

**Rozwój metod bayesowskiej analizy granicznej  
z zastosowaniami w badaniach efektywności  
i produktywności**

**Załącznik 3a**

**Autoreferat**

**Kamil Makiela**



## 1. Imię i nazwisko.

Kamil Makiela

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

### 2.1. Stopnie i tytuły

- [1] 2013 – **Doktor nauk ekonomicznych w zakresie ekonomii**. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Wydział Zarządzania. **Tytuł rozprawy:** *Bayesian Frontier Analysis of Economic Growth And Productivity in The European Union*.
- [2] 2011 – **Inżynier** (specjalność: informatyka, systemy informacyjne). Politechnika Świętokrzyska, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki.
- [3] 2010 – **Master of Public Administration** (specjalność: Urban / Regional Policy and Planning). Grand Valley State University, School of Public, Nonprofit and Health Administration (SPNHA); 1 Campus Drive, MI 49401-9401 Allendale (USA).
- [4] 2009 – **Magister ekonomii** (kierunek: Informatyka i Ekonometria; specjalność: Modelowanie i prognozowanie procesów gospodarczych). Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Wydział Zarządzania.

### 2.2. Pozostałe dyplomy i certyfikaty

- [1] 30.06.2019 – Certyfikat ukończenia cyklu szkoleń pt. **UEK HUB. Uniwersytecki hub dydaktyczny** zorganizowanego w terminie od 1 października 2017 do 30 czerwca 2019. Cykl obejmował:
  - a. Moduł wprowadzający do innowacyjnej dydaktyki złożony z następujących szkoleń: (1) *Komunikacja i współpraca międzypokoleniowa*; (2) *Techniki kreatywnego myślenia i Design Thinking*; (3) *Dyskusja. Praktyka Akademicka*; (4) *Interkulturowość i komunikacja w środowiska międzykulturowych*; (5) *Praca nad motywacją nauczyciela i studenta*; (6) *Zarządzanie czasem pracy nauczyciela akademickiego*; (7) *Praktyka korzystania z internetowych zasobów własności intelektualnej w kontekście praw autorskich*; (8) *Użyteczne i proste technologie informatyczne w pracy nauczyciela akademickiego*; (9) *Innowacyjne projektowanie procesu dydaktycznego*.
  - b. Moduł specjalistyczny: *Projektowanie i prowadzenie akademickich kursów online (Social Learning Online)*.
- [2] 10.06.2019 – **Certyfikat E-Nauczyciela** (nr SEA/ENAU CZYCIEL/10/2019) przyznany przez Stowarzyszenie E-learningu Akademickiego. Warszawa.
- [3] 31.05.2019 – Certyfikat ukończenia kursu **Język Python dla Data Science**. Katedra Systemów Obliczeniowych, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [4] 11.03.2016 – Świadectwo ukończenia **Studium Doskonalenia Dydaktyki Akademickiej** (świadectwo nr 379). Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [5] 28.07.2014 – Certyfikat ukończenia trójmodułowego szkolenia z zakresu: **Prawo własności intelektualnej, Komercjalizacja wiedzy i Źródło dofinansowania badań naukowych** realizowanego w ramach projektu „INWENCJA II – Transfer wiedzy,

technologii i innowacji wsparciem dla kluczowych specjalizacji świętokrzyskiej gospodarki i konkurencyjności przedsiębiorstw” finansowanego przez Unię Europejską.

- [6] 16.05.2008 – Certyfikat ukończenia *Stypendium Zagranicznego Erasmus* (kierunek: International Business and IT). Haaga-Helia University of Applied Sciences, Helsinki, Finlandia.

