Główna Handlowa, maciej.bukowski@ibs.org.pl

‡Instytut Badań Strukturalnych, pawel.kowal@ibs.org.pl

# 1 Wprowadzenie

W zapoczątkowanym artykułami Kydlanda i Prescottta (1982) oraz Hansena (1985) głównym nurcie literatury ekonomicznej poświęconej modelowaniu cyklu koniunkturalnego przedstawienie rynku pracy redukuje się do Walrasowskiego wyboru między zatrudnieniem a czasem wolnym (brakiem zatrudnienia). Modele tego typu nie pozwalają więc na analizowanie jednoczesnego współwystępowania na rynku osób poszukujących pracy i niezapełnionych stanowisk w firmach. Cechy tej nie ma, zaproponowane przez Merz (1995) oraz Andolfatto (1996) rozszerzenie integrujące modele RBC z pochodzącym od Mortensena i Pissaridesa (1984) mechanizmem poszukiwań i dopasowań. Jednak rozróżnienie między bezrobociem a biernością zawodową jest w nim nieostre ze względu na sposób modelowania w nich podaży pracy. Albo jest ona w pełni elastyczna i de facto wszyscy członkowie gospodarstwa domowego są aktywni ekonomicznie tj. zatrudnieni lub bezrobotni, albo pewna ich grupa znajduje się permanentnie poza rynkiem pracy tworząc odrębną populację osób biernych. Stosunkowo nieliczni autorzy tej gałęzi literatury przedmiotu (por. m.in. Tripier (2003), Ebell (2008), Veracierto (2008)) wprowadzają rozróżnienie między wszystkimi trzema stanami (ang. margins) na rynku pracy - zatrudnieniem, bezrobociem i biernością zawodową. Jednak zaproponowana przez nich forma endogenizacji decyzji o aktywności ekonomicznej uniemożliwia odtworzenie w tych modelach pełnej macierzy przepływów rynkowych. Kwestię tę podjęli Garibaldi and Wasmer (2005) oraz Krussel et al. (2011) konstruując proste wersje neoklasycznego modelu wzrostu z dotykającymi w sposób idiosynkratyczny poszczególne jednostki szokami rynku pracy lub produktywności. Odtworzenie zgodnego z obserwacjami stacjonarnego rozkładu przepływów między stanami na rynku pracy możliwe jest w tych modelach jednak tylko w sytuacji gdy na rynku obok szoków agregatowych, występują także idiosynkratyczne zaburzenia dotyczące poszczególne jednostki. W niniejszym artykule pokazujemy, że heterogenizacja ex-post gospodarstw domowych nie jest konieczna do tego, aby odzwierciedlić pełną, dziewięcioelementową macierz przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy. Pokazujemy, że wystarcza do tego model typu RBC z elastyczną podażą pracy wyposażony w dodatkowe frykcje zgodne z klasycznym modelem poszukiwań i dopasowań. W odróżnieniu od Garibaldiego and Wasmera (2005) oraz Krussela et al. (2011) nie ograniczamy się przy tym do przedstawienia stacjonarnych własności modelu, lecz przeprowadzamy także analizę jego własności cyklicznych. Nasz model odróżnia się od innych proponowanych w literaturze przedmiotu modeli typu RBC, w tym w szczególności od najbliższego mu pod względem konstrukcyjnym modelu Ebell (2008), sposobem przedstawienia procesu poszukiwania pracy przez gospodarstwa domowe. Przyjmujemy, że osoby niepracujące wysyłają swoje oferty zgodnie z procesem Poissona o intensywności, którą mogą modyfikować za cenę zmniejszenia własnej konsumpcji. Dekompozycji grupy niepracujących na osoby bezrobotne oraz bierne dokonujemy zgodnie z praktyką statystyczną stosowaną w badaniach typu LFS w Unii Europejskiej czy CPS w USA, na podstawie tego, czy dana jednostka w przeciągu ostatniego miesiąca przed momentem wykonywania badania wysłała przynajmniej jedną ofertę pracy czy nie. Dowodzimy, że zaproponowany przez nas sposób rozszerzenia modelu RBC z niewalrasowskim rynkiem pracy w duchu Mortensena i Pissaridesa (1984) umożliwia nie tylko odzwierciedlenie stacjonarnych wartości przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy, lecz także odtworzenie cyklicznych własności bezrobocia, bierności zawodowej, zatrudnienia, płac oraz wakatów. W szczególności w naszym modelu, podobnie jak w modelu Ebell (2008), występuje wyraźna antycykliczność bezrobocia i ujemna korelacja między bezrobociem i wakatami, a więc jakościowo

poprawna krzywa Beveridge'a. Własności tej nie mają standardowe modele poszukiwań i dopasowań w których korelacja między wakacjami i bezrobociem jest dodatnia, a zmienność bezrobocia w cyklu koniunkturalnym niska. Porównanie innych momentów empirycznych w naszym modelu i modelu Ebell (2008) wskazuje na duże podobieństwo ich własności cyklicznych. Nasz model nie wymaga jednak do odzwierciedlenia obserwowanych własności agregatów makroekonomicznych i rynku pracy przyjęcia szczególnej strategii kalibracyjnej, a przede wszystkim agregacji czasowej danych miesięcznych do kwartalnych. Dodatkowo, dzięki powiązaniu bezrobocia, bierności zawodowej i zatrudnienia pełną macierzą przepływów, umożliwia on analizę współzależności między tymi zmiennymi w cyklu koniunkturalnym, a w szczególności formułowanie przewidywań co do wpływu jakie obserwowane w przekroju międzynarodowym znaczące różnice w podaży pracy, wywierają na zmienność bezrobocia w cyklu koniunkturalnym. Najważniejsze znaczenie dla zdolności modelu do odtworzenia empirycznej macierzy przepływów na rynku pracy oraz własności cyklicznych głównych agregatów makroekonomicznych, ma wyróżnienie w obrębie gospodarstwa domowego grup osób o różnej produktywności pracy. Postępujemy tu co do idei podobnie jak Haefke i Reiter (2006), wprowadzając do modelu mechanizm ekonomiczny powodujący, że osoby o niskiej produktywności relatywnie częściej koncentrują się na produkcji domowej, pozostając zawodowo bierne częściej niż osoby bardziej wydajne. W efekcie wysiłek w poszukiwanie pracy wkładają przede wszystkim jednostki bardziej produktywne, które częściej rejestrowane są jako osoby bezrobotne. Obniża to intensywność przepływów między zatrudnieniem a biernością zawodową umożliwiając kalibrację macierzy przepływów.

Przedstawiony model pokazuje, że krytyka Shimera (2005) modeli RBC uzupełnionych o mechanizm poszukiwań i dopasowań na rynku pracy oraz negocjacje płacowe typu Nasha wydaje się być przedwczesna. Wbrew argumentacji tego autora model tej klasy jest nie tylko zdolny do odzwierciedlenia ujemnej korelacji między bezrobociem i wakacjami w cyklu koniunkturalnym, lecz także, w sposób jakościowo poprawny, oddaje zachowanie się w nim innych agregatów rynku pracy. Nieco zbyt silna procykliczność inwestycji, produktywności oraz płac w modelu mogą być konsekwencją tego, że poza samym mechanizmem poszukiwań i dopasowań na rynku pracy nie rozważamy w nim żadnych innych sztywności realnych w tym zwłaszcza sztywności płac i inwestycji. Z kolei to, że przewidywana przez model wariancja bezrobocia, mimo poprawy względem modelu standardowego, jest nadal zbyt niska w porównaniu z obserwacjami może być konsekwencją nieuwzględnienia w jego strukturze takich znanych z literatury mechanizmów jak on-the-job search czy endogeniczna destrukcja miejsc pracy. Kwestie te powinny stać się przedmiotem dalszych badań.

Artykuł jest zorganizowany następująco. W sekcji 2 przedstawiamy strukturę modelu. Sekcja 3 omawia jego kalibrację oraz jej współzależność z danymi empirycznymi dla USA i UE15. Z kolei w sekcji 4 omawiamy główne własności modelu w bazowej kalibracji oraz w kalibracji alternatywnej, w której eliminacji ulega heterogeniczność ex-ante członków gospodarstwa domowego. Sekcja 5 podsumowuje.

## 2 Struktura modelu

### 2.1 Gospodarstwo domowe

Reprezentatywne gospodarstwo domowe maksymalizuje oczekiwaną wartość w chwili zero dożywotniej użyteczności  $U_t$  z konsumpcji dóbr  $\tilde{C}_t$  daną rekurencyjnie przez:

$$U_t = \ln(\tilde{C}_t) + \beta E_t\{U_{t+1}\}, \quad (1)$$

gdzie parametr  $\beta$  określa stopę preferencji czasowej. Zakładamy, że formuje je continuum jednostek, które ubezpieczają siebie nawzajem od wahań dochodu spowodowanych epizodami bezrobocia i zatrudnienia. W obrębie całej, składającej się na gospodarstwo domowe, zbiorowości rozróżniamy przy tym  $I \geq 1$  różnych grup, różniących się wzajemnie od siebie produktywnością pracy. Niech symbol,  $\mathbb{I} = \{i_1, i_2, \dots, i_M\}$ , oznacza zbiór wszystkich możliwych typów członków gospodarstwa domowego. Wtedy  $0 \leq \phi_i \leq 1$  dla  $i \in \{1, \dots, M\}$  jest odsetkiem osób o produktywności  $A^i$ , przy czym  $\sum_{i \in \mathbb{I}} \phi_i = 1$ . W kolejnych sekcjach, dla ustalenia uwagi, rozpatrywać będziemy dwa przypadki, w których  $I = 1$  lub  $I = 2$ . W pierwszym wypadku, założymy, że cała populacja jest jednorodna pod względem produktywności pracy. W drugim, wyróżnimy natomiast dwa typy jednostek - o wysokiej i niskiej wydajności oznaczone odpowiednio indeksami  $H$  i  $L$ .

