

Jacek Kwiatkowski  
Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

# **Autoreferat przedstawiający opis osiągnięć i dorobku w pracy naukowo-badawczej**

do cyklu publikacji pt.:

**„Wnioskowanie bayesowskie w dynamicznych  
oraz statycznych modelach ekonometrycznych”**

Załącznik nr 2 do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

Toruń, 4 kwietnia 2019 r.

## Spis treści

1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe . . . . .	1
2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych . . . . .	1
3. Wskazanie głównego osiągnięcia naukowo-badawczego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.) . . . . .	2
3.1. Główne osiągnięcie naukowe . . . . .	2
3.2. Omówienie osiągnięcia naukowego z podziałem na wnioskowanie bayesowskie w dynamicznych oraz statycznych modelach ekonometrycznych . . . . .	2
3.2.1. Wnioskowanie bayesowskie w dynamicznych modelach ekonometrycznych . . . . .	2
3.2.2. Wnioskowanie bayesowskie w statycznych modelach ekonometrycznych . . . . .	7
4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych . . . . .	11
5. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny, współpraca międzynarodowa oraz współpraca z praktyką	16
Pozostała literatura przywołana w autoreferacie . . . . .	19

### 1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- 2001 – uzyskanie stopnia doktora nauk ekonomicznych na podstawie rozprawy pt. *Bayesowska analiza ekonometrycznych modeli ARFIMA*, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania UMK w Toruniu, promotor dr hab. Jacek Osiewalski, prof. AE w Krakowie. Recenzenci dr hab. Marek Męczarski, prof. SGH, dr hab. Józef Stawicki, prof. UMK.
- 1996 – uzyskanie tytułu magistra nauk ekonomicznych za pracę pt. *Metody eliminacji i wyodrębniania trendu - podejście filtracyjne*, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania UMK w Toruniu, promotor dr hab. Józef Stawicki, prof. UMK.

### 2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 2018 – do teraz: adiunkt, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
- 2014 – 2018: starszy wykładowca, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
- 2003 – 2012: adiunkt, Wyższa Szkoła Informatyki i Ekonomii TWP w Olsztynie,
- 2002 – 2014: adiunkt, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
- 1997 – 2002: asystent, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu.

### **3. Wskazanie głównego osiągnięcia naukowo-badawczego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)**

#### **3.1. Główne osiągnięcie naukowe**

Jako główne osiągnięcie naukowe w rozumieniu ww. ustawy wskazuję cykl publikacji pod wspólnym tytułem: **Wnioskowanie bayesowskie w dynamicznych oraz statycznych modelach ekonometrycznych**, na które składają się monografia naukowa oraz trzy artykuły:

- [1] Kwiatkowski Jacek (2019), *Modele ze zmiennymi ukrytymi w analizie inflacji w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika: Toruń, ISBN: 978-83-231-4177-8, MNiSW: 25 pkt., reviewer: dr hab. Anna Pajor, prof. UEK.
- [2] Błażejowski Marcin i Kwiatkowski Jacek (2015), „Bayesian Model Averaging and Jointness Measures for gretl”, *Journal of Statistical Software, Articles* 68(5), s. 1–24, WoS (JCR) IF: 2,379, 5IF: 9,066, Scopus SNIP: 3,726, MNiSW: 50 pkt.
- [3] Błażejowski Marcin, Gazda Jakub i Kwiatkowski Jacek (2016), „Bayesian Model Averaging in the Studies on Economic Growth in the EU Regions – Application of the gretl BMA package”, *Economics and Sociology* 9(4), s. 168–175, WoS, Scopus SNIP: 1,058, MNiSW: 15 pkt.
- [4] Błażejowski Marcin, Kwiatkowski Jacek i Gazda Jakub (2019), „Sources of Economic Growth: A Global Perspective”, *Sustainability* 11(1), WoS (JCR) IF: 2,075, 5IF: 2,177, Scopus SNIP: 1,03, MNiSW: 20 pkt.

#### **3.2. Omówienie osiągnięcia naukowego z podziałem na wnioskowanie bayesowskie w dynamicznych oraz statycznych modelach ekonometrycznych**

##### **3.2.1. Wnioskowanie bayesowskie w dynamicznych modelach ekonometrycznych**

Badania dotyczące wnioskowania bayesowskiego w dynamicznych modelach ekonometrycznych znajdują się w monografii [1] (Kwiatkowski (2019)) *Modele ze zmiennymi ukrytymi w analizie inflacji w Polsce*. Przedstawiona przeze mnie analiza obejmuje bayesowskie modele ze zmiennymi ukrytymi, które służą do opisu szeregów czasowych inflacji oraz wybranych zmiennych ekonomicznych powiązanych z inflacją, takich jak stopa bezrobocia, wynagrodzenia brutto i stopa procentowa. Badania dotyczyły lat 1992-2014, a więc okresu zróżnicowanego w Polsce pod względem wielkości inflacji. Omawiane w pracy modele posiadały zarówno reprezentację jednowymiarową, jak i wielowymiarową

Głównym argumentem, przemawiającym na korzyść stosowania zmiennych ukrytych w modelu ekonometrycznym, jest postulat mówiący o konieczności uwzględnienia mechanizmu uczenia się w modelu ekonometrycznym (zob. Lucas 1976). Potrzeba stosowania narzędzi, które elastycznie dostosowują się do zmian zachodzących na rynku i tym samym lepiej wspierają proces decyzyjny, wypływa m.in. z częstych zmian przepisów prawa i polityki banku centralnego, postępów w globalizacji rynków oraz ze wzrostu tempa rozpowszechniania się informacji (Osińska 2000; Stock i Watson 2007; Milo i in. 2010). Modele ze zmiennymi ukrytymi posiadają szereg zalet, wpisujących się w opisane wyżej potrzeby, ponieważ za ich pomocą można opisać zarówno stopniowe, jak i gwałtowne zmiany leżące u podstaw struktury ekonomicznej analizowanych zjawisk, pozwalając ponadto na różne traktowanie odrębnych podokresów (np. transformacji ustrojowej, stabilności gospodarczej i kryzysów finansowych) oraz dopuszczając różne efekty szoków w różnych podokresach.

Współcześnie zagadnienia związane z modelowaniem inflacji koncentrują się między innymi na problemie stałości w czasie jej autoregresyjnej struktury i stabilności jej zależności od innych procesów ekonomicznych. Inspiracją do rozwoju ww. obszarów naukowych stały się między innymi badania prowadzone nad gospodarką Stanów Zjednoczonych obejmujące tzw. okres wielkiej stabilizacji (ang. *Great Moderation*), kiedy zauważono istotne zmiany w stabilności inflacji. Okres ten, mający swój początek w połowie lat 80. XX wieku, charakteryzował się stałym wzrostem gospodarczym oraz redukcją wahań cyklu koniunkturalnego. Zmiany w gospodarce Stanów Zjednoczonych, wzmiankowane powyżej, znalazły odzwierciedlenie w licznych badaniach empirycznych (Primiceri 2005; Cecchetti i in. 2007; Hu i Toussaint-Comeau 2010; Hofmann, Peersman i Straub 2012; Knotek i Zaman 2014).