### 3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

#### 3.1. Jednostki naukowe

- [1] 10.2013 do dziś – *Adiunkt*. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kolegium Ekonomii, Finansów i Prawa (dawniej: Wydział Zarządzania), Instytut Metod Ilościowych w Naukach Społecznych, Katedra Ekonometrii i Badań Operacyjnych.
- a) 01.2020 do dziś – *Wykonawca* w projekcie pt. *Społeczno-gospodarcze konsekwencje czwartej rewolucji przemysłowej*, realizowanego w ramach ministerialnego programu **Regionalnych Inicjatyw Doskonałości**. Członek zespołu ds. polityki regulacyjnej.
- b) 2-30.09.2019 – *Staż naukowo-badawczy* w Grand Valley State University, USA.
- c) 07.2019 do dziś – *Kierownik* projektu pt. *Uogólnione stochastyczne modele graniczne z zastosowaniami w ekonometrycznej analizie produktywności i nieefektywności*, finansowanego ze środków **Narodowego Centrum Nauki** (NCN, OPUS 16).
- [2] 10.2011 do 09.2013 – *Asystent*. Politechnika Świętokrzyska, Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego, Katedra Ekonomii i Zarządzania.
- 11.2011 do 06.2014 – *Kierownik* projektu pt. *Analiza wzrostu gospodarczego i produktywności w Unii Europejskiej z wykorzystaniem bayesowskich modeli granicznych*, finansowanego ze środków **Narodowego Centrum Nauki** (NCN, PRELUDIUM I).
- [3] 09.2009 do 04.2010 – *Graduate Assistant*. Grand Valley State University, School of Public, Nonprofit and Health Administration (SPNHA).

#### 3.2. Pozostałe jednostki

- [4] 11.2013 do 05.2014 – *Staż naukowy*. Przedsiębiorstwo Alma-Alpinex S.A., ul. 1-go Maja 191, Kielce.
- [5] 01.03.2011 do 31.07.2011 – *Staż (Blue Book Traineeship)*. Komisja Europejska, Generalna Dyrekcja ds. Polityki Regionalnej, Unit C4 – Ewaluacja, Bruksela, Belgia.

### 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

#### 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

**Rozwój metod bayesowskiej analizy granicznej z zastosowaniami w badaniach efektywności i produktywności**



#### 4.2. Wykaz powiązanych tematycznie artykułów naukowych

- [A1] **Makiela, K.**, Wojciechowski, L., Wach, K. (2021). Effectiveness of FDI, technological gap and sectoral level productivity in the Visegrad Group. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(1), 149-174.  
<https://doi.org/10.3846/tede.2020.14017>

MNiSW: 140 pkt; Impact Factor: 2,194; CiteScore: 5,7

Mój wkład w powstanie artykułu to: współautorstwo koncepcji badania; opracowanie i estymacja bayesowskiego modelu granicznego zastosowanego w badaniu (w tym opracowanie i implementacja autorskich algorytmów obliczeniowych dla w/w modelu); współautorstwo analizy wyników obliczeń; współudział przy powstaniu pierwszego draftu manuskryptu oraz znaczący udział większościowy przy poprawkach recenzenckich do czasopisma. Pełniłem również rolę autora korespondencyjnego w procesie recenzji i publikacji. Określam mój wkład w powstanie i publikację niniejszej pracy jako istotny i co ponad-proporcjonalny do wkładu pozostałych współautorów. Mój udział to 50%.

- [A2] **Makiela, K.**, Mazur, B. (2020). Bayesian Model Averaging and Prior Sensitivity in Stochastic Frontier Analysis. *Econometrics*, 8(2), 13, 1-22.  
<https://doi.org/10.3390/econometrics8020013>

MNiSW: 70 pkt; Web of Science Core Collection; CiteScore: 1,4

Mój wkład w powstanie artykułu to: współautorstwo koncepcji badania; opracowanie części algorytmów obliczeniowych; współautorstwo analizy wyników obliczeń; spisanie przeglądu literatury; współautorstwo pierwszego draftu manuskryptu oraz poprawek recenzenckich do czasopisma. Pełniłem również rolę autora korespondencyjnego w procesie recenzji i publikacji. Określam mój wkład w powstanie i publikację niniejszej pracy jako proporcjonalny do wkładu drugiego współautora. Mój udział to 50%.

- [A3] **Makiela, K.**, Osiewalski, J. (2018). Cost Efficiency Analysis of Electricity Distribution Sector under Model Uncertainty. *The Energy Journal*, 39(4), 31-56.  
<https://doi.org/10.5547/01956574.39.4.kmak>

MNiSW (lista A): 35 pkt; Impact Factor: 2,456; CiteScore: 3,9

Mój wkład w powstanie artykułu to: współautorstwo koncepcji badania; implementacja i wdrożenie programowe (wspólnie opracowanych) algorytmów obliczeniowych bayesowskich modeli granicznych oraz bayesowskiego łączenia wiedzy dla nich (w tym szacowanie brzegowej gęstości wektora obserwacji nową metodą, niestosowaną dotąd w kontekście stochastycznych modeli granicznych); spisanie przeglądu literatury; współautorstwo analizy wyników; współautorstwo pierwszego draftu manuskryptu oraz istotny udział przy poprawkach recenzenckich do czasopisma. Pełniłem również rolę autora korespondencyjnego w procesie recenzji i publikacji. Określam mój wkład w powstanie niniejszej pracy jako istotny i wynoszący 55%.