W okresie  $t \geq 0$  każdy z pracujących członków gospodarstwa domowego nieelastycznie oferuje jednostkę pracy, przy czym zmienna  $N_{t-1}$  oznacza, w związku z normalizacją populacji do jedności, jednocześnie łączną liczbę pracujących i wskaźnik zatrudnienia w gospodarce, w okresie  $t$ . Jednocześnie  $N_{t-1} = \sum_{i \in \mathbb{I}} N_{t-1}^i$  gdzie  $N_{t-1}^i$  jest liczebnością pracujących osób o produktywności  $A^i$ . Oznacza to, że w zgodzie z przyjętą konwencją czasową osoby zatrudnione w chwili  $t$  biorą udział w procesie produkcji dopiero okres później. Za swoją pracę każda osoba pracująca o produktywności  $A^i$  otrzymuje jednakową (w obrębie danej grupy) płacę  $W_t^i$ . Gospodarstwo domowe ponosi jednocześnie koszty poszukiwania pracy  $\Xi_t = \sum_{i \in \mathbb{I}} \Xi_t^i$ , które są zależne od liczby niepracujących każdego typu  $NE_t^i = 1 - N_{t-1}^i$  oraz od endogenicznie wybranych intensywności poszukiwania pracy  $e_t^i$ . Gospodarstwo domowe jest również właścicielem firm, które podejmują decyzje inwestycyjne i od których otrzymuje zagregowany zysk  $\Pi_t$ . Ograniczenie budżetowe gospodarstwa domowego przybiera więc postać

$$B_t + C_t + \Xi_t = B_{t-1}(1 + r_t) + \sum_{i \in \mathbb{I}} W_t^i N_{t-1}^i + \Pi_t. \quad (2)$$

gdzie  $C_t$  jest konsumpcją dóbr rynkowych, zaś  $B_t$  oznacza pozbawione ryzyka aktywa znajdujące się w gestii gospodarstw domowych i przynoszące jednookresową stopę zwrotu  $r_t$ . Ponieważ obligacje są wzajemnymi zobowiązaniami gospodarstw domowych, to ich podaż netto jest zerowa, a więc  $B_t = 0$ . Na całkowitą konsumpcję dóbr  $\tilde{C}_t$  składa się ponadto konsumpcja dobra domowego produkowanego przez niepracujących członków gospodarstwa domowego proporcjonalnie do liczby jego niepracujących członków. Zakładamy, że dobra rynkowe oraz dobra domowe są doskonale substytucyjne. Zatem

$$\tilde{C}_t = C_t + bNE_t. \quad (3)$$

dla parametru  $b$  określającego efektywność produkcji dóbr domowych.

## 2.2 Firma

Gospodarstwa domowe są właścicielami firm, które w chwili zero maksymalizują oczekiwaną wartość zdyskontowanego strumienia swoich przyszłych zysków  $\tilde{\Pi}_t$  daną przez:

$$\tilde{\Pi}_t = \lambda_t \Pi_t + \beta E_t \{ \tilde{\Pi}_{t+1} \}, \quad (4)$$

gdzie  $\lambda_t$  jest krańcową użytecznością gospodarstwa domowego z konsumpcji dóbr, zaś  $\Pi_t$  oznacza chwilowy zysk firmy wyrażony w jednostkach produktu finalnego  $Y_t$ . Tym samym,  $\lambda_t \Pi_t$  wyraża bieżący zysk firmy w jednostkach użyteczności gospodarstwa domowego. Produkcja dobra finalnego wymaga wykorzystania, będącego własnością firmy kapitału  $K_{t-1}$  oraz efektywnej pracy  $\sum_{i \in \mathbb{I}} A^i N_{t-1}^i$ . Technologia produkcji dana jest przy tym standardową funkcją Cobba-Douglasa:

$$Y_t = A_t K_{t-1}^\alpha \left( \sum_{i \in \mathbb{I}} A^i N_{t-1}^i \right)^{1-\alpha}, \quad (5)$$

gdzie  $A_t$  oznacza poziom technologii w okresie  $t$ , który jest z punktu widzenia firmy egzogeniczny. Parametr  $\alpha$  wyznacza elastyczność dochodu względem kapitału. Nie wyznacza on jednak automatycznie udziału pracy w dochodzie, gdyż ze względu na występujące frykcje na rynku pracy  $(1 - \alpha)$  jest równe nie udziałowi pracy w dochodzie, lecz udziałowi pracy w dochodzie powiększonym o nadwyżkę z nowo-tworzonych miejsc pracy  $M_t$ . Zatrudnienie nowych pracowników wiąże się z koniecznością otwarcia wakatów  $V_t$ , natomiast akumulacja kapitału zadana standardowym równaniem:

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t, \quad (6)$$

wymaga poniesienia bieżących wydatków inwestycyjnych  $I_t$  i wiąże się z deprecjacją wg stopy  $\delta$ . Ostatecznie, zysk chwilowy firmy dany jest przez

$$\Pi_t = Y_t - \sum_{i \in \mathbb{I}} W_t^i N_{t-1}^i - I_t - \varpi V_t, \quad (7)$$

gdzie  $\varpi$  oznacza jednostkowy koszt otwarcia wakatów.

## 2.3 Rynek pracy

Rozpatrujemy nie Walrasowski rynek pracy wyposażony w zmodyfikowaną wersję mechanizmu poszukiwań i dopasowań zaproponowanego przez Mortensena i Pissaridesa (1994). W każdym okresie dochodzi więc zarówno do destrukcji części starych miejsc pracy jak i utworzenia nowych. Symbolem  $s$  oznaczamy, zadany egzogenicznie, odsetek miejsc pracy podlegających separacji w każdym z okresów  $t$ . Zakładamy, że do separacji osoby pracującej i miejsca pracy dochodzi na końcu danego okresu. W konsekwencji, liczba osób pracujących ewoluuje zgodnie z równaniem:

$$N_t^i = (1 - s) N_{t-1}^i + M_t^i. \quad (8)$$

gdzie liczba zapełnianych nowych stanowisk  $M_t^i$  jest pochodną całkowitej liczby wakatów zgłoszonych przez firmy  $V_t$  oraz od liczby ofert pracy  $O_t^i$  wysłanych przez niepracujących o produktywności  $A^i$  do pracodawców między chwilą  $t$  i  $t + 1$ . W modelu zakładamy przy tym, że niepracujący wysyłają oferty pracy zgodnie z procesem Poissona o stałej w danym okresie intensywności  $e_t^i \times \Psi_t$ , przy czym zmienna  $e_t^i$  jest ustaloną w sposób endogeniczny liczbą ofert pracy wysyłanych przeciętnie przez jedną osobę niepracującą typu  $i \in \mathbb{I}$  w nieskończenie krótkim odcinku czasu

$d\tau$ , zaś  $\Psi_t$  jest egzogeniczną z punktu widzenia gospodarstwa domowego skutecznością pojedynczej oferty pracy. Innymi słowy  $e_t^i \times \Psi_t$  jest średnią liczbą skutecznych ofert pracy w jednostce czasu wśród osób o produktywności  $A^i$ . Niech  $NE_t^i(\tau)$ , dla  $\tau \in [0, 1)$ , oznacza liczbę osób niepracujących, które do chwili  $t + \tau$  nie znalazły zatrudnienia. Tym samym  $NE_t^i(0) = NE_t^i$ . Zapełnianie wolnych wakatów w trakcie trwania okresu  $(t, t + 1)$  odbywa się w sposób ciągły, jednak osoby, niezatrudnione w okresie  $t$ , które znalazły pracę w trakcie jego trwania podejmują ją, włączając się w proces produkcji w okresie następnym  $t + 1$ . Ponieważ proces wysyłania skutecznych ofert pracy jest procesem Poissona z parametrem  $e_t^i \times \Psi_t$ , to wewnątrzokresowa dynamika liczby osób bez zatrudnienia jest zadana równaniem różniczkowym zwykłym postaci

$$\frac{dNE_t^i(\tau)}{d\tau} = -e_t^i \Psi_t NE_t^i(\tau), \quad NE_t^i(0) = NE_t^i, \quad (9)$$

gdzie  $NE_t^i = 1 - N_{t-1}^i$  oznacza liczbę osób typu  $i \in \mathbb{I}$  niepracujących w okresie  $t$ . Rozwiązując powyższe równanie różniczkowe otrzymujemy dla  $\tau \in [0, 1)$ :

$$NE_t^i(\tau) = e^{-e_t^i \Psi_t \tau} NE_t^i. \quad (10)$$

Zauważmy, że liczba wszystkich ofert pracy wysłanych w całym okresie  $t$  (tj. między chwilą  $t$  i  $t + 1$ ) przez osoby niepracujące typu  $i \in \mathbb{I}$ :

$$O_t^i = e_t^i \int_0^1 NE_t^i(\tau) d\tau = \frac{1 - e^{-e_t^i \Psi_t}}{\Psi_t} NE_t^i. \quad (11)$$

Liczba dopasowań ofert pracy wysłanych przez osoby niepracujące do oferowanych przez firmy wakatów definiuje liczbę nowych miejsc pracy  $M_t$  utworzonych w okresie  $t$ , zgodnie z technologią dopasowań opisaną funkcją Cobba-Douglasa:

$$M_t = \Upsilon_t O_t^\psi V_t^{1-\psi}, \quad (12)$$

gdzie  $O_t = \sum_{i \in \mathbb{I}} O_t^i$  jest całkowitą liczbą zgłoszonych ofert pracy, zaś  $\Upsilon_t$  jest zadaną egzogenicznie efektywnością procesu dopasowań. Nowo zatrudnione osoby będą produktywne dopiero w okresie następnym. Jednocześnie  $M_t = \sum_{i \in \mathbb{I}} M_t^i$  gdzie

$$M_t^i = (1 - e^{-e_t^i \Psi_t}) \times NE_t^i, \quad (13)$$

jest liczbą wakatów zapełnionych przez osoby o produktywności  $A^i$ . Zauważmy, że skuteczność poszukiwania pracy  $\Psi_t$  przez osobę wkładającą w to jednostkowy wysiłek  $e_t^i = 1$  jest także przeciętną, makroekonomiczną szansą powodzenia zdefiniowaną jako iloraz liczby nowozatrudnianych pracowników do całkowitej liczby wysłanych ofert. Podobnie, prawdopodobieństwo zapełnienia wakatów  $\Phi_t$  można zdefiniować jako stosunek liczby nowych miejsc pracy do liczby otwartych wakatów. Formalnie rzecz biorąc

$$\Psi_t = \frac{M_t}{O_t}, \quad \Phi_t = \frac{M_t}{V_t}. \quad (14)$$

Podobnie, dla osób o produktywności  $A^i$ , można zdefiniować prawdopodobieństwa zapełnienia wakatów  $\Phi_t^i$  oraz prawdopodobieństwo znalezienia pracy przez jedną osobę niepracującą  $\tilde{\Psi}_t^i$ :

$$\Phi_t^i = \frac{M_t^i}{V_t}, \quad \tilde{\Psi}_t^i = \frac{M_t^i}{NE_t^i}. \quad (15)$$

Zmienne  $\Phi_t^i$ ,  $\Phi_t$  oraz  $\Psi_t$  są brane przez firmy oraz osoby poszukujące pracy jako dane. Z ekonomicznego punktu widzenia istotna jest zmienna

$$\theta_t = \frac{V_t}{O_t}. \quad (16)$$

definiująca tzw. zagęszczenie na rynku pracy w okresie  $t$ .