Badanie stabilności zależności między inflacją i innymi procesami ekonomicznymi oraz stabilności w czasie jej autokorelacyjnej struktury wydaje się szczególnie zasadne w przypadku Polski, między innymi ze względu na specyfikę gospodarki i jej historyczne uwarunkowania. Od początku okresu transformacji, zainicjowanego w latach 90. można wyodrębnić kilka podokresów zasadniczo różnych pod kątem zaistniałych zdarzeń i stanu rozwoju gospodarczego. Pierwszy z nich obejmuje początek lat 90., będący okresem przejścia z gospodarki centralnie planowanej w rynkową i charakteryzujący się głębokimi przeobrażeniami systemowymi oraz realizacją planu stabilizacyjnego skupionego na wdrażaniu procesu dezinflacji. Następny przedział czasowy, trwający od 1998 roku do chwili przystąpienia Polski do Unii Europejskiej, wiąże się z modyfikacją zasad funkcjonowania banku centralnego, implikującą istotne zmiany w polityce pieniężnej i antyinflacyjnej, w tym przyjęcie nowych założeń polityki monetarnej. Kolejny okres związany jest z przystąpieniem Polski w 2004 r. do jednolitego rynku Unii Europejskiej, z którego można wyodrębnić przedział czasowy związany ze światowym kryzysem na rynkach finansowych w latach 2007-2009 oraz okres następujący po roku 2010 cechujący się dynamicznym wzrostem

gospodarczym, spadkiem inflacji i większą stabilnością gospodarki zbliżoną do państw rozwiniętych.

Głównym celem monografii było porównanie własności wybranych modeli ze zmiennymi ukrytymi oraz ocena ich przydatności w zastosowaniu do modelowania i prognozowania inflacji w Polsce. Przedstawiony cel ogólny pozwolił na sformułowanie celów szczegółowych, wśród których do najważniejszych należały:

- analiza teoretycznych i próbkowych własności wybranych modeli ze zmiennymi ukrytymi,
- ocena bayesowskiej mocy wyjaśniającej modeli ze zmiennymi ukrytymi,
- ocena trafności prognoz uzyskanych na podstawie modeli ze zmiennymi ukrytymi oraz ich porównanie z podejściem konkurencyjnym,
- modelowanie inflacji w Polsce za pomocą modeli ze zmiennymi ukrytymi,
- ocena przydatności wybranych modeli ze zmiennymi ukrytymi do opisu własności procesu inflacji,
- analiza stabilności struktury autokorelacyjnej inflacji,
- ocena stałości w czasie zależności między inflacją, a innymi wybranymi procesami ekonomicznymi.

W rozdziale pierwszym dokonałem przeglądu literatury, dotyczącej jednowymiarowych modeli ze zmiennymi ukrytymi stosowanymi w analizie szeregów czasowych. Zastosowane przeze mnie konstrukcje modelowe nawiązywały do najnowszych osiągnięć w ekonometrii. Były to w szczególności jednowymiarowe modele lokalnego poziomu ze strukturą GARCH lub SV (LL-GARCH, LL- $t$ -GARCH, LL-SV) oraz modele RCA ze składnikami losowymi tworzącymi strukturę SV lub GARCH (RWCA-SV, RCA-GARCH, RCA-SV). Model AR-SV będący konstrukcją relatywnie najprostszą posłużył jako wzorzec do porównań. Wybór modelu lokalnego poziomu był uwarunkowany badaniami nad inflacją prowadzonych przez Stocka i Watsona (zob. Stock i Watson 2007), zaś dołączenie modeli zmienności wynikało z badań nad inflacją prowadzonych przez Engle'a w Wielkiej Brytanii (zob. Engle 1982) oraz z cech procesów dyfuzji ze skokami reprezentowanych przez modele SV.

W rozdziale drugim obejmującym analizę dynamiki inflacji w Polsce w latach 1992-2014, przeprowadziłem krótki przegląd polityki pieniężnej, a następnie zastosowałem jednowymiarowe modele ze zmiennymi ukrytymi do analizy szeregu czasowego wskaźnika cen dóbr i usług konsumpcyjnych (ang. *Consumer Price Index*, CPI), obliczyłem moc wyjaśniającą modeli konkurencyjnych oraz dokonałem prognozy inflacji. Kolejna analiza zawarta w ww. rozdziale dotyczyła zharmonizowanego indeksu cen konsumpcyjnych (ang. *Harmonized Indices of Consumer Prices*, HICP). Podjęte badania obejmowały okres od stycznia 2000 do grudnia 2014 roku. Dane od stycznia 2000 do grudnia 2013 roku posłużyły do estymacji parametrów modelu i porównania

ich mocy wyjaśniającej, z kolei wartości zaobserwowane w 2014 roku pozwoliły na ocenę trafności prognoz.

W rozdziale trzecim omówiłem proces TVP-VAR-MSV (ang. *Time Varying Parameter Vector Auto-Regression with Multivariate Stochastic Volatility process*), w którym elementy wektora średnich warunkowych i macierzy kowariancji warunkowych traktowane są jako odrębne procesy stochastyczne. Proces ten jest uogólnieniem wcześniejszych koncepcji, takich jak standardowy proces VAR (ang. *Vector Auto-Regression process*), TVP-VAR (ang. *Time Varying Parameter Vector Auto-Regression process*) oraz VAR-MSV (ang. *Vector Auto-Regression with Multivariate Stochastic Volatility process*), (zob. Durbin i Koopman 2001), Tsay (2010), Pajor (2010). Rozważyłem trzy najczęściej występujące zależności pomiędzy inflacją i wybranymi zmiennymi makroekonomicznymi: zależność między stopą inflacji i bezrobociem, inflacją i wysokością nominalnych wynagrodzeń oraz inflacją i stopą procentową. Wybór wspomnianych relacji ekonomicznych wynikał z uwarunkowań, w których znalazła się gospodarka Polski w okresie transformacji, takich jak znaczna stopa bezrobocia strukturalnego, relatywnie niski poziom płac oraz wysoka stopa procentowa związana z wysoką stopą inflacji, a które wraz z wprowadzaniem kolejnych reform zmieniały się najsilniej. Następnie przedstawiłem wyniki estymacji parametrów i testowania modelu TVP-VAR-MSV oraz porównałem jego moc wyjaśniającą w stosunku do modeli VAR i VAR-MSV. W dalszej kolejności za pomocą funkcji odpowiedzi na zakłócenia losowe dokonałem analizy reakcji inflacji na zmianę stopy bezrobocia, nominalnych wynagrodzeń i stopy procentowej. Na koniec porównałem jakość prognostyczną wszystkich modeli, w których występują zmienne ukryte.

Przeprowadzone przeze mnie badania umożliwiły ocenę użyteczności modeli ze zmiennymi ukrytymi w analizie inflacji w Polsce. Dopasowanie kilku modeli do jednego szeregu czasowego pozwoliło na porównanie ich własności w próbie, mocy wyjaśniającej i własności prognoz. Uzyskane wyniki umożliwiły sformułowanie wniosków, znajdujących się w rozdziale drugim oraz trzecim monografii – przedstawione poniżej.

Dokonane badania empiryczne wykazały silną persystencję zmienności inflacji. Ponadto wskazały na dużą zmienność przypadającą na lata 90. będące okresem transformacji systemowej. Największy wzrost (na przełomie lat 1993/1994), mógł wynikać z kilku przyczyn, które pojawiły się równoległe i niezależnie od siebie, jak silna dewaluacja złotego, zamrożenie i następnie podniesienie stóp podatkowych oraz liberalizacja przepływów kapitałowych. Z kolei od końca lat 90. obserwowany był systematyczny spadek zmienności związany ze stabilizowaniem się sytuacji gospodarczej.