- [A4] **Makiela, K.**, Ouattara, B. (2018). Foreign Direct Investment and Economic Growth: Exploring the Transmission Channels. *Economic Modelling*, 72, 296-305.  
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.02.007>

MNiSW (lista A): 25 pkt; Impact Factor: 2,056; CiteScore: 3,7

Mój wkład w powstanie artykułu to: współautorstwo koncepcji badania; opracowanie i estymacja bayesowskiego modelu granicznego z którego następnie wyznaczyłem wskaźniki TFP oraz wskaźniki wzrostu nakładów; współudział przy opracowaniu i interpretacji dalszych wyników badania; współautorstwo przy opracowywaniu przeglądu literatury, draftu manuskryptu oraz współudział przy poprawkach po recenzji. Określam mój wkład w powstanie i publikację niniejszej pracy jako istotny i wprost proporcjonalny do wkładu drugiego współautora. Mój udział to 50%.

- [A5] **Makiela, K.**, Marzec, J., Pisulewski, A. (2017). Productivity change analysis in dairy farms following Polish accession to the EU – An output growth decomposition approach. *Outlook on Agriculture*, 46(4), 295-301.  
<https://doi.org/10.1177/0030727017742557>

MNiSW (lista A): 25 pkt; Impact Factor: 1,030; CiteScore: 1,6

Mój wkład w powstanie artykułu to: współautorstwo koncepcji badania; współtworzenie i estymacja modelu (w tym opracowanie i implementacja algorytmów obliczeniowych); opracowanie i implementacja nowych komponentów (dekompozycji) wzrostu produkcji; napisanie sekcji 3 (metodologii dekompozycji); współudział przy opracowaniu pierwszego draftu manuskryptu oraz poprawkach po recenzji. Określam mój wkład w powstanie i publikację niniejszej pracy jako istotny i proporcjonalny do wkładu pozostałych współautorów. Mój udział to 33,(3)%.

- [A6] **Makiela, K.** (2017). Bayesian Inference and Gibbs Sampling in Generalized True Random-Effects Models. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics*, 9(1), 69-95.  
<https://doi.org/10.24425/cejeme.2017.122200>

MNiSW (lista B): 14 pkt; Web of Science Core Collection; CiteScore: 0,5

**Praca samodzielna, udział 100%.**

- [A7] **Makiela, K.** (2014). Bayesian Stochastic Frontier Analysis of Economic Growth and Productivity Change in the EU, USA, Japan and Switzerland. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics*, 6(3), 193-216.  
<https://doi.org/10.24425/cejeme.2014.119239>

MNiSW (lista B): 8 pkt; Web of Science Core Collection

**Praca samodzielna, udział 100%.**

#### 4.3. Omówienie osiągnięcia naukowego

Pierwsze formalne analizy efektywności gospodarowania i produktywności sięgają lat 50tych ubiegłego stulecia. W swoich pionierskich pracach Koopmans (1951) oraz Debreu (1951) jako pierwsi sformalizowali określenie granicy technologii oraz związanej z nią efektywności. Dało to niezbędne podstawy teoretyczne dla pierwszej pracy empirycznej z tego zakresu, w której Farrell (1957) poddał analizie efektywności gospodarstwa rolne w USA. Dziedzina ta, znana obecnie pod nazwą analiza graniczna (ang. *Frontier Analysis*), bardzo się rozwinęła i znalazła zastosowania w badaniach różnego rodzaju, niekiedy nawet wykraczających poza nurt ekonomii (patrz np. Fried, Lovell i Schmidt, 2008, str. 16-19). Badania z zakresu analizy granicznej



stanowią również istotny element wielu opracowań regulacyjnych na całym świecie, również i w Polsce (patrz np. [A3]).