## 2.4 Negocjacje płacowe

Otwierając nowe miejsca pracy firmy nie mogą selekcjonować pracowników według ich produktywności. Mogą jednak ją uwzględnić w toku prowadzonych negocjacji płacowych odpowiednio dostosowując swoją ofertę płacową. Przystępując do negocjacji zarówno firmy jak i potencjalni pracownicy o produktywności  $A^i$  biorą pod uwagę bieżącą, oczekiwaną wartość jaką mogą uzyskać z zawarcia kontraktu. W wypadku firm wartość ta, oznaczona symbolem  $V_t^{F,i}$ , determinowana jest przyszłymi zyskami, a więc nadwyżką dodatkowej produkcji jaką przyniesie zatrudnienie kolejnego pracownika nad wypłacaną mu płacą. Jednocześnie przedsiębiorstwa analizują opcję alternatywną zatrudnienia osoby typu  $i \in \mathbb{I}$  jaką jest pozostawienie wakat niezapełnionym. Jej wartość dla firmy oznaczamy symbolem  $V_t^{V,i}$ . Jest ona uzależniona od bieżącego i przyszłego kosztu otwarcia wakat oraz oczekiwanych korzyści jakie firma może odnieść z jego zapełnienia przez pracownika o produktywności  $A^i$ . Podobnie, członkowie gospodarstwa domowego - osoby bezrobotne i zatrudnione - kalkulując wartość jaką przynosi im stan na rynku pracy w jakim się w danej chwili znajdują, wyznaczają odpowiednio  $V_t^{U,i}$  i  $V_t^{E,i}$ . W tym celu oceniają przyszły strumień własnej konsumpcji, biorąc pod uwagę bieżące dochody z produkcji domowej lub płacy, a także możliwość utrzymania lub zmiany swojego statusu na rynku pracy w kolejnym okresie. Wszystkie wartości  $V_t^{F,i}$ ,  $V_t^{U,i}$ ,  $V_t^{E,i}$  i  $V_t^V$  wyrażamy w jednostkach użyteczności gospodarstwa domowego, używając jako ceny względnej krańcowej użyteczności z konsumpcji  $\lambda_t$ . Formalnie rzecz biorąc dla wszystkich  $i \in \mathbb{I}$  spełnione są równania:

$$V_t^{F,i} = \lambda_t(X_t^i - W_t^i) + (1-s)\beta E_t\{V_{t+1}^{F,i}\}, \quad (17)$$

$$V_t^{U,i} = \lambda_t(b - \xi_t^i) + \beta E_t\{\tilde{\Psi}_t^i\{V_{t+1}^{E,i}\}\} + \beta E_t\{(1 - \tilde{\Psi}_t^i)V_{t+1}^{U,i}\} \quad (18)$$

$$V_t^{E,i} = \lambda_t W_t^i + (1-s)\beta E_t\{V_{t+1}^{E,i}\} + s\beta E_t\{V_{t+1}^{U,i}\}, \quad (19)$$

$$V_t^{V,i} = -\lambda_t\varpi + \beta\Phi_t^i E_t\{V_{t+1}^{F,i}\}. \quad (20)$$

przy czym zmienna  $\xi_t^i$  jest jednostkowym kosztem poszukiwania pracy przez osobę niepracującą w postaci

$$\xi_t^i = c_u \times (e_t^i - \bar{e}^i) + d_u \times (e_t^i - \bar{e}^i)^2, \quad (21)$$

$$\Xi_t^i = N E_t^i \times \xi_t^i. \quad (22)$$

gdzie  $c_u$  i  $d_u$  są parametrami definiującymi zachowanie się kosztu poszukiwania w cyklu koniunkturalnym, zaś  $\bar{e}$  jest stacjonarną wartością wysiłku wkładanego w poszukiwanie pracy przez osobę bezrobotną w jednostce czasu. Tym samym w stanie stacjonarnym koszt poszukiwania pracy jest znormalizowany do zera, lecz wzrasta w okresie recesji lub boomu gospodarczego. Ponadto  $X_t$  oznacza krańcową produktywność pracownika i jest dana równaniem:

$$X_t^i = (1 - \alpha) \times \frac{A^i Y_t}{\sum_{i \in \mathbb{I}} A^i N_{t-1}^i}. \quad (23)$$



Negocjowanie płacy odbywa się podobnie jak w standardowym modelu poszukiwań i dopasowań za pomocą mechanizmu negocjacji Nasha. Płaca  $W_t^i$  jest wyznaczona w taki sposób, by zmaksymalizować łączną nadwyżkę firm i gospodarstw domowych z zatrudnienia nowego pracownika o produktywności  $A^i$  zdefiniowaną jako:

$$W_t^i = \arg \max_{W_t^i} (V_t^{E,i} - V_t^{U,i})^\nu (V_t^{F,i})^{1-\nu}, \quad (24)$$

gdzie parametr  $\nu$  oznacza siłę przetargową gospodarstwa domowego podczas negocjacji. Oznacza to, że spełnione musi być równanie

$$(1 - \nu) \times (V_t^{E,i} - V_t^{U,i}) = \nu \times V_t^{F,i}, \quad (25)$$

które, po wykorzystaniu definicji  $V_t^{E,i}$ ,  $V_t^{U,i}$  i  $V_t^{F,i}$  pozwala wyznaczyć równanie płacowe w postaci:

$$W_t^i = (1 - \nu)(b - \xi_t^i) + \nu \left( X_t^i + \frac{\beta \tilde{\Psi}_t^i}{\lambda_t} E_t(V_{t+1}^{F,i}) \right) \quad (26)$$

Ponieważ firmy będą otwierać nowe wakaty, dopóki wartość z ich wystawiania będzie większa od zera, to w każdym okresie  $t$ :

$$V_t^{V,i} = 0, \quad (27)$$

z czego wynika, że optymalność ustalania liczby wakatów wymaga, aby w równowadze zachodziło następujące równanie

$$\lambda_t \varpi = \beta \Phi_t^i E_t \{ V_{t+1}^{F,i} \}. \quad (28)$$

które pozwala na wyrażenie płacy w sposób bezpośredni następującą zależnością

$$W_t^i = (1 - \nu)(b - \xi_t^i) + \nu \left( X_t^i + \varpi \frac{\tilde{\Psi}_t^i}{\Phi_t^i} \right). \quad (29)$$

zgodnie z którą, negocjowana płaca będzie tym większa im wyższa będzie produktywność nowego pracownika  $X_t^i$ , szansa znalezienia pracy przez osobę bezrobotną  $\tilde{\Psi}_t^i$ , a także koszty alternatywne niezawarcia kontraktu po stronie gospodarstwa domowego i firmy w postaci wkładu jaki osoba bezrobotna wnosi do produkcji domowej  $b$  i kosztu utrzymywania niezapełnionego wakatu  $\varpi$ . Płaca będzie natomiast tym niższa, im wyższy będzie koszt jej poszukiwania  $\xi_t^i$  oraz prawdopodobieństwo, że firma zapełni wolne stanowisko  $\Phi_t^i$ . Zauważmy, że wzrost siły przetargowej pracowników  $\nu$  przekładał się będzie na relatywne zwiększenie wpływu jaki na płacę mają produktywność pracy i cechy rynku pracy, zaś jej spadek zwiększy znaczenie zależności między efektywnością pracy domowej a jednostkowym kosztem poszukiwania pracy. Wszystkie te zależności mają naturalną interpretację ekonomiczną.