Wśród modeli jednowymiarowych najwyższe pozycje, według bayesowskiego kryterium mocy wyjaśniającej, zajął model lokalnego poziomu. W przypadku wielowymiarowym model TVP-VAR-MSV uzyskał znaczną przewagę nad konkurencyjnymi modelami, tj. VAR-MSV oraz

VAR. Model VAR-MSV znajdował się za każdym razem na drugim miejscu w rankingu, będąc kilkanaście lub kilkadziesiąt rzędów wielkości mniej prawdopodobny niż model TVP-VAR-MSV, z kolei model VAR zajmował w każdym przypadku, według tego kryterium, trzecie miejsce w zestawieniu, znajdując się znacznie niżej niż pozostałe dwie specyfikacje. Można zatem stwierdzić, że modele, w których w opisie struktury autoregresyjnej lub zmienności dopuszcza się zmienne ukryte, były bardziej preferowane przez dane, niż analogiczne modele w których średnia warunkowa lub wariancja warunkowa była jedynie funkcją obserwacji historycznych. Niska moc wyjaśniająca standardowych modeli VAR potwierdza efekt skupiania zmienności rozważanych procesów, wskazując na potrzebę uwzględnienia kowariancji warunkowych w analizach makroekonomicznych, zwłaszcza dla tak wrażliwych procesów jak ceny. Wartości brzegowej gęstości wektora obserwacji, będące podstawą porównywania mocy wyjaśniającej, otrzymano metodą Newtona i Raftery'ego z korektą Lenka (zob. Newton i Raftery 1994; Lenk 2009).

Wśród modeli jednowymiarowych najdokładniejsze prognozy uzyskał model RCA-SV, w którym współczynniki autoregresji były niezależnymi zmiennymi ukrytymi o rozkładzie normalnym, a składnik losowy miał strukturę SV. Model ten miał niewielką przewagę nad standardowym modelem AR-SV. Wyniki testu Diebolda i Mariano (zob. Diebold i Mariano 1995) wykazały jednak, że brak jest istotnych różnic między punktowymi prognozami inflacji z modeli RCA-SV i AR-SV. Tylko w jednym wariancie można było istotnie odrzucić hipotezę zerową o braku różnic między prognozami rozważanych jednowymiarowych specyfikacji, a modelem AR-SV – wariant ten dotyczył modelu RWCA-SV. Można zatem stwierdzić, że jednowymiarowe modele ze zmiennymi ukrytymi w średniej warunkowej nie wykazały istotnej przewagi prognostycznej nad modelami ze standardową strukturą AR.

W prognozowaniu inflacji na podstawie modeli wielowymiarowych zasadnicza okazała się obecność zmiennych ukrytych w macierzy kowariancji warunkowych. Uwzględnienie struktury MSV w opisie zmienności wskaźnika CPI było kluczowe do uzyskania dokładniejszych prognoz. Badania porównawcze przeprowadziłem za pomocą modelu VAR oraz VAR-MSV. Według kryterium pierwiastka błędu średniokwadratowego predykcji, prognozy dla modelu VAR-MSV były o 50%-55% dokładniejsze niż dla modelu VAR. Z kolei uwzględnienie zmiennych ukrytych w strukturze autoregresyjnej, i ich powiązań, nie przyczyniło się do poprawy trafności prognoz. Błąd prognozy inflacji, liczony na podstawie wyników pochodzących z modelu VAR-MSV, był około 25%-60% mniejszy w porównaniu z błędem prognozy z modelu TVP-VAR-MSV. Nie udało się jednak wykazać istotnych różnic w trafności prognoz pochodzących z modeli jedno- i wielowymiarowych. Oba modele, tj. AR-SV i VAR-MSV, dostarczyły prognoz o podobnej dokładności. Wprowadzenie dodatkowych zmiennych, wpływających na inflację, nie spowodowało istotnej poprawy trafności prognoz.

W świetle przeprowadzonych badań wykazałem więc, że modele w których zmienne ukryte w strukturze autoregresyjnej tworzą proces błędzenia losowego, mogą co prawda prowadzić do interesujących wniosków w próbie, np. na temat stabilności parametrów i zależności między zmiennymi, jednak poza próbą zwracają prognozy o niskiej jakości. Z kolei uwzględnienie zmiennych losowych w wariancji warunkowej istotnie przyczyniło się do uzyskania dokładniejszych prognoz.

Na podstawie przeprowadzonych przeze mnie badań można ponadto stwierdzić, że autoregresyjna struktura inflacji była stosunkowo stabilna. Rozpiętość przedziałów *a posteriori* zmiennych ukrytych, interpretowanych jako współczynniki autoregresji, była na tyle duża, że nie udało się odrzucić hipotezy o ich stałości. Jedynie w 2011 roku można zaobserwować zasadniczą zmianę polegającą na wystąpieniu istotnego spadku autokorelacji, świadcząca o zmianie w średniej warunkowej. W przypadku pozostałych zmiennych wykazałem brak stabilności ich struktury autoregresyjnej lub ich niestabilne powiązania z inflacją. W modelu stopy bezrobocia i inflacji wykazałem, że przyrosty CPI pod koniec 2013 roku miały istotny, ujemny wpływ na stopę bezrobocia. Dla wynagrodzeń można zauważyć istotną zmianę autokorelacji w 1999 roku, kiedy nastąpiło w Polsce ubruttowienie wynagrodzeń związane z ich nominalnym wzrostem. Z kolei badania przeprowadzone dla stopy procentowej wykazały, że efekt oddziaływania rynkowej stopy procentowej WIBOR 3M może być również rozpatrywany jako zmienny w czasie. Można tu zauważyć dwa zasadnicze momenty, w których zaszła istotna zmiana między stopą procentową a inflacją, a mianowicie moment wstąpienia Polski do struktur UE i kryzys finansowy zapoczątkowany załamaniem się rynku kredytów hipotecznych w Stanach Zjednoczonych w 2007 r.

### 3.2.2. Wnioskowanie bayesowskie w statycznych modelach ekonometrycznych

Badania dotyczące wnioskowania bayesowskiego w statycznych modelach ekonometrycznych obejmują następujące publikacje: [2] (Błażejowski i Kwiatkowski (2015)) „Bayesian Model Averaging and Jointness Measures for gretl”, [3] (Błażejowski, Gazda i Kwiatkowski (2016)) „Bayesian Model Averaging in the Studies on Economic Growth in the EU Regions – Application of the gretl BMA package”, [4] (Błażejowski, Kwiatkowski i Gazda (2019)) „Sources of Economic Growth: A Global Perspective”.

Jednym z istotnych współczesnych problemów doboru zmiennych w statycznym modelu ekonometrycznym jest potrzeba rozwoju narzędzi, pozwalających na efektywny wybór czynników spośród bardzo dużej liczby zmiennych objaśniających. Jako przykład rozważmy sytuację, w której zbiór potencjalnych zmiennych niezależnych składa się z 30 elementów. Liczba możliwych kombinacji wynosi wówczas  $2^{30} = 1\,073\,741\,824$ . Jeżeli przyjmiemy założenie, że obliczenie każdej z nich zajmie nam tylko 1 sekundę, to na wykonanie wszystkich kombinacji musimy czekać aż 34 lata. Z tego też powodu istnieje potrzeba bardziej efektywnego algorytmu prze-



szukiwania kombinacji, tak aby koncentrować się na wariantach najbardziej prawdopodobnych, a pomijać te o znikomym prawdopodobieństwie. Ponadto jak wskazują badania empiryczne (np. Koop 2003), bardzo często okazuje się, że model, który ma największą moc wyjaśniającą uzyskał niewielkie prawdopodobieństwo *a posteriori* (poniżej 0,1). Oznacza to, że wiedza na temat zmiennych, i związanych z nimi charakterystyk, jest bardzo rozproszona. Gdy skupimy się wyłącznie na jednym modelu, pomijamy bardzo dużo informacji zawartych w pozostałych wariantach, których łączne prawdopodobieństwo *a posteriori* może być bardzo wysokie. Sposobem na rozwiązanie wymienionych problemów jest bayesowskie łączenie wiedzy, które polega na uśrednianiu charakterystyk *a posteriori* interesujących nas parametrów, gdzie jako wagi występują prawdopodobieństwa poszczególnych specyfikacji. Podejście to, dodatkowo wspomagane jest algorytmem numerycznym pozwalającym na losowania w tych obszarach, w których znajdują się najbardziej prawdopodobne kombinacje, a pomijając obszary, w których znajdują się modele o bardzo niskiej mocy wyjaśniającej. W literaturze anglojęzycznej określa się jako BMA (ang. *Bayesian Model Averaging*)