Obecnie w ramach metodologii analizy granicznej wyróżnia się dwa główne podejścia: nieparametryczne oraz parametryczne. Pierwsze z tych podejść - nieparametryczne – nazywane jest również podejściem deterministycznym ze względu na postać granicy, która zwykle ma charakter deterministyczny. Opiera się ona głównie na metodzie otoczki danych (ang. Data Envelopment Analysis, DEA; patrz Charnes, Coopers and Rhodes, 1978) oraz jej wielu wariantach. Niektóre z tych wariantów – w szczególności prace autorstwa Leopolda Simara – stanowią zaawansowane rozwinięcia stochastyczne (zwykle semi-parametryczne), niewiele mające już wspólnego z klasyczną metodą DEA.

Drugie z podejść, określane jako parametryczne, bazuje w większości na stochastycznej analizie granicznej (czyli SFA). Podejście to nazywane jest również podejściem ekonometrycznym; wprowadzili je niezależnie Aigner, Lovell i Schmidt (1977) oraz Muesen i van den Broeck (1977). Autorzy przedstawili następujący model z tzw. złożonym składnikiem losowym:

$$y_i = h(x_i, \beta) + \varepsilon_i \quad (1)$$

gdzie  $y_i$  to zmienna objaśniana (np. logarytm produkcji),  $x_i$  to wektor zmiennych objaśniających (np. logarytmów nakładów czynników produkcji),  $h(\dots)$  to postać funkcji odzwierciedlającej teoretyczny (mikroekonomiczny) model badanego zjawiska (np. zlogarytmowanej funkcji produkcji),  $\beta$  to wektor parametrów tej funkcji,  $\varepsilon_i$  to wspomniany wcześniej złożony składnik stochastyczny (ang. *compound error*); litera  $i$  oznacza indeks obserwacji. Złożony składnik stochastyczny  $\varepsilon_i$  składa się z co najmniej dwóch komponentów: składnika czysto losowego ( $v_i$ ) oraz składnika nieefektywności ( $u_i$ ); a więc  $\varepsilon_i = v_i - \omega u_i$ , gdzie  $\omega$  jest ustalonym, znanym parametrem przyjmującym wartość 1 (np. dla analizy produkcji, gdzie nieefektywność może wyłącznie pomniejszać obserwowaną produkcję) lub -1 (np. dla analizy kosztu, gdzie nieefektywność powiększa koszt uzasadniony przez funkcję kosztu). W ramach modelu badanego zjawiska najczęściej przyjmuje się stochastyczną niezależność  $u_i$  od  $v_i$  oraz brak ich zależności (a tym samym również  $\varepsilon_i$ ) od  $\beta$ .

Przyjmuje się, że składnik czysto losowy ( $v_i$ ) jest symetryczny wokół zera i (zwykle) o rozkładzie normalnym:

$$v_i \sim \text{i. i. d. } N(0, \sigma_v). \quad (2)$$

Należy pokreślić, że w ostatnich latach powstały prace zmierzające do uogólnień rozkładu symetrycznego składnika losowego. Na przykład Stead, Wheat oraz Greene (2019) prezentują rozwinięcie w kierunku rozkładu  $t$ -Studenta podczas gdy Horrace i Parmeter (2018) przyjmują





rozkład Laplace'a (który nie jest tyle uogólnieniem, co alternatywą dla rozkładu normalnego). Makiela i Mazur w pracy [A2] prezentują uogólnienie bazujące na uogólnionym rozkładzie błędu (ang. Generalized Error Distribution, GED), które dalej rozszerzają (w niepublikowanym jeszcze opracowaniu dostępnym w repozytorium arXiv, Makiela i Mazur, 2020b) do uogólnionego rozkładu  $t$ -Studenta, który zagnieżdża wszystkie do tej pory proponowane specyfikacje dla  $v_i$ .

O nieefektywności ( $u_i$ ) zakłada się, że jest ona zakłóceniem nieujemnym np. wyłączając pomniejszającym obserwowany produkt (wtedy  $\omega = 1$  i  $\varepsilon_i = v_i - u_i$ ) lub powiększającym obserwowany koszt ( $\omega = -1$  i  $\varepsilon_i = v_i + u_i$ ). W tym sensie nieefektywność traktowana jest jako zmienna ukryta, której znamy jedynie rozkład. Z kolei jej transformacja  $EF_i = \exp(-u_i)$  określa miarę efektywności danego obiektu (wskaźnik efektywności). Ze względu na własności zmiennej ukrytej  $u_i$ , wskaźnik ten jest miarą z zakresu  $(0,1 >$ . Najczęściej przyjmowane rozkłady dla nieefektywności to pół-normalny:

$$u_i \sim i. i. d. N^+(0, \sigma_u), \quad (3)$$

gdzie parametr  $\sigma_u^2$  jest wariancją rozkładu normalnego przed jego ucięciem (od zera w dół), albo wykładniczy:

$$u_i \sim i. i. d. Exp(\lambda), \quad (4)$$

gdzie parametr  $\lambda$  jest zarazem wartością oczekiwaną i odchyleniem standardowym. Modele z takimi zmiennymi ukrytymi  $u_i$  nazywane są odpowiednio *normal-half-normal* i *normal-exponential*, ze względu na przyjęte w nich rozkłady. Oczywiście nie są to jedyne rozkłady dla  $u_i$ ; w literaturze pojawiają się m.in. rozkłady pół- $t$ -Studenta (Tchumtchuo i Day, 2007), Gamma (np. Greene, 1990), Erlanga (van den Broeck, Koop, Osiewalski oraz Steel, 1994), Weibulla (Tsonas, 2007), pół-Laplace'a (Horrace i Parmeter, 2018) czy pół-GED (por. [A2]). Najdalsze uogólnienie rozkładu nieefektywności opublikowane do tej pory prezentują Griffin i Steel (2008) na bazie rozkładu uogólnionego gamma, choć warto i tu podkreślić, że Makiela i Mazur (2020b) prezentują jego dalsze uogólnienie bazujące na uogólnionym rozkładzie beta II rodzaju (którego uogólniony rozkład gamma jest szczególnym przypadkiem).

W związku z nietrywialną postacią złożonego składnika stochastycznego ( $\varepsilon_i$ ), poprawna estymacja modeli SFA bywa problematyczna. Szczególnie, gdy liczba obserwacji jest nieduża lub struktura modelu bardziej skomplikowana, szeroko stosowane podejścia bazujące na metodzie największej wiarygodności nie zapewniają dostatecznej rzetelności wyników (ze względu na tylko asymptotyczne własności estymatora). Dlatego też van den Broeck, Koop, Osiewalski i Steel (1994) zaproponowali podejście bayesowskie do estymacji modeli SFA. Choć jest to podejście znacznie bardziej złożone od strony techniczno-statystycznej, posiada kilka istotnych zalet:

- Pozwala na dokładne (mało-próbkowe) wnioskowanie, co jest szczególnie istotne, ponieważ dużą część zastosowań SFA charakteryzuje właśnie niewielka liczba obserwacji.
- Możemy skupić się na dowolnie skomplikowanej charakterystyce modelu (lub funkcji pewnych charakterystyk), wyznaczając jej pełny brzegowy rozkład a posteriori.
- Relatywnie łatwo jest wyeliminować z rozkładu *a posteriori* wszelkie parametry zakłócające, poprzez „wycalkowanie” ich warunkowych rozkładów prawdopodobieństwa.
- Relatywnie łatwo jest narzucić restrykcje teoretyczno-ekonomiczne na model analizowanego zjawiska (np. nieujemność elastyczności funkcji produkcji względem czynników produkcji).

Zagadnienia związane z estymacją bayesowskich stochastycznych modeli granicznych doczekały się licznych publikacji w czołowych czasopismach ekonomicznych, takich jak: *Journal of Econometrics*, *Journal of Applied Econometrics*, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, *Journal of Business & Economy Statistics*. Większość tych prac przypada jednak na lata 90. ubiegłego stulecia lub początek pierwszej dekady obecnego. Są one też w większości dziełem wąskiej grupy badaczy (Gary Koop, Jacek Osiewalski, Mark Steel, Jim Griffin, Mike Tsionas). Pomimo swoich zalet, bayesowska analiza graniczna w ograniczonym stopniu zaistniała w analizach empirycznych. Zwykle aplikacja empiryczna była tłem dla prezentacji ujęcia statystycznego, które ulegało niewielkim modyfikacjom w stosunku do pracy van den Broeck et al. (1994). Istotnymi wyjątkami od tej reguły są następujące opracowania, łączące zastosowania z nowościami w zakresie metodyki:

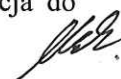
- (a) Koop, Steel i Osiewalski (1995) wprowadzają próbnik Gibbsa jako metodę losowań z rozkładu a posteriori parametrów i zmiennych ukrytych, niezależnie od ich liczby.
- (b) Koop, Osiewalski i Steel (1997) przeprowadzają bayesowską interpretację modeli efektów indywidualnych (stałych i losowych) dla danych panelowych i proponują modele VED (ang. Varying Efficiency Distribution), w których rozkład efektywności może być determinowany czynnikami egzogenicznymi, wyjaśniającymi systematyczne zróżnicowanie efektywności.
- (c) Koop, Osiewalski i Steel (1999) proponują bayesowskie modele SFA dla danych panelowych w celu modelowania wzrostu gospodarczego i efektywności gospodarek oraz dekompozycji wzrostu wg jego podstawowych źródeł (technologii, czynników produkcji, efektywności).
- (d) Koop, Osiewalski i Steel (2000) wprowadzają bayesowski graniczny model wzrostu niejednorodnej grupy gospodarek, z uwzględnieniem tzw. efektywnych czynników produkcji oraz zmiennymi w czasie parametrami.





- (e) Tsionas (2007) prezentuje dynamiczne bayesowskie modele SFA oparte na rozkładzie log-normalnym.
- (f) Griffin i Steel (2008) prezentują daleko idące uogólnienie dla składnika nieefektywności oparte na rozkładzie uogólnionym gamma; do niedawna było to najdalej idące uogólnienie rozkładu nieefektywności w modelach SFA (Makiela i Mazur, 2020b, przedstawiają model bazujący na rozkładzie uogólnionym beta II rodzaju, którego szczególnym przypadkiem jest rozkład uogólniony gamma).
- (g) Griffin i Steel (2013) proponują semiparametryczne wnioskowanie bayesowskie w modelach SFA poprzez nieparametryczne modelowanie nieefektywności z użyciem rozkładu *a priori* bazującym na procesie Dirichleta.
- (h) Tsionas i Kumbhakar (2014) – autorzy prezentują bayesowskie modele SFA dla danych panelowych z aż czterema składnikami losowymi: dwoma dla symetrycznych zakłóceń losowych oraz dwoma dla rozróżnienia stałej i przejściowej nieefektywności; ze względu na ciekawą koncepcję dekompozycji efektywności na część stałą i zmienną modele te znalazły w ostatnich latach spore zainteresowanie w zastosowaniach empirycznych.

Pierwsze działania w celu zaistnienia w tej elitarniej grupie badaczy podjąłem niedługo po obronie pracy doktorskiej. W publikacji [A7] przeprowadziłem analizę empiryczną wzrostu gospodarczego i produktywności w krajach Unii Europejskiej oraz USA, Japonii i Szwajcarii. Badanie to polegało nie tylko na samej implementacji bayesowskiej analizy granicznej do ciekawego zbioru danych, lecz również na dekompozycji strukturalnej wzrostu gospodarczego wg metodyki, którą opracowali Koop, Osiewalski i Steel (1999). Ponadto, w swej pracy podjąłem dość trudny temat bayesowskiego porównywania modeli SFA, zwracając szczególną uwagę na hiper-parametr mediany *a priori* efektywności. Okazało się, że hiper-parametr ten, choć nie wpływa istotnie na wyniki w poszczególnych modelach, to może mieć znaczący wpływ na ich prawdopodobieństwa *a posteriori*, a co za tym idzie wpływać na dobór modelu lub łączenie wiedzy o wspólnym parametrze bądź zmiennej ukrytej. Wyznaczenie wspomnianych prawdopodobieństw *a posteriori* modeli też było nietrywialne i stanowiło nowość w bayesowskiej analizie granicznej w zakresie zastosowanych narzędzi. Do poprawnego wyznaczenia tzw. brzegowej gęstości wektora obserwacji (ang. *marginal data density*, *marginal likelihood*) posłużył symulacyjny estymator średniej harmonicznej (ang. *Harmonic Mean Estimator*, HME; por. Raftery, Newton, Satagopan, Krivitsky, 2007) poprawiony o tzw. korektę Lenka (2009). Moja praca jest pierwszą implementacją korekty Lenka w ramach bayesowskiej analizy granicznej. Efektem tej pracy jest też program komputerowy własnego autorstwa. Po dopracowaniu interfejsu użytkownika oraz kilku dalszych modyfikacjach program ten opublikowałem w serwisach GitHub oraz Matlab FileExchange w 2017 (z aktualizacją w 2018). Obecnie program ma 168 pobrań wg. serwisu Matlab FileExchange, a sama instrukcja do



programu zamieszczona w serwisie ResearchGate ma już ponad 1500 pobrań. Jest to według mnie istotne, ponieważ w braku przyjaznych użytkownikowi narzędzi do bayesowskiej analizy granicznej upatruję powodu relatywnie małej liczby publikacji empirycznych z wykorzystaniem tego podejścia.