## 2.5 Przepływy na rynku pracy

Za osobę bezrobotną uznaje się kogoś kto nie ma pracy, a jednocześnie aktywnie jej poszukuje. Osoby bezrobotne i pracujące są z definicji aktywne na rynku pracy. Pozostałą część populacji klasyfikuje się jako zawodowo bierną (nieaktywną). Te, stosunkowo proste, definicje wiążą się z praktycznymi trudnościami pomiaru. W krajach Unii Europejskiej prowadzi się w tym celu oparte o jednolitą metodologię badanie ankietowe - Labor Force Survey - w którym respondentom w wieku 15-74 lat zadaje się pytania sprawdzające, czy: i) w okresie badanego tygodnia nie były

osobami pracującymi, ii) aktywnie poszukiwały pracy, tzn. podjęły konkretne działania w ciągu 4 tygodni (wliczając jako ostatni - tydzień badany), aby znaleźć pracę, iii) były gotowe (zdolne) podjąć pracę w ciągu dwóch tygodni następujących po tygodniu badanym. Spełnienie tych trzech kryteriów kwalifikuje daną osobę do grupy bezrobotnych. Zalicza się do niej także osoby, które nie poszukiwały pracy, ponieważ miały pracę załatwioną i oczekiwały na jej rozpoczęcie przez okres nie dłuższy niż 3 miesiące od chwili badania i były gotowe ją podjąć. Zauważmy, że w zgodzie z tą praktyczną definicją za bezrobotną nie zostanie uznana osoba, która nie miała pracy, a której ostatnia aktywność w kierunku jej znalezienia nastąpiła wcześniej niż miesiąc przed momentem badania. Cechę tę wykorzystujemy w modelu dzieląc niepracujących na nieaktywnych i bezrobotnych na podstawie tego, czy w przeciągu ostatniego miesiąca wysłali przynajmniej jedną ofertę pracy. Czas oczekiwania pomiędzy kolejnymi wydarzeniami (w tym przypadku wydarzeniem jest wysłanie oferty pracy) dla procesu Poissona dany jest przez rozkład wykładniczy. Tym samym liczba nieaktywnych oraz bezrobotnych osób typu  $i \in \mathbb{I}$  będzie dana odpowiednio przez ogon dystrybuanty oraz dystrybuantę w punkcie rozkładu wykładniczego z parametrem  $e_t^i$ . Ponieważ model kalibrowany jest do danych kwartalnych, a więc między  $t$  i  $t+1$  upływają trzy miesiące, to interesującym nas punktem będzie  $\tau = \frac{1}{3}$ . Osobami nieaktywnymi zawodowo są te osoby niepracujące, które w przeciągu ostatniego miesiąca nie wysłały ani jednej oferty. Prawdopodobieństwo, że czas oczekiwania na wysłanie pierwszej oferty będzie dłuższy niż jeden miesiąc wynosi  $\frac{-e_t^i}{3}$ . Oznacza to, że liczby osób biernych  $NA_t^i$ ,  $NA_t$  i bezrobotnych  $U_t^i$ ,  $U_t$  dane są równaniami:

$$NA_t^i = e^{-\frac{e_t^i}{3}} \times NE_t^i, \quad NA_t = \sum_{i \in \mathbb{I}} NA_t^i \quad (30)$$

$$U_t^i = (1 - e^{-\frac{e_t^i}{3}}) \times NE_t^i \quad U_t = \sum_{i \in \mathbb{I}} U_t^i. \quad (31)$$

Dla standardowego modelu rynku pracy z poszukiwaniami określenie przepływów pomiędzy pracującymi i niepracującymi jest proste. Prawdopodobieństwo przepływu ze stanu zatrudnienia do niepracujących jest dla osób o produktywności  $A^i$  wyznaczone bezpośrednio przez egzogeniczną stopę destrukcji  $\pi_t^{N,i} = 1 - s$ . Z kolei prawdopodobieństwo odwrotnego przepływu wynosi  $\pi_t^{NE,i} = 1 - e^{-e_t^i \Psi_t}$ . Dekomponując grupę niepracujących na bezrobotnych i nieaktywnych stajemy przed dwoma problemami. Po pierwsze, trzeba określić przepływy od bezrobotnych i nieaktywnych do zatrudnienia, a po drugie przepływy z zatrudnienia należy rozbić na dwa oddzielne strumienie - do bezrobotnych i biernych. W pierwszym przypadku bezpośrednio wykorzystujemy przyjętą definicję osoby nieaktywnej między  $t$  i  $t+1$  jako takiej, która w przeciągu ostatniego miesiąca przed momentem rejestracji nie wysłała żadnej oferty pracy. Osoba ta mogła jednak wysłać ofertę w okresie wcześniejszym. Ze względu na niezależność procesu ankietowania z procesem ofertowania zachodzi efekt próbkowania sygnału w czasie tj. możliwość zaklasyfikowania do osób biernych osób które wysłały ofertę pracy wcześniej niż miesiąc przed momentem wykonywania ankiety. Oznacza to, że także osoby zaklasyfikowane jako nieaktywne będą znajdować pracę, choć w ich populacji należy oczekiwać o mniejszego prawdopodobieństwa znalezienia pracy niż w wypadku całej populacji osób niezatrudnionych. Formalnie rzecz biorąc  $\pi_t^{NA,i} = 1 - e^{-\frac{2}{3}e_t^i \Psi_t}$ . Z kolei prawdopodobieństwo znalezienia pracy przez bezrobotnego jest równe stosunkowi liczby osób bez pracy, które znalazły pracę w okresie  $t$ , a które nie były zarejestrowane jako osoby bierne ze względu na efekt próbkowania, do całkowitej liczby bezrobotnych na początku tego okresu. Innymi słowy jest ono równe  $\pi_t^{U,i} = \frac{\pi_t^{NE,i} NE_t^i - \pi_t^{NA,i} NA_t^i}{U_t^i}$ . Wyznaczenie napływów do zatrudnienia umożli-

wia wyznaczenie napływów do pozostałych stanów na rynku pracy, dzięki podzieleniu ich pomiędzy nieaktywnych i bezrobotnych proporcjonalnie do wielkości obydwu grup. Oznaczmy symbolem  $\Theta_t^i(p, q)$  dla  $i \in \mathbb{I}$  oraz  $p, q \in \{N, U, NA\}$  wielkość przepływu na rynku pracy między stanem  $p$  i  $q$  ograniczonego do osób o produktywności  $A^i$ . Przykładowo  $\Theta_t^i(N, N) = \pi_t^{N,i}$  jest przepływem zatrudnienie-zatrudnienie, zaś  $\Theta_t^i(U, NA) = (1 - \pi_t^{U,i}) \times \frac{NA_t^i}{NE_t^i}$  przepływem bezrobocie-nieaktywność w obrębie grupy  $i \in \mathbb{I}$ . Całą macierz przepływów na rynku pracy dla osób o produktywności  $i \in \mathbb{I}$  przedstawia tablica 1:

Tablica 1: Przepływy między stanami na rynku pracy w modelu dla osób o produktywności  $i \in \mathbb{I}$

	$N_{t+1}^i$	$U_{t+1}^i$	$NA_{t+1}^i$
$N_t^i$	$\pi_t^{N,i}$	$(1 - \pi_t^{N,i}) \times \frac{U_t^i}{NE_t^i}$	$(1 - \pi_t^{N,i}) \times \frac{NA_t^i}{NE_t^i}$
$U_t^i$	$\pi_t^{U,i}$	$(1 - \pi_t^{U,i}) \times \frac{U_t^i}{NE_t^i}$	$(1 - \pi_t^{U,i}) \times \frac{NA_t^i}{NE_t^i}$
$NA_t^i$	$\pi_t^{NA,i}$	$(1 - \pi_t^{NA,i}) \times \frac{U_t^i}{NE_t^i}$	$(1 - \pi_t^{NA,i}) \times \frac{NA_t^i}{NE_t^i}$

Posługując się przepływami w obrębie poszczególnych grup osób, różniących się poziomem produktywności pracy, możliwe jest naturalne określenie przepływów zagregowanych  $\Theta_t(p, q)$ :

$$\Theta_t(p, q) = \sum_{i \in \mathbb{I}} \Theta_t^i(p, q) \times \frac{p^i}{p}. \quad (32)$$

gdzie za indeksy  $p, q$  należy dokonać formalnego podstawienia symboli  $N, U, NA$ .

## 2.6 Zaburzenia stochastyczne

Dla ustalenia uwagi rozpatrujemy jedno źródło zaburzeń makroekonomicznych w postaci szoku technologicznego  $\varepsilon_t$  będącego zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią  $\mu_A$  i wariancją  $\sigma_A^2$ . Formalnie rzecz biorąc

$$\ln(A_t) = \rho_A \ln(A_{t-1}) + \varepsilon_t. \quad (33)$$

gdzie parametr  $\rho_A$  jest autokorelacją procesu technologicznego zmiennej  $\ln(A_t)$ .

## 3 Parametryzacja

### 3.1 Dane empiryczne oraz kalibracja

Model kalibrujemy wykorzystując makroekonomiczne szeregi czasowe o częstotliwości kwartalnej dotyczące krajów UE15 oraz USA. Prawie wszystkie dane pochodzą z baz Eurostatu. Pierwszym wyjątkiem są dane dotyczące płac realnych oraz zasobu kapitału trwałego pochodzą odpowiednio z OECD oraz bazy danych KLEMS powstałej pod auspicjami Komisji Europejskiej. Drugim, przepływy pomiędzy stanami na rynku pracy, które wyznaczamy w oparciu o literaturę przedmiotu. Większość szeregów czasowych obejmuje okres od około połowy lat dziewięćdziesiątych do końca roku 2010, przy czym dla niektórych krajów i zmiennych szeregi są dłuższe. Wyjątkiem są zmienne dotyczące wakatów - najdłuższe szeregi dla tej zmiennej sięgają

roku 2000, najkrótsze zaś liczą po kilkanaście obserwacji. Dane dotyczące płac oraz zasobu kapitału są danymi o częstotliwości rocznej. W celu obliczenia statystyk empirycznych wszystkie zmienne zostały zlogarytmowane, a następnie zdekomponowane, za pomocą filtru Hodricka-Prescotta, na składnik cykliczny i trend. Dla tak odfiltrowanego składnika cyklicznego obliczone zostały podstawowe momenty empiryczne: odchylenia standardowe, relatywne odchylenia standardowe względem produktu oraz wyprzedzające, bieżące i opóźnione korelacje pomiędzy wybranymi zmiennymi. Wartości średnie obliczono albo bezpośrednio, o ile dana zmienna ma charakter stacjonarny, albo pośrednio gdy stacjonarna była jej relacja względem produktu (jak w wypadku konsumpcji, inwestycji czy kosztów wakatów) lub populacji ogółem (jak w wypadku agregatów rynku pracy). Tak obliczone statystyki empiryczne przedstawia tabela 2. Zwraca uwagę na generalne podobieństwo większości momentów empirycznych w USA i UE15, które nie różnią się od siebie na ogół nawzajem o więcej niż 10-15 procent. Mając to na uwadze można powiedzieć, że to iż zdecydowaliśmy się na kalibrację rozpatrywanego modelu w jego obu specyfikacjach do danych UE15, nie ma znaczenia dla przedstawionych wyników.