W publikacji [2] (Błażejowski i Kwiatkowski (2015)) „Bayesian Model Averaging and Jointness Measures for gretl” zaproponowałem wraz ze współautorem pakiet **gretl-BMA**, stworzony na potrzeby metody BMA i napisany w środowisku ekonometrycznym gretl<sup>1</sup>. Podstawowe funkcjonalności zawarte w pakiecie, dotyczą (zob. tabela 1) algorytmu numerycznego stosowanego do przeszukiwania zbioru wszystkich potencjalnych modeli, założeń *a priori* konkurencyjnych modeli, typu rozkładu Zellnera (ang. *Zellner's g-prior*) oraz analizy *jointness*, która dostarcza informacji na temat komplementarności i substytucyjności zmiennych objaśniających (zob. Ley i Steel 2007; Doppelhofer i Weeks 2009). Syntetyczne porównanie pakietu **gretl-BMA** z oprogramowaniem konkurencyjnym zawiera tabela 1. Łatwo zauważyć, że oprócz dużej liczby funkcjonalności jako jedyny posiada interfejs graficzny. Najważniejsze informacje jakie zwraca pakiet to prawdopodobieństwo *a posteriori*, że zmienna objaśniająca istotnie wpływa na zmienną zależną (ang. *posterior inclusion probability*); uśrednione charakterystyki *a posteriori* ocen parametrów; prawdopodobieństwa *a posteriori* konkurencyjnych modeli; informacje obliczone na podstawie ilorazu szans *a posteriori*, które zmienne objaśniające są względem siebie komplementarne lub substytucyjne; dane na temat zbieżności procedury numerycznej. Stworzony przez nas pakiet pozwolił zreplikować wyniki, które opublikowali Ley i Steel (2007) oraz Fernández, Ley i Steel (2001).

<sup>1</sup> (ang. *GNU regression, econometrics and time-series library*). Oprogramowanie gretl stworzone jest na licencji GPL-3 (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>). W literaturze ekonometrycznej było wielokrotnie stosowane i recenzowane. Najbardziej znane publikacje na ten temat to Baiocchi i Distaso (2003), Yalta i Yalta (2007) oraz Rosenblad (2008)

Główne funkcje	R-BMS	R-BMA	R-BAS	FLSBMA	gretl-BMA
Metoda próbkowania	MC <sup>3</sup>	BIC	BAS, AMCMC, BAS+MCMC	MC <sup>3</sup>	MC <sup>3</sup>
Rozkład <i>a priori</i>	5	1	3	2	3
Rozkład Zellnera	6	1	9	9	5
Analiza <i>jointness</i>				✓	✓
Miara <i>jointness</i>				1	2
Ranking modeli	✓			✓	✓
Interfejs graficzny					✓

Tabela 1. Główne funkcje **gretl-BMA** i pakietów konkurencyjnych.

Metoda próbkowania - algorytm numeryczny stosowany do przeszukiwania zbioru wszystkich potencjalnych kombinacji liniowych. Rozkład *a priori* - liczba rozkładów *a priori* losowanych modeli. Rozkład Zellnera - liczba dostępnych rozkładów *a priori* Zellnera. Analiza *jointness* - informacja czy pakiet dostarcza wyniki na temat komplementarności i substytucyjności zmiennych objaśniających. Miara *jointness* - liczba miar *jointness*. Ranking modeli - informacja czy pakiet dostarcza listę najbardziej prawdopodobnych modeli. Interfejs graficzny - informacja na temat dostępności interfejsu graficznego.

*Mój udział w pracy nad artykułem wyniósł 50% i polegał na przeglądzie literatury, opracowaniu metodyki badań, przygotowaniu kodów źródłowych programów oraz ich implementacji (wspólnie z M. Błażejowskim), przeprowadzeniu obliczeń numerycznych (wspólnie z M. Błażejowskim), interpretacji statystycznej i ekonomicznej wyników badań (wspólnie z M. Błażejowskim) oraz sformułowaniu wniosków (wspólnie z M. Błażejowskim).*

Pakiet **gretl-BMA** był podstawowym narzędziem identyfikującym czynniki odpowiedzialne za wzrost gospodarczy w regionach Unii Europejskiej oraz w skali globalnej. Szczegóły przeprowadzonych badań zawarte są w publikacjach [3]; [4] (Błażejowski, Gazda i Kwiatkowski (2016) oraz Błażejowski, Kwiatkowski i Gazda (2019)) „Bayesian Model Averaging in the Studies on Economic Growth in the EU Regions – Application of the gretl BMA package”; „Sources of Economic Growth: A Global Perspective”. Prawidłowe określenie czynników wpływających na tempo wzrostu gospodarczego stanowi jedno z najistotniejszych wyzwań współczesnej teorii ekonomii oraz polityki gospodarczej. Wyniki badań empirycznych przeprowadzonych w publikacjach wskazanych jako dorobek naukowy stwarzają możliwość logicznego kontynuowania rozważań w obszarze analizy źródeł wzrostu gospodarczego. W literaturze (np. Ley i Steel 2007; Sala-i-Martin 1997; Crespo-Cuaresma, Doppelhofer i Feldkircher 2014) występuje zgodność, co do traktowania metod bayesowskich jako właściwych do analizy tak złożonego zjawiska ekonomicznego, jakim jest wzrost gospodarczy i jego źródła. W publikacji [3] (Błażejowski, Gazda i Kwiatkowski (2016)) „Bayesian Model Averaging in the Studies on Economic Growth in the EU Regions – Application of the gretl BMA package” analiza empiryczna dotyczyła 222 regionów Unii Europejskiej na poziomie NUTS 2. Badania obejmowały piętnaście krajów tzw. starej Unii (kraje przed rozszerzeniem w 2004 roku) oraz Polskę. Podstawą bayesowskiej analizy były dane przekrojowe, składające się z 23 czynników będących potencjalnymi determinantami wzrostu gospodarczego. Jako miernika wzrostu użyto PKB na jednego mieszkańca, w podziale na regiony, w cenach stałych z 2000 roku. Za pomocą symulacji Monte Carlo i narzędzi wnio-

skowania bayesowskiego przeszukano zbiór  $2^{23} = 8\,388\,608$  kombinacji liniowych, obliczono ich moc wyjaśniającą i charakterystyki *a posteriori*. Stworzono też ranking najbardziej prawdopodobnych czynników wzrostu. Uzyskane wyniki wykazały, że wzrost PKB, w regionach krajów UE, był uzależniony głównie od wcześniejszych zasobów kapitałowych, procentu populacji z wyższym wykształceniem, liczby kobiet aktywnych zawodowo oraz rozwoju turystyki. Jest to zgodne z koncepcjami wzrostu, w których szczególną rolę odgrywa kapitał ludzki (Mankiw, Romer i Weil 1992).