W kolejnej pracy [A6] podjąłem tematykę uogólnień modeli SFA dla danych panelowych w kierunku większej liczby składników stochastycznych, co zaproponowali Tsionas i Kumbhakar (2014), wprowadzający cztero-komponentowy bayesowski model SFA pod nazwą **GTRE** (ang. *Generalized True Random-Effects*). W modelu GTRE składnik losowy  $\varepsilon_{it}$  wygląda następująco:

$$\varepsilon_{it} = v_{it} + \alpha_i - u_{it} - \eta_i \quad (5)$$

gdzie  $v_{it}$  to „standardowy” składnik losowy,  $\alpha_i$  to efekt indywidualny często spotykany w modelach dla danych panelowych,  $u_{it}$  to nieefektywność „przejściowa” (ang. transient), a  $\eta_i$  to nieefektywność stała (ang. persistent). Taki układ założeń pozwala odseparować przejściową (tj. zmienną w czasie) nieefektywność badanego obiektu od części stałej/systematycznej, jak również od efektów indywidualnych dla danego obiektu. Jest to o tyle interesujący model od strony poznawczo-empirycznej, że całkowita nieefektywność jest dekomponowana na część, którą badany obiekt może poprawić w krótkim lub średnim okresie oraz część, która może wymagać od badanego obiektu głębszych zmian strukturalnych. Choć Tsionas i Kumbhakar (2014) zaprezentowali bardzo ciekawą koncepcję w ramach bayesowskiej analizy granicznej, to ich metoda symulacji (próbkiowania z rozkładu a posteriori), polegająca na transformacji zmiennych i użyciu tzw. „augmented Gibbs sampler”, okazała się problematyczna w praktyce. Ponadto, jak napisali autorzy „prosty” próbnik Gibbsa w ich modelu „nie działa”. W pracy [A6] podjąłem się przeprowadzenia wnikliwej analizy tego zjawiska. Okazało się, że problemem nie jest próbnik Gibbsa, lecz przyjęta struktura *a priori* modelu bayesowskiego. W szczególności, przyjęte rozkłady *a priori* dla wariancji nieefektywności implikowały restrykcyjne i wręcz nierealistyczne brzegowe rozkłady *a priori* dla efektywności. Zaproponowałem więc nowy bayesowski model GTRE z inną strukturą *a priori*. W ślad za van den Broeck, Koop, Osiewalski oraz Steel (1994) wprowadziłem wstępną informację o wariancji obu składników nieefektywności (i co za tym idzie, o efektywności), poprzez hiper-parametr mediany *a priori*. Ponadto, w ramach nowej struktury *a priori*, zaproponowałem trzy typy modeli GTRE:

- 1) Bayesowski model GTRE z obiema nieefektywnościami danymi rozkładem pół-normalnym:

$$p(\beta)p(\sigma_v^{-2})p(\sigma_\alpha^{-2})f_G(\sigma_u^{-2}|5,10 \ln^2(\tau_u^*))f_G(\sigma_\eta^{-2}|5,10 \ln^2(\tau_\eta^*)) \\ \times \prod_{i=1}^n \prod_{t=1}^T f_N(y_{it}|x'_{it}\beta + \alpha_i + \eta_i + u_{it}, \sigma_v^2)f_N(\alpha_i|0, \sigma_\alpha^2) f_N^+(\eta_i|0, \sigma_\eta^2) f_N^+(u_{it}|0, \sigma_u^2) \quad (6)$$