Tablica 2: Podstawowe empiryczne własności cykliczne głównych zmiennych makroekonomicznych w USA i UE15

Zmienna		Średnia		Odch. std.		Rel. odch. std.	
		USA	UE15	USA	UE15	USA	UE15
Produkt	$Y_t$	1.000	1.000	0.013	0.012	1.000	1.000
Konsumpcja	$C_t$	0.854	0.754	0.006	0.006	0.480	0.530
Inwestycje	$I_t$	0.189	0.216	0.047	0.050	3.680	4.220
Pracujący	$N_t$	0.581	0.550	0.007	0.008	0.580	0.650
Bezrobotni	$U_t$	0.040	0.050	0.081	0.074	6.430	6.190
Bierni	$NA_t$	0.379	0.400	0.010	0.010	0.813	0.858
Niepracujący	$NE_t$	0.419	0.450	0.017	0.015	1.322	1.241
Stopa bezr.	$UR_t$	0.064	0.083	0.081	0.074	6.430	6.190
Wakaty	$V_t$	0.027	0.017	0.104	0.124	8.200	10.370
Wynagrodzenia	$W_t$	-	-	0.006	0.009	0.450	0.780
Produktywność	$LP_t$	1.413	1.496	0.008	0.009	0.640	0.760
Udział pracy	$LS_t$	0.730	0.628	0.005	0.009	0.420	0.788

Źródło obliczenia własne na podstawie danych Eurostat

Jednym z głównych celów jaki postawiliśmy przed naszym modelem była endogenizacja wszystkich dziewięciu podstawowych przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy: zatrudnieniem  $N$ , bezrobociem  $U$  oraz biernością zawodową  $NA$ . Dostępne źródła danych mikroekonomicznych, takie jak dystrybuowane przez Eurostat dane jednostkowe badania LFS, są jednak, ze względu na tajemnicę statystyczną, anonimizowane w sposób, który uniemożliwia bezpośrednio obliczenie empirycznych wartości pełnej tablicy przepływów  $[\Theta(p, q)]$  dla  $p, q \in \{N, U, NA\}$ , dla większości krajów Europy. Jest to możliwe jedynie dla Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii, które udostępniają odpowiednie zbiory danych do celów badań naukowych. Odpowiednich obliczeń dokonali Gomes (2010) oraz Krussel et al. (2011), a używane przez nich wielkości prezentujemy w tablicy 3

Tablica 3: Przepływy między stanami na rynku pracy w USA i Wlk. Brytanii

USA				UK			
Krussel et al. (2011)				Gomes (2010)			
	N	U	NA		N	U	NA
N	0.96	0.02	0.02	N	0.97	0.01	0.02
U	0.25	0.52	0.24	U	0.27	0.55	0.18
NA	0.04	0.05	0.92	NA	0.06	0.05	0.89

Źródło Krussel et al. (2011), Gomes (2010)

Celem kalibracji modelu jest z jednej strony odzwierciedlenie empirycznych wartości najważniejszych agregatów makroekonomicznych, a z drugiej oddanie ich podstawowych własności w cyklu koniunkturalnym. Parametry modelu można podzielić na parametry procesów stochastycznych decydujące o cyklicznych własnościach modelu, parametry które wyznaczają jego stan stacjonarny oraz elastyczności i pozostałe parametry, których znaczenie jest mieszane. Analizujemy tylko jedno źródło zaburzeń makroekonomicznych - szoki technologiczne. Parametry decydujące o własnościach proces stochastyczny  $A_t$  dobraliśmy przy tym w ten sposób, aby zmienność produktu w cyklu koniunkturalnym odpowiadała zmienności zaobserwowanej empirycznie dla gospodarek państw UE15. Autokorelację procesu technologicznego wyznaczaliśmy na poziomie 0.9, zaś odchylenie standardowe innowacji technologicznych  $\varepsilon$  wyniosło 0.007. Stacjonarna wartość produktu  $Y_{ss} = 1$  została skalibrowana poprzez odpowiednie ustalenie wartości oczekiwanej procesu technologicznego  $\mu_A = -0.387$ . Z kolei, stopa deprecjacji kapitału trwałego została dobrana ( $\delta = 0.0346$ ) w ten sposób, aby przeciętny udział inwestycji w produkcie był równy 0.25. Jest to nieco więcej niż wynosi średnia stopa nakładów na środki trwałe brutto w UE15 i w USA, ze względu na to, że w modelu nie występuje wymiana z zagranicą, a w konsekwencji saldo obrotów bieżących jest z definicji równe zero. Bilans rachunków narodowych dopełniają wydatki firm na wakaty, które za pomocą parametru  $\varpi = 0.41$  zostały skalibrowane do poziomu  $V_{ss} = 0.01$ . W rezultacie, stacjonarny poziom konsumpcji wynosi  $C_{ss} = 0.74$ . Z kolei subiektywna stopa dyskonta  $\beta = 0.985$  wyznacza realną kwartalną stopę procentową  $r$  na poziomie 0.015 tj. ok. 6proc. w ujęciu rocznym. W związku z tym, że podstawowym zadaniem modelu jest analiza rynku pracy ze szczególnym uwzględnieniem kwestii aktywności zawodowej, pozostałe wolne parametry wykorzystaliśmy przede wszystkim do ustalenia przeciętnych poziomów zmiennych opisujących poziom zatrudnienia, bezrobocia i odsetka nieaktywnych zawodowo oraz do wyznaczenia zakresu ich cyklicznej zmienności. W szczególności parametr  $b$ , określający wielkość produkcji domowej, został tak dobrany, by w stanie ustalonym wielkość zatrudnienia  $N$  wynosiła  $N_{ss} = 0.55$  co odpowiada przeciętnemu wskaźnikowi zatrudnienia w krajach UE15 w grupie wiekowej 15+. Z kolei stopa destrukcji miejsc pracy  $s = 0.04$  została tak ustalona tak, aby odsetek osób tracących zatrudnienie w jednym kwartale był przeciętnie równy 4%. Podobnie, kwartalne prawdopodobieństwo zapełnienia wakatu  $\Phi_{ss}$  skalibrowano, za pomocą parametru  $\Upsilon = 0.33$ , na poziomie 0.9, odpowiadającym przeciętnej długości wystawiania wakatu wynoszącej około 45 dni. Z kolei, stacjonarne wartości liczby bezrobotnych i stopy bezrobocia zostały ustalone na przeciętnym dla krajów UE15 poziomie  $U_{ss} = 0.05$  i  $UR_{ss} = 0.08$ , za pomocą kosztu poszukiwań pracy  $c_u = 0.023$ . Kwadratowy parametr funkcji kosztu poszukiwań pracy ( $d_u = 100$ ) został dobrany

tak, by zmaksymalizować wahania stopy bezrobocia w cyklu koniunkturalnym. Parametr  $\alpha$ , wyznaczający elastyczność dochodu względem kapitału, został ustalony na poziomie 0.36. Łącznie z nadwyżką wynikłą z utworzenia nowych miejsc pracy  $M_{ss} = 0.022$  wyznacza on stacjonarną wartość udziału pracy w dochodzie na poziomie  $LS_{ss} = 0.626$ . Modelowy udział pracy nie jest jednak stały w cyklu koniunkturalnym i podlega wahaniom. Zazwyczaj w literaturze przyjmuje się, że parametr opisujący siłę przetargową pracowników waha się w przedziale od 0.4 do 0.6. Dla rozważanego modelu przyjęta została wartość  $\nu = 0.4$ . Podobnie ustalono elastyczność liczby nowotworzonych miejsc pracy względem liczby zgłaszanych ofert pracy  $\psi = 0.4$ . Ostatnią grupą parametrów wymagających wyznaczenia są parametry opisujące poziom oraz rozkład produktywności członków gospodarstw domowych  $\phi^i$  oraz  $A^i$  dla  $i \in \{A, H\}$ . Dobór parametrów miał na celu przede wszystkim poprawę zdolności modelu do replikowania macierzy przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy oraz zmienności w cyklu koniunkturalnym głównych zmiennych opisujących rynek pracy. Znaczenie tych parametrów dla własności modelu prezentujemy w dalszej części artykułu rozpatrując dwa warianty modelu. W wariacie pierwszym (model 1) poszczególni członkowie gospodarstwa domowego nie różnią się od siebie produktywnością ( $A^H = A^L = 1$ ). W wariacie drugim (model 2) z kolei wyróżniamy dwie grupy osób, z których jedna jest o dziesięć procent bardziej produktywna od drugiej na rynku pracy ( $A^H = 1.1 \times A^L = 1.1$ ). Jednocześnie zakładamy, że jest to grupa liczniejsza ( $\phi^H = 0.6$ ). Odpowiada to mniej więcej relatywnej liczebności w populacji 15+ grupy prime age względem najmłodszych i najstarszych grup wiekowych (15-20 i 64+). Tabela 4 przedstawia parametry modelu oraz ich wartości.