*Mój udział w pracy nad artykułem wynosił 33,3% i polegał na przeglądzie literatury, przeprowadzeniu obliczeń numerycznych, interpretacji statystycznej i ekonomicznej wyników badań (wspólnie z M. Błażejowskim i J. Gazdą) oraz sformułowaniu wniosków (wspólnie z M. Błażejowskim i J. Gazdą).*

Publikacja [4] (Błażejowski, Kwiatkowski i Gazda (2019)) „Sources of Economic Growth: A Global Perspective” skupiła się na źródłach wzrostu gospodarczego w ujęciu globalnym. Badaniem objąłem gospodarki 168 krajów. Jako miarę wzrostu gospodarczego wykorzystałem PKB uśredniony w latach 2002–2013. Według aktualnej wiedzy było to najprawdopodobniej pierwsze tego typu badanie dotyczące tak dużej liczby krajów. W analizie rozważyłem 30 potencjalnych czynników wzrostu. Łączna liczba potencjalnych liniowych kombinacji w modelu ekonometrycznym wynosiła  $2^{30} = 1\,073\,741\,824$ . Na podstawie przeprowadzonych badań za pomocą pakietu **gretl-BMA** wykazałem, że pierwszy w rankingu model z największą mocą wyjaśniającą miał prawdopodobieństwo *a posteriori* równe jedynie 0,16. Oznacza to, że nie istniał wyłącznie jeden model, który uwzględniałby wszystkie najważniejsze czynniki wzrostu. Wiedza na ten temat była bardzo rozproszona, co uzasadniało konieczność stosowania dla tego typu analiz podejścia BMA. Obliczona moc wyjaśniająca i charakterystyki *a posteriori* dały możliwość zidentyfikowania głównych źródeł wzrostu: wielkości oszczędności w gospodarce, wielkości zgromadzonego kapitału w 2002 roku, nakładów na środki trwałe brutto oraz czynników bezpośrednio związanych z krajami leżącymi w rejonie Azji i Oceanii. Warto nadmienić, że wśród 168 analizowanych państw świata były gospodarki zarówno rozwinięte, rozwijające się, jak i ubogie. Z tego powodu wyniki uzyskane w ujęciu globalnym [publikacja 4] były różne w stosunku do wyników dla Unii Europejskiej [publikacja 3]. W gospodarkach świata zróżnicowanych pod względem zasobowym, kulturowym i infrastrukturalnym na pierwsze miejsce wysuwają się czynniki kapitałowe, wskazujące na konieczność rozwoju procesów realnych.

*Mój udział w pracy nad artykułem wynosił 32% i polegał na opracowaniu metodyki badań, przygotowaniu kodów źródłowych programów oraz ich implementacji (wspólnie z M. Błażejowskim), interpretacji statystycznej i ekonomicznej wyników badań, sformułowaniu wniosków (wspólnie z M. Błażejowskim i J. Gazdą).*

#### 4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Jestem autorem lub współautorem 41 prac naukowych, w tym 35 opublikowanych w okresie po uzyskaniu tytułu doktora nauk ekonomicznych. W tabeli 2 znajduje się ich syntetyczny wykaz.

Tabela 2. Syntetyczne zestawienie publikacji naukowych

Rodzaj	Liczba publikacji	
	po angielsku	po polsku
<b>Po uzyskaniu stopnia doktora</b>		
Web of Science	3	
<i>z listy JCR</i>	2	
<i>spoza listy JCR</i>	1	
Lista B	5	12
Rozdziały w monografiach	7	7
Monografie		1
<b>Przed uzyskaniem stopnia doktora</b>		
Lista B	1	2
Rozdziały w monografiach	1	2

Źródło: Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu

W tabelach 3-5 podano informacje na temat współczynnika wpływu (*ang. impact factor*), liczby cytowań oraz indeksu Hirscha. Dane zostały opracowane na podstawie zestawienia, które przygotował Oddział Informacyjno-Bibliograficzny Biblioteki Uniwersyteckiej w Toruniu.

Tabela 3. Informacja na temat współczynnika wpływu (*impact factor*)

Czasopismo	Rok	Impact Factor – IF
<i>Journal of Statistical Software</i>	2015	2,379
<i>Sustainability</i>	2019	2,075
	Suma:	<b>4,454</b>

Źródło: Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu

Tabela 4. Liczba cytowań publikacji w zależności od źródeł bibliometrycznych

Baza	Liczba publikacji	Liczba cytowań
<i>Web of Science (WoS)</i>	2	7
<i>Scopus</i>	2	8
<i>Google Scholar</i>	17	62

Źródło: Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu

Tabela 5. Indeks Hirscha w zależności od źródeł bibliometrycznych

Baza	<i>h</i> -index
<i>Web of Science (WoS)</i>	1
<i>Scopus</i>	2
<i>Google Scholar</i>	6

Źródło: Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu

Od 2001 roku wygłosiłem 30 referatów na konferencjach naukowych, wśród których mogę wymienić: „Gretl Conference”, „Forecasting Financial Markets and Economic Decision - ma-

king”, „International Conference Macromodels”, „XXVI European Meeting of Statisticians”, „International Atlantic Economic Society”, „Ogólnopolskie Seminarium Naukowe Profesora Zygmunta Zielińskiego Dynamiczne Modele Ekonometryczne”, „Inwestycje finansowe i ubezpieczenia - tendencje światowe a rynek polski”, „Modelowanie i Prognozowanie Gospodarki Narodowej”, „Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych”, „Rynek Kapitałowy. Skuteczne inwestowanie”.

Poza tematyką omówioną jako główne osiągnięcie naukowe, mogę wskazać następujące kierunki będące przedmiotem moich prac badawczych:

- Wnioskowanie bayesowskie w modelach STUR

Z badań empirycznych wynika, że jedną z podstawowych własności procesów finansowych jest występowanie pierwiastka jednostkowego. Jest to bezpośrednio związane z hipotezą słabej efektywności rynków finansowych i związanym z nią modelem błędzenia losowego (Fama 1970). Z tego też względu wiele badań empirycznych koncentruje się na modelach ARIMA (ang. *Autoregressive Integrated Moving Average*, Box i Jenkins (1983)), w których ceny instrumentów występujących na rynku finansowym traktowane są jako procesy o stacjonarnych przyrostach. Granger i Swanson (1997) wykazali, że finansowe i makroekonomiczne procesy, które wymagają obliczenia pierwszych różnic nie zawsze są procesami zintegrowanymi rzędu pierwszego. Często mają pierwiastek jednostkowy, który nie jest stały lecz losowy. Zmienny parametr, odpowiedzialny za stopień zintegrowania, traktowany jest tu jako odrębny proces stochastyczny, którego realizacje oscylują wokół jedynki. Tego typu proces określa się jako proces zawierający stochastyczny pierwiastek jednostkowy (ang. *Stochastic Unit Root*, STUR). Efektem moich badań w zakresie wnioskowania bayesowskiego były publikacje [5], [11], [14], [18], [20], [28], [29], [30], [31], [33], [34], [35], zamieszczone w załączniku nr 3. Przeprowadzone przeze mnie prace badawcze zostały zrealizowane w ramach dwóch grantów: *Procesy zawierające stochastyczne pierwiastki jednostkowe - modele, identyfikacja, estymacja, prognozowanie* (pod kierunkiem dr hab. Magdaleny Osińskiej, prof UMK) oraz *Bayesowska analiza modeli szeregów czasowych z parametrami generowanymi przez procesy stochastyczne* (pod własnym kierownictwem). Przeprowadzone badania empiryczne wykazały, że część procesów finansowych (indeksy giełdowe, ceny akcji, kursy walutowych) można traktować jako generowane przez modele STUR, ponieważ miały większą moc wyjaśniającą niż modele konkurencyjne ze stałym pierwiastkiem jednostkowym. Ponadto badania empiryczne dotyczące kursów walutowych potwierdziły, że stochastyczny pierwiastek jednostkowy nie ma stałej, lecz zmienną wariancję warunkową, a jego zmienność nasila się wraz ze wzrostem niepewności na rynku.