## 4 Własności

W strukturze modelu wyróżniliśmy trzy stany na rynku pracy: zatrudnienie, bezrobocie i bierność zawodową. Potencjalnie może to nam pozwolić na odzwierciedlenie w modelu, w sposób empirycznie wiarygodny, strumieni jakie obserwuje się na rynku pracy - odpływów z zatrudnienia do bezrobocia, napływów z bierności zawodowej do zatrudnienia etc. Jak ilustruje to tabela 5 wprowadzenie do modelu tej prostej heterogeniczności pozwala na znaczną poprawę jego zdolności do odzwierciedlenia rzeczywistej skali przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy. Dotyczy to zwłaszcza odpływów z i napływów do bezrobocia. Powodem jest to, że w modelu 2 w przypadku osób o niższej produktywności pracy -  $A^L$  - koncentracja na produkcji domowej wnosi wyraźnie większy wkład do konsumpcji gospodarstwa domowego niż praca rynkowa. Osoby te korzystając z ubezpieczenia od bezrobocia gwarantowanego przez podział ryzyka w obrębie gospodarstwa domowego wkładają wyraźnie niższy wysiłek w poszukiwanie pracy niż osoby wyżej produktywne, dla których praca rynkowa jest opcją bardziej atrakcyjną niż produkcja domowa. Częstotliwość wysyłania ofert jest wyraźnie wyższa wśród grupy  $A^H$  niż w grupie  $A^L$ . W efekcie to grupa mniej produktywna dominuje wśród osób biernych, a grupa wyżej produktywna wśród osób bezrobotnych i pracujących. W modelu 1, gdy brakuje zróżnicowania produktywności pracy pomiędzy członkami gospodarstwa domowego, oczekiwane płace są niższe, a w konsekwencji niższa, w porównaniu z zyskiem jaki przynosi produkcja domowa, jest także premia za podjęcie pracy rynkowej. W rezultacie przeciętny wysiłek w poszukiwanie pracy jest w modelu 2 wyraźnie wyższy niż w modelu 1, a co za tym idzie także przepływy z bezrobocia do zatrudnienia do bezrobocia są wyższe niż w modelu 1, w którym osoby bezrobotne przede wszystkim się dezaktywizują. Ilościowe różnice pomiędzy oboma omówionymi wariantami

Tablica 4: Parametryzacja modelu

Nazwa parametru	Wartość parametru	Kalibrowana zmienna	Interpretacja parametru
Stan stacjonarny			
$\mu_A$	-0.387	$Y_{ss} = 1.000$	średnia wart. szoku techn.
$\delta$	0.035	$I_{ss} = 0.250$	stopa deprecjacji
$\varpi$	0.160	$V_{ss} = 0.010$	koszt wakatów
$\beta$	0.985	$r_{ss} = 0.015$	subiektywna stopa dyskonta
$b$	1.032	$N_{ss} = 0.550$	efekt. produkcji domowej
$c_u$	0.023	$U_{ss} = 0.050$	koszt poszukiwań
$s$	0.04	$\Theta_{ss}(N, N) = 0.96$	destrukcja miejsc pracy
$\Upsilon$	0.383	$\Phi_{ss} = 0.900$	efekt. zapełniania wakatów
Elastyczności			
$\alpha$	0.36	-	elastyczność $Y$ wzgl. $K$
$\nu$	0.4	-	siła przetargowa bezrobotnych
$\psi$	0.4	-	elast. $M$ wzgl. $O$
$d_u$	100	-	wypukłość kosztu poszukiwań
Zaburzenia zewnętrzne			
$\rho_A$	0.90	-	autokorelacja procesu techn.
$\sigma_A^2$	0.007	-	wariancja szoku techn.
Pozostałe parametry			
$\phi^H$	0.6	-	proc. osób o wyższej prod.
$\phi^L$	0.4	-	proc. osób o niższej prod.
$A^H$	1.1 lub 1	-	produktywność grupy H
$A^L$	1	-	produktywność grupy L

kalibracji modelu przedstawia tabela 5. Jak widać z porównania z tabelą 3, model nieco przeszacowuje odpływy z bezrobocia do zatrudnienia i bierności, jednak skala tego zjawiska nie jest duża, zaś ogólna struktura tablicy przepływów jest w modelu 2, w odróżnieniu do modelu 1, bliska rzeczywistej.

Wprowadzenie zróżnicowania produktywności pracy w obrębie gospodarstwa domowego poprawia także cykliczne własności modelu. Jak ilustruje to tabela 6 w modelu 2 wyraźnie wyższa jest wariancja bezrobocia, a niższa wariancja bierności zawodowej w cyklu koniunkturalnym. Spada także zmienność wakatów i konsumpcji, a wzrasta produktywności i płac. Model nie jest w stanie oddać w pełni skali wahań cyklicznych stopy bezrobocia, ustępując pod tym względem nieco modelowi Ebell (2008) jednak czyni to wyraźnie lepiej niż klasyczny model poszukiwań i dopasowań, albo model w wariancie 1. Relatywne odchylenia standardowe pozostałych zmiennych są, poza konsumpcją, w naszym modelu bliskie tym jakimi cechuje się model Ebell. Powodem silniejszej zmienności bezrobocia w modelu tej autorki jest odpowiednio dobrana elastyczność podaży pracy. Konsekwencją zaproponowanej przez tę autorkę kalibracji skoncentrowanej na zmienności bezrobocia jest bardzo niska zmienność konsumpcji, która w wypadku naszego modelu lepiej odpowiada danym. Podniesienie zmienności bezrobocia o około 50-80procent jest w naszym modelu możliwe poprzez odpowiednie zmniejszenie siły przetargowej pracowników  $\nu$ . Jednak prowadzi to podobnie jak w modelu Ebell (2008) do spadku zmienności

Tablica 5: Przepływy między stanami na rynku pracy w modelu 1 ( $A^H = A^L = 1$ ) i modelu 2 ( $A^H = 1.1, A^L = 1$ )

Model 1				Model 2			
	N	U	NA		N	U	NA
N	0.96	0.00	0.04	N	0.96	0.03	0.01
U	0.18	0.09	0.73	U	0.34	0.43	0.24
NA	0.03	0.11	0.86	NA	0.01	0.04	0.95

Tablica 6: Podstawowe statystyki głównych zmiennych - model 1 ( $A^H = A^L = 1$ ) i model 2 ( $A^H = 1.1, A^L = 1$ ) oraz model Ebell (2008)

Zmienna		Średnia		Odch. std.			Rel. odch. std.		
		Models 1-2	Ebell	Model1	Model 2	Ebell	Model1	Model 2	Ebell
Produkt	$Y_t$	1.000	1	0.011	0.009	0.013	1.000	1.000	1.000
Konsumpcja	$C_t$	0.740	0.74	0.009	0.005	0.003	0.818	0.556	0.258
Inwestycje	$I_t$	0.250	0.25	0.039	0.029	0.041	3.545	3.222	3.233
Pracujący	$N_t$	0.550	0.605	0.008	0.003	0.004	0.727	0.333	0.337
Bezrobotni	$U_t$	0.050	0.035	0.010	0.022	0.051	0.909	2.444	4.068
Bierni	$NA_t$	0.400	0.36	0.010	0.001	0.002	0.909	0.111	0.189
Niepracujący	$NE_t$	0.450	0.395	0.010	0.004	0.007	0.909	0.444	0.516
Stopa bezr.	$UR_t$	0.083	0.055	0.016	0.023	0.053	1.455	2.556	4.157
Wakaty	$V_t$	0.010	0.018	0.097	0.007	0.064	8.818	5.333	5.066
Wynagrodzenia	$W_t$	1.140	1.064	0.004	0.002	0.007	0.364	0.667	0.524
Produktywność	$LP_t$	1.818	1.653	0.005	0.000	0.009	0.455	0.778	0.668
Udział pracy	$LS_t$	0.628	0.644	0.003	0.000	0.002	0.273	0.222	0.146

konsumpcji. Dlatego zaproponowana kalibracja jest swojego rodzaju kompromisem między oboma celami. W tym kontekście należy zauważyć, że mniejsza niż w obserwowana relatywna wariancja bezrobocia i produktu przekłada się w naszym modelu na adekwatnie niższą od empirycznej zmienność zatrudnienia w cyklu koniunkturalnym. Może to świadczyć o tym, że za obserwowaną wariancję bezrobocia odpowiadają mechanizmy nie ujęte w modelu takie jak np. endogeniczna stopa destrukcji miejsc pracy, która w przedstawionej u nas specyfikacji jest stała. Nieco zbyt niska może być także modelowa zmienność liczby wakatów, choć w ich wypadku jakoś dostępnych danych nie jest na tyle dobra by być w pełni pewnym, że jej pomiar dla państw UE15 nie jest obciążony w górę. Zwraca uwagę, że także statystyki modelowe wyznaczone dla pozostałych zmiennych makroekonomicznych - produktu, konsumpcji, płac, produktywności pracy i inwestycji także nie ustępują znacznie wielkościom obserwowanym. W dalszej części artykułu, dla ustalenia uwagi, analizujemy tylko model w wariancie drugim.

Model wykazuje (por. tabela 7) zbliżoną do obserwowanej w krajach UE15 strukturę korelacyjną typu lead-lag głównych zmiennych makroekonomicznych z produktem. Dotyczy to zarówno takich agregatów jak PKB, konsumpcja czy inwestycja, jak i zmiennych opisujących rynek pracy, a w szczególności bezrobocia. Nieco zbyt silnie procykliczne są w modelu wynagrodzenia i zatrudnienie oraz produktywność pracy. Nie są to jednak różnice bardzo znaczne w porównaniu do obserwacji. Model



Tablica 7: Czasowa struktura korelacyjna typu lead-lag głównych zmiennych makroekonomicznych z produktem ( $\rho(X_t, Y_{t+\tau})$ ) w modelu 2 w porównaniu z modelem Ebell (2008) oraz danymi UE15 (*italic*)