Szczegóły przeprowadzonych przeze mnie prac dotyczyły:

- przedstawienia własności bayesowskich modeli ze stochastycznym pierwiastkiem jednostkowym,
- opracowania rozkładów a posteriori, niezbędnych w podejściu bayesowskim,
- analizy empirycznych własności wybranych modeli zawierających stochastyczny pierwiastek jednostkowy,
- oceny i porównania mocy wyjaśniającej modeli STUR oraz podejść konkurencyjnych (GARCH oraz modeli o stałym w czasie stopniu zintegrowania),
- analizy zmienności pierwiastka jednostkowego w modelach STUR,
- badań empirycznych z zastosowaniem wnioskowania bayesowskiego dla wybranych spółek i indeksów giełdowych notowanych na GPW w Warszawie oraz kursu złotego w stosunku do najważniejszych walut europejskich.

- Badanie zmienności cen na rynku rolnym w Polsce

Zagadnienia zmienności cen produktów rolnych są szeroko opisane w literaturze. Jako jedni z pierwszych problematykę wpływu struktur rynkowych na zmianę siły transmisji cen produktów rolnych badali McCorriston, Morgan i Rayner (2001). Duża zmienność cen produktów rolnych wpływa zarówno na konsumentów, jak i producentów, w przypadku tych drugich implikując ryzyko działalności rynkowej, czyli ograniczając możliwość przewidywania cen produktów rolnych w przyszłości, a tym samym ograniczając producentom i firmom przetwórczym zysk (por. Apergis i Rezitis 2003). Zmienność cen produktów rolnych jest także uzależniona od sytuacji panującej na rynkach światowych oraz od Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej, która reguluje ceny na rynku pszenicy oraz wołowiny poprzez bezpośrednią interwencję, skup i ceny minimalne. Możliwość pomiaru zmienności cen oraz identyfikacja czynników wpływających na jej dynamikę pozwala sformułować odpowiedzi dotyczące istotnych przyczyn kształtujących rynek rolny, a także umożliwia tworzenie trafniejszych prognoz. Ponadto sytuacja Polski prowadzącej politykę rolną, zarówno przed, jak i po wstąpieniu do wspólnego rynku Unii Europejskiej, daje unikalną możliwość znalezienia odpowiedzi na pytania dotyczące bezpośredniego oddziaływania Wspólnej Polityki Rolnej na mechanizm rynkowy. Z tego też względu podjąłem się (wraz z P. Bórawskim) badań dotyczących analizy zmienności cen oraz oceny bezpośredniego oddziaływania regulacji UE na rynek rolny. Badania przeprowadziłem za pomocą przelącznikowych modeli Markowa (ang. *Markov Switching models*) oraz modelu GARCH (ang. *Generalized Auto-Regressive Conditional Heteroskedasticity model*). Modele te pozwalają skutecznie opisywać dynamikę zmienności zarówno dla podokresów o wyższej, jak i niższej aktywności. W opracowaniu wykorzystałem dane tygodniowe pochodzące z Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi dla cen pszenicy, wołowiny,

wieprzowiny i żywca drobiowego. W przypadku rynków regulowanych (pszenicy i wołowiny) wykazałem, że przystąpienie Polski do Unii Europejskiej miało istotny i znaczący wpływ na stabilizację ich cen.

*Przeprowadzone przeze mnie prace (pozycje [13] i [32] w załączniku nr 3) dotyczyły zebrania danych, analizy ekonometrycznej, opracowania materiałów i redakcji tekstu.*

- Zastosowanie modelu GARCH-in-mean ze zmiennym parametrem do analizy aktywów notowanych na GPW w Warszawie

Zależność pomiędzy dochodem a ryzykiem należy do fundamentalnych zagadnień w teorii finansów. Z modelu wyceny aktywów kapitałowych (ang. *Capital Asset Pricing model*) wynika, że między oczekiwaną stopą zwrotu portfela rynkowego a wariancją stopy zwrotu tego portfela istnieje dodatnia zależność liniowa (por. Cuthbertson i Nitzsche 1996). Przyjmuje się również, że dla ustalonego okresu inwestorzy wymagają wyższych oczekiwanych stóp zwrotu z aktywów, z którymi związane jest większe ryzyko, czy też stała. Nie ma jednakże zgody co do tego, czy dodatnia zależność między oczekiwaną stopą zwrotu a wariancją jest „dynamiczna”, tzn. czy w okresie, gdy dany papier wartościowy charakteryzuje się większym (mniejszym) ryzykiem, inwestorzy wymagają większej (mniejszej) premii za ryzyko. Brak jednoznacznych wyników dotychczasowych badań, dotyczących stabilności zależności pomiędzy oczekiwanym ryzykiem i premią za ryzyko, skłoniła mnie wraz ze współautorem (P. Fiszedere) do analizy zależności pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu a ryzykiem dla wybranych procesów dotyczących polskiego rynku finansowego. W badaniu zastosowano modele GARCH-in-mean ze stałym i zmiennym parametrem. Do estymacji parametrów modelu GARCH-in-mean ze zmiennym parametrem zaproponowaliśmy metodę quasi największej wiarygodności. Analizowaliśmy wybrane indeksy rynku akcji i spółki notowane na GPW w Warszawie oraz kursy złotego w stosunku do wybranych walut obcych. Wśród badanych spółek były zarówno tzw. „blue chipy”, jak i spółki o małej kapitalizacji. W większości przypadków uzyskane szacunki parametrów dla modelu GARCH-in-mean ze stałym parametrem wskazują na brak istotnej zależności pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu a warunkową wariancją badanych procesów finansowych. Jednakże wyniki zależą od przyjętej postaci równania dla warunkowej średniej. Uzyskane szacunki dla modelu GARCH-in-mean ze zmiennym parametrem mogą tłumaczyć rozbieżność wyników prowadzonych dotychczas analiz empirycznych, dotyczących zależności pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu a warunkową wariancją, przeprowadzonych z wykorzystaniem modelu GARCH-in-mean ze stałym parametrem.

*Przeprowadzone przeze mnie prace (pozycje [16] i [17] w załączniku nr 3) obejmowały prace koncepcyjną, studia literaturowe, redakcję tekstu, opracowanie zagadnień dotyczących modelu GARCH-in-mean ze zmiennym parametrem oraz jego estymację i interpretację.*

- Identyfikacja chaosu deterministycznego w szeregach finansowych

Do pewnego momentu w nauce dominowało podejście w myśl którego losowość i determinizm stawiano na dwóch przeciwstawnych biegunach. W powszechnym mniemaniu deterministyczne reguły, generujące dany proces, powinny zapewnić jego regularny i uporządkowany przebieg. Z tego powodu przyjęło się sądzić, że porównując wykresy procesów już na pierwszy rzut oka można odróżnić zjawiska losowe od deterministycznych. Tymczasem w nauce ustanowione zostało nowe pojęcie – chaos deterministyczny – będące oksymoronem, łączącym w nazwie dwa sprzeczne zjawiska, czyli chaos, a więc nieuporządkowanie oraz determinizm kojarzony z ładem i harmonią. Z tego tytułu chaos deterministyczny może generować wyniki wyglądające na losowe, choć takimi w istocie nie są. Własność ta była podstawą przeprowadzonych przeze mnie badań (wraz z W. Orzeszko), mających na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy dotychczasowe szeregi czasowe analizowane w finansach są realizacją procesu stochastycznego, czy też generowane są przez chaotyczny układ dynamiczny. Narzędziem identyfikacji chaosu deterministycznego był wykładnik Lapunowa. Badaniu poddano dzienne i tygodniowe notowania kursu WIG, WIG20 oraz dwóch wybranych spółek - BRE i Vistula. Uzyskane wyniki nie potwierdziły hipotezy, że notowania papierów wartościowych generowane były przez model chaosu deterministycznego.