Zmienna			Opóźnienie ( $\tau$ )						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Produkt	$Y_t$	Model	0.50	0.74	0.93	1.00	0.93	0.74	0.50
		Ebell	0.34	0.66	0.91	1.00	0.91	0.66	0.34
		<i>UE15</i>	<i>0.42</i>	<i>0.70</i>	<i>0.91</i>	<i>1.00</i>	<i>0.91</i>	<i>0.70</i>	<i>0.42</i>
Konsumpcja	$C_t$	Model	-0.09	0.13	0.38	0.62	0.82	0.92	0.93
		Ebell	-0.13	0.19	0.51	0.76	0.88	0.87	0.73
		<i>UE15</i>	<i>0.29</i>	<i>0.47</i>	<i>0.61</i>	<i>0.67</i>	<i>0.64</i>	<i>0.54</i>	<i>0.39</i>
Inwestycje	$I_t$	Model	0.64	0.84	0.96	0.94	0.77	0.49	0.20
		Ebell	0.42	0.72	0.93	0.99	0.86	0.59	0.25
		<i>UE15</i>	<i>0.35</i>	<i>0.56</i>	<i>0.73</i>	<i>0.81</i>	<i>0.75</i>	<i>0.57</i>	<i>0.32</i>
Pracujący	$N_t$	Model	0.30	0.54	0.77	0.94	0.99	0.92	0.76
		Ebell	0.27	0.59	0.86	0.99	0.94	0.73	0.42
		<i>UE15</i>	<i>0.05</i>	<i>0.21</i>	<i>0.38</i>	<i>0.51</i>	<i>0.59</i>	<i>0.59</i>	<i>0.51</i>
Bezrobotni	$U_t$	Model	-0.11	-0.33	-0.57	-0.80	-0.95	-0.99	-0.91
		Ebell	-0.10	-0.43	-0.74	-0.95	-0.99	-0.85	-0.58
		<i>UE15</i>	<i>-0.10</i>	<i>-0.34</i>	<i>-0.55</i>	<i>-0.71</i>	<i>-0.77</i>	<i>-0.73</i>	<i>-0.60</i>
Bierni	$NA_t$	Model	-0.01	-0.23	-0.48	-0.73	-0.91	-0.98	-0.93
		Ebell	-0.52	-0.80	-0.97	-0.96	-0.78	-0.47	-0.12
		<i>UE15</i>	<i>0.04</i>	<i>0.02</i>	<i>-0.01</i>	<i>-0.05</i>	<i>-0.11</i>	<i>-0.15</i>	<i>-0.17</i>
Niepracujący	$NE_t$	Model	-0.07	-0.30	-0.54	-0.77	-0.94	-0.99	-0.92
		Ebell	-0.24	-0.57	-0.84	-0.99	-0.95	-0.75	-0.45
		<i>UE15</i>	<i>-0.04</i>	<i>-0.22</i>	<i>-0.39</i>	<i>-0.53</i>	<i>-0.60</i>	<i>-0.60</i>	<i>-0.52</i>
Stopa bezr.	$UR_t$	Model	-0.13	-0.36	-0.60	-0.82	-0.96	-0.99	-0.89
		Ebell	-0.11	-0.44	-0.75	-0.95	-0.99	-0.84	-0.58
		<i>UE15</i>	<i>-0.10</i>	<i>-0.34</i>	<i>-0.55</i>	<i>-0.71</i>	<i>-0.77</i>	<i>-0.73</i>	<i>-0.60</i>
Wakaty	$V_t$	Model	0.68	0.86	0.93	0.85	0.60	0.28	-0.02
		Ebell	0.55	0.83	0.98	0.95	0.74	0.42	0.09
		<i>UE15</i>	<i>0.38</i>	<i>0.57</i>	<i>0.70</i>	<i>0.72</i>	<i>0.64</i>	<i>0.49</i>	<i>0.28</i>
Wynagrodzenia	$W_t$	Model	0.60	0.82	0.97	0.97	0.82	0.56	0.29
		Ebell	0.37	0.69	0.92	1.00	0.89	0.64	0.31
		<i>UE15</i>	<i>-0.18</i>	<i>-0.02</i>	<i>0.16</i>	<i>0.31</i>	<i>0.43</i>	<i>0.48</i>	<i>0.48</i>
Produktywność	$LP_t$	Model	0.57	0.80	0.96	0.99	0.86	0.62	0.36
		Ebell	0.39	0.71	0.93	1.00	0.88	0.61	0.28
		<i>UE15</i>	<i>0.47</i>	<i>0.64</i>	<i>0.73</i>	<i>0.68</i>	<i>0.50</i>	<i>0.23</i>	<i>-0.05</i>
Udział pracy	$LS_t$	Model	-0.65	-0.85	-0.96	-0.92	-0.72	-0.43	-0.13
		Ebell	-0.47	-0.77	-0.96	-0.98	-0.82	-0.52	-0.18
		<i>UE15</i>	<i>-0.34</i>	<i>-0.43</i>	<i>-0.47</i>	<i>-0.41</i>	<i>-0.25</i>	<i>-0.04</i>	<i>0.17</i>

Tablica 8: Czasowa struktura korelacyjna typu lead-lag głównych zmiennych rynku pracy z wakacjami ( $\rho(X_t, V_{t+\tau})$ ) w modelu 2 ( $A^H = 1.1, A^L = 1$ ) w porównaniu z modelem Ebell (2008) oraz danymi UE15 (*italic*)

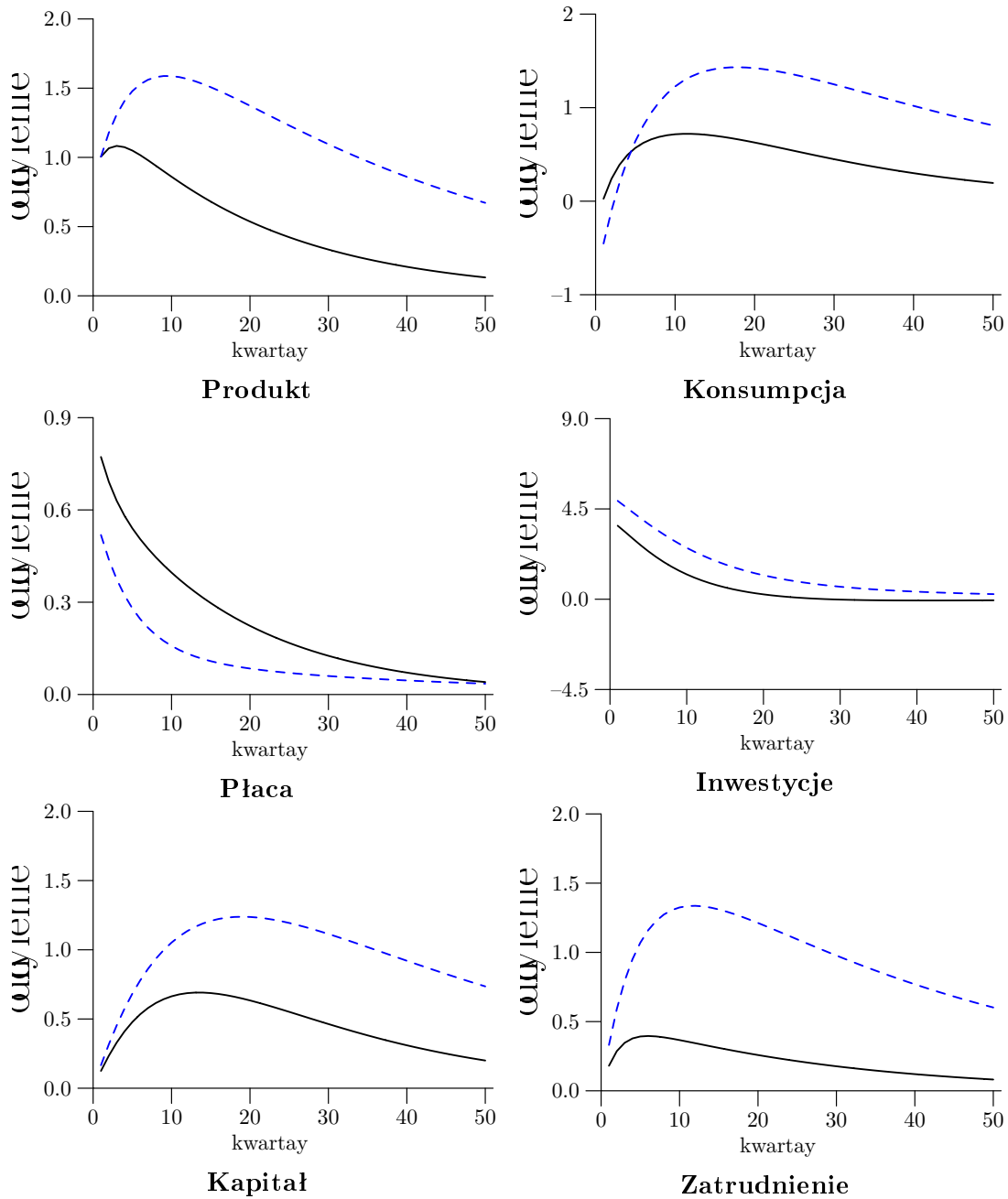
Zmienna			Opóźnienie ( $\tau$ )						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Pracujący	$N_t$	Model	-0.22	0.02	0.32	0.62	0.82	0.88	0.83
		Ebell	0.01	0.34	0.67	0.91	0.99	0.88	0.62
		<i>UE15</i>	<i>0.10</i>	<i>0.24</i>	<i>0.36</i>	<i>0.46</i>	<i>0.53</i>	<i>0.51</i>	<i>0.44</i>
Bezrobotni	$U_t$	Model	0.35	0.19	-0.06	-0.36	-0.65	-0.84	-0.90
		Ebell	0.14	-0.17	-0.52	-0.81	-0.97	-0.95	-0.76
		<i>UE15</i>	<i>-0.07</i>	<i>-0.26</i>	<i>-0.43</i>	<i>-0.55</i>	<i>-0.62</i>	<i>-0.59</i>	<i>-0.48</i>
Bierni	$NA_t$	Model	0.42	0.28	0.04	-0.26	-0.56	-0.77	-0.86
		Ebell	-0.27	-0.59	-0.86	-0.99	-0.92	-0.68	-0.34
		<i>UE15</i>	<i>0.00</i>	<i>-0.02</i>	<i>-0.05</i>	<i>-0.08</i>	<i>-0.13</i>	<i>-0.17</i>	<i>-0.20</i>
Niepracujący	$NE_t$	Model	0.37	0.22	-0.02	-0.32	-0.62	-0.82	-0.88
		Ebell	0.01	-0.32	-0.65	-0.90	-0.99	-0.89	-0.65
		<i>UE15</i>	<i>-0.08</i>	<i>-0.23</i>	<i>-0.36</i>	<i>-0.46</i>	<i>-0.53</i>	<i>-0.52</i>	<i>-0.44</i>
Stopa bezr.	$UR_t$	Model	0.33	0.16	-0.09	-0.39	-0.67	-0.85	-0.89
		Ebell	0.13	-0.18	-0.53	-0.82	-0.97	-0.95	-0.75
		<i>UE15</i>	<i>-0.07</i>	<i>-0.26</i>	<i>-0.43</i>	<i>-0.55</i>	<i>-0.62</i>	<i>-0.59</i>	<i>-0.48</i>

zawodzi jednak jeśli chodzi o odzwierciedlenie cyklicznego zachowania się udziału pracy w produkcie, a zwłaszcza liczby nieaktywnych zawodowo, która jest w nim silnie antycykliczna podczas gdy, empirycznie rzecz biorąc, jest ona niemal acykliczna. Dużą zaletą modelu jest natomiast zdolność do przedstawienia poprawnej empirycznie struktury czasowych korelacji zmiennych rynku pracy z wakacjami, w tym w szczególności krzywej Beveridge'a (por. tabela 8). Model przewiduje silną zmienność w cyklu koniunkturalnym napływów do zatrudnienia przy jednoczesnej niskiej zmienności odpływów z niego, co jest zgodne z obserwacjami Shimera (2005) i Halla (2005), zgodnie z którymi za zmiany w bezrobociu odpowiadają przede wszystkim wahania liczby wakatów. Z kolei porównanie korelacji między głównymi przepływami na rynku pracy, a stopą bezrobocia wskazuje, że model jakościowo dobrze (co do znaku) odzwierciedla raportowane przez Gomesa (2010) cykliczne własności przepływów między stanami na rynku pracy. Porównanie wielkości bezwzględnych jest utrudnione ze względu na inną metodę pomiaru.

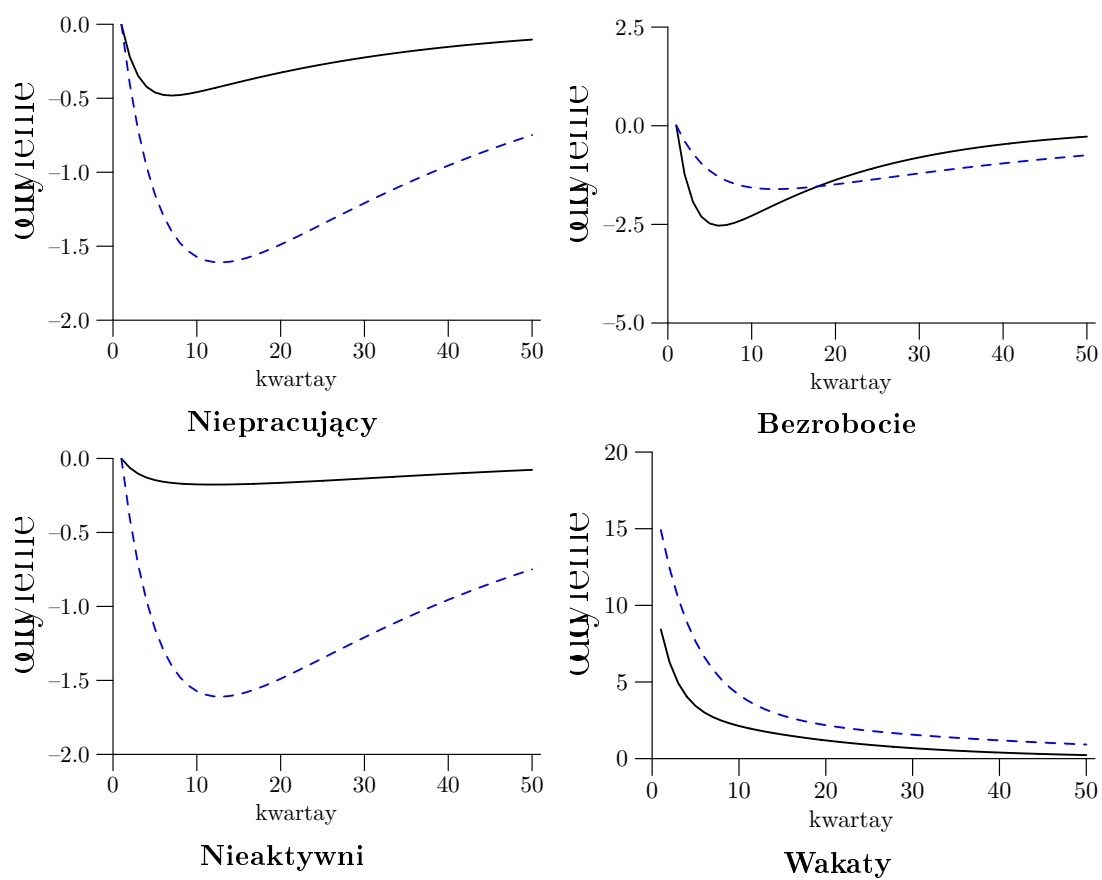
Tablica 9: Cykliczne właściwości przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy w modelach 1 i 2 oraz w Wlk Brytanii (za Gomes (2010))

Przepływ	Model1			Gomes (2010)
	Odch. std.	Rel. odch. std.	Kor. z $U_t$	Wsp. Regr. z $U_t$
N->NA	0.001	0.091	-0.408	-0.048
N->U	0.000	0.028	0.408	0.085
NA->N	0.028	3.045	-0.18	-0.102
NA->U	0.018	1.960	0.974	0.075
U->N	0.032	3.475	-0.732	-0.113
U->NA	0.008	0.882	0.589	-0.048

Rysunek 1: Funkcje reakcji na szok technologiczny głównych agregatów makroekonomicznych



**Rysunek 2: Funkcje reakcji na szok technologiczny głównych zmiennych rynku pracy**



## 5 Podsumowanie

W artykule przedstawiliśmy model typu RBC wyposażony we frykcje na rynku pracy typu Mortensena i Pissaridesa, uzupełnione o negocjacje płacowe Nasha. Uwzględniamy podział na trzy stany na rynku pracy - zatrudnienie, bezrobocie i bierność zawodową, endogenizując decyzję o aktywności zawodowej po stronie gospodarstwa domowego. Model odróżnia się od innych prezentowanych w literaturze specyfikacji sposobem przedstawienia wyboru między bezrobociem i biernością zawodową. Założyliśmy, że osoby niepracujące wysyłają oferty pracy do potencjalnych pracodawców zgodnie z procesem Poissona, na którego wartość oczekiwaną mają pośredni wpływ poprzez wysiłek jaki wkładają w poszukiwanie pracy. Dekomponując osoby niepracujące na bezrobotnych i biernych w sposób uwzględniający własność próbkowania właściwą dla badań typu LFS przeprowadzanych w Unii Europejskiej czy amerykańskiego CPS, jesteśmy w stanie nie tylko wyróżnić trzy stany na rynku pracy, lecz także zdefiniować przepływy pomiędzy nimi. Dowodzimy, że tak rozszerzony model RBC oddaje w sposób jakościowo i ilościowo poprawny cykliczne własności bezrobocia, bierności zawodowej, zatrudnienia, płac oraz wakatów. W szczególności w modelu występuje bliska obserwowanej skali przepływów pomiędzy stanami na rynku pracy, a także wyraźna antycykliczność bezrobocia i ujemna korelacja między nim a wakatami, a więc poprawna krzywa Beveridge'a. Własności tej nie mają standardowe modele poszukiwań i dopasowań w których korelacja między wakatami i bezrobociem jest dodatnia, a zmienność bezrobocia w cyklu koniunkturalnym niska. Artykuł przekonuje, że do modelowania przepływów na rynku pracy nie jest konieczne uciekanie się do heterogenizacji ex-post gospodarstw domowych poprzez wprowadzenie do modelu idiosynkratycznych szoków kreacji i destrukcji miejsc pracy tak jak proponują to Krussel et al. (2011). Podobnie pokazujemy, że zaproponowany przez Ebell (2008) sposób agregacji czasowej szeregów pochodzących z modelu skalibrowanego do danych miesięcznych, może zostać zastąpiony przez prostszą specyfikację w ramach modelu kwartalnego bez straty dla cyklicznych własności modelu, a zwłaszcza dla jego zdolności do odzwierciedlenia zmienności bezrobocia w cyklu koniunkturalnym i ujemnie nachylonej krzywej Beveridge'a.

## Literatura

- [1] Andolfatto D. Business cycle and labor market search. *American Economic Review*, 86:112–132, 1996.
- [2] Tripier F. Can the labor market search model explain the fluctuations of allocations of time? *Economic Modelling*, 21:131–146, 2003.
- [3] Wasmer E. Garibaldi P. Equilibrium search unemployment, endogenous participation, and labor market flows. *Journal of the European Economic Association*, 3:851–882, 2005.
- [4] van Rens T. Haefke C., Sonntag M. Wage rigidity and job creation. *IZA Discussion Paper Np. 3714*, 2008.
- [5] Rogerson R. Sahin A. Krussel P., Mukoyama T. A three state model of worker flows in general equilibrium. *Journal of Economic Theory*, 146:1107–1133, 2011.
- [6] Prescott E.C. Kydland F.E. Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 91:39–69, 1982.
- [7] Ebell M. Resurrecting the participation margin. *CEP Discussion Paper No. 873*, 2008.
- [8] Merz M. Search in the labor market and real business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 36:269–300, 1995.
- [9] Veracierto M. On the cyclical behavior of employment, unemployment and labor force participation. *Journal of Monetary Economics*, 55:1143–1157, 2008.
- [10] Pissarides C.A. Mortensen D.T. Job creation and job destruction in the theory of unemployment. *The Review of Economic Studies*, 61:397–415, 1994.
- [11] Hall R. Employment fluctuations with equilibrium wage stickiness. *The American Economic Review*, 95:50–65, 2005.
- [12] Shimer R. The cyclical behavior of equilibrium unemployment and vacancies. *American Economic Review*, 95:25–49, 2005.