*Przeprowadzone przeze mnie badania (pozycja [19] w załączniku nr 3) obejmowały pracę koncepcyjną, studia literaturowe, przygotowanie danych do badania, opracowanie wyników i wniosków badania oraz redakcję tekstu.*

W ramach mojej aktywności naukowej byłem kierownikiem grantu badawczego: *Bayesowska analiza modeli szeregów czasowych z parametrami generowanymi przez procesy stochastyczne* finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, numer N N111 431737, lata realizacji 2009 – 2012. Ponadto biore lub brałem udział jako główny wykonawca (lub wykonawca) w realizacji następujących projektów badawczych:

1. *Procedura budowy modelu prognostycznego z wykorzystaniem metody BACE dla modelu zgodnego*, projekt badawczy finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, okres realizacji 2017 – 2019, nr 2016/21/B/HS4/01970, kierownik projektu dr Marcin Błażejowski.
2. *Modelowanie i prognozowanie zmienności – wykorzystanie dodatkowych informacji o cenach minimalnych i maksymalnych*, projekt badawczy finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, nr 2012/05/B/HS4/00675, okres realizacji 2013 – 2016, kierownik projektu dr hab. Piotr Fiszedler, prof. UMK.
3. *Wpływ przykrycia powierzchni gleb miejskich (ekranosoli) na zmiany ich właściwości*, projekt badawczy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr N N306 463738, okres realizacji 2010 – 2013, kierownik projektu dr Przemysław Charzyński.



4. *Determinanty etapowej konwergencji w rozwiniętych krajach Unii Europejskiej. Wnioski dla Polski*, projekt badawczy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr N N112 324138, okres realizacji 2010 – 2012, dr hab. Małgorzata Kokocińska, prof. UEP.
5. *Procesy zawierające stochastyczne pierwiastki jednostkowe - modele, identyfikacja, estymacja, prognozowanie*, projekt badawczy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr 2 H02B 015 25, okres realizacji 2003 – 2006, kierownik projektu dr hab. Magdalena Osińska, prof. UMK.
6. *Zastosowanie modeli GARCH w analizie ryzyka rynkowego*, projekt badawczy finansowany przez UMK, nr 419-E, badania w 2004 roku, kierownik projektu dr Piotr Fiszeder.
7. *Analiza finansowych szeregów czasowych i badanie efektywności ekonomicznej: wnioskowanie bayesowskie oraz podejście konkurencyjne*, nr 1 H02B 022 18, badania w latach 2000-2002, projekt badawczy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, kierownik projektu: dr hab. Jacek Osiewalski, prof. AE w Krakowie.
8. *Wnioskowanie bayesowskie w ekonometrii i analiza ekonomicznych zależności granicznych*, nr 1 H02B 015 11, badania w latach 1996-1999, projekt badawczy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, kierownik projektu: dr hab. Jacek Osiewalski, prof. AE w Krakowie.

## **5. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny, współpraca międzynarodowa oraz współpraca z praktyką**

### **• Dorobek dydaktyczny i organizacyjny**

- W ramach pracy dydaktycznej na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Zarządzania UMK w Toruniu prowadziłem wykłady lub ćwiczenia z następujących przedmiotów w języku polskim i angielskim: 1) Statystyka, 2) Statystyka matematyczna, 3) Statystyka opisowa, 4) Ekonometria, 5) Modele masowej obsługi, 6) Zastosowania statystyki w zarządzaniu, 7) Economic forecasting, 8) Statystyka w biznesie i psychologii (Excel, Gretl, SPSS).
- Jestem promotorem 75 prac licencjackich i magisterskich.

### **• Współpraca międzynarodowa**

- W październiku 2017 r. w ramach Seminari DiSES del giovedì wspólnie z Marcinem Błażejowskim wygłosiłem referat pt.: „Bayesian Model Averaging for ADL model in gretl”. Wystąpienie odbyło się na zaproszenie prof. Riccardo Lucchetti z Dipartimento di Scienze Economiche Sociali (DiSES), Ancona, Włochy.
- Jestem współautorem dwóch pakietów ekonometrycznych dostępnych w programie gretl.

Są to:

1. pakiet **BMA**, służący do bayesowskiej analizy modeli liniowych z uwzględnieniem łączenia wiedzy wraz z zastosowaniem losowań Monte Carlo (Błażejowski i Kwiatkowski 2015),
2. pakiet **BACE**, który dotyczy uśredniania ocen parametrów w modelu liniowym na podstawie analizy częstościowej (Błażejowski i Kwiatkowski 2018).

Oba pakiety dostępne są na oficjalnej stronie internetowej „gretl function packages” pod adresem: [http://ricardo.ecn.wfu.edu/gretl/cgi-bin/gretldata.cgi?opt=SHOW\\_FUNCS](http://ricardo.ecn.wfu.edu/gretl/cgi-bin/gretldata.cgi?opt=SHOW_FUNCS).

- **Współpraca z innymi jednostkami**

- W kwietniu 2018 r. w ramach Zebrania Naukowego Katedry Ekonometrii i Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie wygłosiłem referat pt.: „Bayesian Model Averaging for ADL models in gretl” (wspólnie z Marcinem Błażejowskim).
- W marcu 2010 r. w ramach „Seminarium z ekonometrii finansowej” na Wydziale Matematyki i Informatyki UAM w Poznaniu wygłosiłem referat pt.: „Modele STUR w średniej i wariancji – postać, własności oraz zastosowanie w analizie szeregów finansowych”.
- W kwietniu 2009 r. w ramach Zebrania Naukowego Komisji Nauk Ekonomicznych i Statystyki Oddziału PAN w Krakowie organizowanego na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie wygłosiłem referat pt.: „Model Stocka i Watsona oraz jego uogólnienia – analiza inflacji w Polsce”.
- W listopadzie 2007 r. w ramach Zebrania Naukowego Katedry Ekonometrii i Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie wygłosiłem referat pt.: „Modele RCA jako narzędzie opisu dynamiki stóp zwrotu”.

- **Współpraca z praktyką**

- Od 2013 roku pracuję jako analityk danych w branży gier mobilnych. Aktualnie na stanowisku Head of Analytics zarządzam zespołem, w skład w którego wchodzi: programiści, analitycy danych, projektant gier (ang. *Game Designer*) oraz menadżer ds. rozwoju (ang. *Business Development Manager*). Zakres moich obowiązków dotyczy: dostarczania metryk oraz narzędzi analityki biznesowej zespołom produkcyjnym oraz decydentom; rozwoju wiedzy z zakresu strategicznych obszarów analityki gier mobilnych; wspierania działań biznesowych i marketingowych w celu pozyskania partnerów biznesowych oraz klientów; tworzenia raportów na temat kluczowych wskaźników efektywności oraz planów sprzedażowych; oceny i prognozowania wartości klienta w czasie; optymalizacji produktów poprzez badanie elastyczności cen, dostosowywanie ofert oraz pomiar i analizę zachowań klientów.

- W ramach współpracy z biznesem jestem współpomysłodawcą lub współwykonawcą w projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego:
  1. *Opracowanie innowacyjnego systemu analizującego ceny produktów i efektywność działań promocyjnych w celu maksymalizacji zysku e-sklepu, w oparciu o zaawansowane algorytmy i aplikacje dokonujące optymalizacji strategii cenowych przedsiębiorstw*, projekt realizowany przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, Wielkopolski Regionalny Program Operacyjny na lata 2014 – 2020, Działanie 1.2 Wzmocnienie potencjału innowacyjnego Wielkopolski, RPWP.01.02, okres realizacji 2017 – 2018.
  2. *Opracowanie systemu personalizacji w grze z mechanizmami rozgłaszania (broadcastem) w ekosystemie – Game Content Personalization System GCPS*, projekt realizowany w ramach Programu Sektorowego „GAMEINN” finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Działania 1.2 „Sektorowe programy B+R” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, okres realizacji 2017 – 2018.
  3. *Stworzenie innowacyjnej platformy umożliwiającej świadczenie e-usługi BusinessForecast*, Działanie 8.1 PO IG - I/2013, okres realizacji 2014 – 2015, projekt realizowany przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego.
- Od 2013 roku jestem współwłaścicielem firmy BusinessForecast sp. z o.o., mającej prawa do platformy umożliwiającej zautomatyzowane tworzenie prognoz biznesowych z wykorzystaniem uczenia maszynowego. Platforma wykorzystuje takie narzędzia ekonometryczne jak średnie ruchome, model Holta, model Wintersa, modele trendu, model trendowo - autoregresyjny, model trendowo - sezonowo - autoregresyjny, SARIMA (ang. *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model*), <https://businessforecast.pl>.
- W okresie od 23 do 24 kwietnia 2013 r. oraz od 6 do 7 maja 2013 r. prowadziłem szkolenie dla pracowników banku mającego główną siedzibę w Warszawie, zatytułowane „Estymacje bayesowskie”.
- W 2012 roku wykonałem ekspertyzę dla firmy Mondi Polska Sp. z o.o. w zakresie statystycznej analizy jakości procesu produkcyjnego.
- W 2012 roku wykonałem ekspertyzę dla firmy Softhis sp. z o.o. w zakresie budowy automatycznego systemu transakcyjnego z użyciem modeli zmienności GARCH i SV.
- **Nagrody i wyróżnienia**
  - W 2007 roku dzięki pracy w projekcie *Procesy zawierające stochastyczne pierwiastki jednostkowe – modele, identyfikacja, estymacja, prognozowanie* otrzymałem wraz z całym zespołem nagrodę Rektora UMK II stopnia za działalność badawczo – rozwojową.

- W 2016 roku otrzymałem wyróżnienie indywidualne Rektora UMK za osiągnięcia w działalności naukowo – badawczej. Wyróżnienie to było efektem publikacji w czasopiśmie naukowym posiadającym współczynnik wpływu (*impact factor*) z największą możliwą liczbą punktów wg. ujednoliconego wykazu czasopism naukowych MNiSW (50).

## Pozostała literatura przywołana w autoreferacie

- [5] Apergis N. i Rezitis A. (lut. 2003), „Agricultural price volatility spillover effects: The case of Greece”, *European Review of Agricultural Economics* 30, s. 389–406.
- [6] Baiocchi G. i Distaso W. (2003), „gretl: Econometric Software for the GNU Generation”, *Journal of Applied Econometrics* 18(1), s. 105–110, DOI: 10.1002/jae.704.
- [7] Błażejowski Marcin i Kwiatkowski Jacek (2018), *Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) for gretl, gretl working papers 6*, Università Politecnica delle Marche (I), Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali.
- [8] Box G.E.P. i Jenkins G.M. (1983), *Analiza szeregów czasowych. Prognozowanie i sterowanie*, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [9] Cecchetti S.G., Hooper P., Kasman B.C., Schoenholtz K.L. i Watson M.W. (2007), *Understanding the evolving inflation process*, spraw. tech., Report U.S. Monetary Policy Forum.
- [10] Crespo-Cuaresma J., Doppelhofer G. i Feldkircher M. (2014), „The Determinants of Economic Growth in European Regions”, *Regional Studies* 48(1), s. 44–67, DOI: 10.1080/00343404.2012.678824.
- [11] Cuthbertson K. i Nitzsche D. (1996), *Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds and Foreign Exchange*, John Wiley.
- [12] Diebold F.X. i Mariano R.S. (1995), „Comparing Predictive Accuracy”, *Journal of Business & Economic Statistics* 13(3), s. 253–263.
- [13] Doppelhofer G. i Weeks M. (2009), „Jointness of Growth Determinants”, *Journal of Applied Econometrics* 24(2), s. 209–244, DOI: 10.1002/jae.1046.
- [14] Durbin J. i Koopman S.J. (2001), *Time Series Analysis by State Space Methods*, Oxford University Press.
- [15] Engle R. (1982), „Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation”, *Econometrica* 50(4), s. 987–1007.
- [16] Fama Eugene F. (1970), „Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”, *The Journal of Finance* 25(2), s. 383–417.
- [17] Fernández C., Ley E. i Steel M. (2001), „Benchmark Priors for Bayesian Model Averaging”, *Journal of Econometrics* 100(2), s. 381–427, ISSN: 0304-4076, DOI: 10.1016/S0304-4076(00)00076-2.
- [18] Granger C. i Swanson N.R. (1997), „An introduction to stochastic unit-root processes”, *Journal of Econometrics* 80(1), s. 35–62.
- [19] Hofmann B., Peersman G. i Straub R. (2012), „Time variation in U.S. wage dynamics”, *Journal of Monetary Economics* 59(8), s. 769–783.
- [20] Hu L. i Toussaint-Comeau M. (2010), „Do labor market activities help predict inflation?”, *Economic Perspectives Q II*, s. 52–63.
- [21] Knotek E.S. i Zaman S. (2014), „On the relationships between wages, prices, and economic activity”, *Economic Commentary* 14, s. 1–6.
- [22] Koop G. (2003), *Bayesian Econometrics*, Wiley.
- [23] Lenk P. (2009), „Simulation pseudo-bias correction to the harmonic mean estimator of integrated likelihoods”, *Journal of Computational and Graphical Statistics* 18(4), s. 941–960.
- [24] Ley E. i Steel M. (2007), „Jointness in Bayesian Variable Selection with Applications to Growth Regression”, *Journal of Macroeconomics* 29(3), s. 476–493, ISSN: 0164-0704, DOI: 10.1016/j.jmacro.2006.12.002.
- [25] Lucas R. (1976), „Econometric policy evaluation: A critique”, *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy* 1, s. 19–46.
- [26] Mankiw N. Gregory, Romer David i Weil David (1992), „A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics* 107(2), s. 407–437.
- [27] McCorrison S., Morgan C. i Rayner A. (2001), „Price transmission: the interaction between market power and returns to scale”, *European Review of Agricultural Economics* 28(2), s. 143–159.
- [28] Milo W., Malaczewski M., Szafranski G., Ulrichs M. i Wośko Z. (2010), *Stabilność rynków kapitałów a wzrost gospodarczy*, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [29] Newton M.A. i Raftery A.E. (1994), „Approximate Bayesian inference by the weighted likelihood bootstrap”, *Journal of the Royal Statistical Society, B-Methodological* 56, s. 3–48.

- [30] Osińska M. (2000), *Ekonometryczne modelowanie oczekiwań gospodarczych*, Wydawnictwo UMK w Toruniu.
- [31] Pajor A. (2010), *Wielowymiarowe procesy wariacji stochastycznej w ekonometrii finansowej: ujęcie bayesowskie*, Monografie, Wydawnictwo UE w Krakowie.
- [32] Primiceri G. (2005), „Time varying structural vector autoregressions and monetary policy”, *The Review of Economic Studies* 72(3), s. 821–852.
- [33] Rosenblad A. (2008), „gretl 1.7.3”, *Journal of Statistical Software, Software Reviews* 25(1), s. 1–14, DOI: 10.18637/jss.v025.s01.
- [34] Sala-i-Martin X. (1997), „I Just Ran Two Million Regressions”, *The American Economic Review* 87(2), s. 178–183, ISSN: 00028282.
- [35] Stock J.H. i Watson M.W. (2007), „Why has U.S. inflation become harder to forecast?”, *Journal of Money, Credit and Banking* 39(s1), s. 3–33.
- [36] Tsay R.S. (2010), *Analysis of Financial Time Series*, Wiley.
- [37] Yalta A. i Yalta A. (2007), „gretl 1.6.0 and Its Numerical Accuracy”, *Journal of Applied Econometrics* 22(4), s. 849–854, DOI: 10.1002/jae.946.

Jacek Dmiałkowski