gdzie:  $p(\beta)p(\sigma_v^{-2})p(\sigma_\alpha^{-2})$  to rozkłady *a priori* dla parametrów regresji ( $\beta$ ) oraz precyzji składników symetrycznych ( $\sigma_v^{-2}, \sigma_\alpha^{-2}$ );  $f_G(\sigma_u^{-2}|5, 10 \ln^2(r_u^*))$  oraz  $f_G(\sigma_\eta^{-2}|5, 10 \ln^2(r_\eta^*))$  to proponowane rozkłady *a priori* dla parametrów precyzji ( $\sigma_u^{-2}, \sigma_\eta^{-2}$ ), gdzie  $r_u^*$  oraz  $r_\eta^*$  to hiperparametry mediany *a priori* dla nieefektywności zmiennej i stałej w czasie;  $f_N(\alpha_i|0, \sigma_\alpha^2)$  to rozkład *a priori* dla efektu indywidualnego;  $f_N^+(\eta_i|0, \sigma_\eta^2)$  to rozkład *a priori* dla nieefektywności stałej w czasie;  $f_N^+(u_{it}|0, \sigma_u^2)$  to rozkład *a priori* dla nieefektywności;  $f_N(\cdot|a, c^{-1})$  określa funkcję gęstości rozkładu normalnego o wartości oczekiwanej  $a$  i precyzji  $c$ ;  $f_N^+(\cdot|a, c^{-1})$  określa funkcję gęstości rozkładu normalnego, na podstawie rozkładu normalnego o wartości oczekiwanej  $a$  i precyzji  $c$ ;  $f_G(\cdot|w, z)$  określa funkcję gęstości rozkładu gamma ze średnią  $w/z$  oraz wariancją  $w/z^2$ .

- 2) Bayesowski model GTRE z obiema nieefektywnościami danymi rozkładem wykładniczym:

$$p(\beta)p(\sigma_v^{-2})p(\sigma_\alpha^{-2})f_G(\lambda_u^{-1}|1, -\ln(r_u^*))f_G(\lambda_\eta^{-1}|1, -\ln(r_\eta^*)) \times \prod_{i=1}^n \prod_{t=1}^T f_N(y_{it}|x'_{it}\beta + \alpha_i + \eta_i + u_{it}, \sigma_v^2)f_N(\alpha_i|0, \sigma_\alpha^2)f_G(\eta_i|1, \lambda_\eta^{-1})f_G(u_{it}|1, \lambda_u^{-1}) \quad (7)$$

gdzie:  $p(\beta)p(\sigma_v^{-2})p(\sigma_\alpha^{-2})$  to rozkłady *a priori* dla parametrów regresji ( $\beta$ ) oraz precyzji składników symetrycznych ( $\sigma_v^{-2}, \sigma_\alpha^{-2}$ );  $f_G(\lambda_u^{-1}|1, -\ln(r_u^*))$  oraz  $f_G(\lambda_\eta^{-1}|1, -\ln(r_\eta^*))$  to proponowane rozkłady *a priori* dla parametrów odwrotności skali ( $\lambda_u^{-1}, \lambda_\eta^{-1}$ ), gdzie  $r_u^*$  oraz  $r_\eta^*$  to hiperparametry mediany *a priori* dla nieefektywności zmiennej i stałej w czasie;  $f_N(\alpha_i|0, \sigma_\alpha^2)$  to rozkład *a priori* dla efektu indywidualnego;  $f_G(\eta_i|1, \lambda_\eta^{-1})$  to rozkład *a priori* dla nieefektywności stałej w czasie;  $f_G(u_{it}|1, \lambda_u^{-1})$  to rozkład *a priori* nieefektywności zmiennej w czasie.

- 3) Bayesowskie modele GTRE „mieszane”, gdzie jedna z nieefektywności ma rozkład pół-normalny a druga rozkład wykładniczy:

$$p(\beta)p(\sigma_v^{-2})p(\sigma_\alpha^{-2})f_G(\sigma_u^{-2}|5, 10 \ln^2(r_u^*))f_G(\lambda_\eta^{-1}|1, -\ln(r_\eta^*)) \times \prod_{i=1}^n \prod_{t=1}^T f_N(y_{it}|x'_{it}\beta + \alpha_i + \eta_i + u_{it}, \sigma_v^2)f_N(\alpha_i|0, \sigma_\alpha^2)f_N^+(\eta_i|0, \sigma_\eta^2)f_G(u_{it}|1, \lambda_u^{-1}) \quad (8)$$

lub

$$p(\beta)p(\sigma_v^{-2})p(\sigma_\alpha^{-2})f_G(\lambda_u^{-1}|1, -\ln(r_u^*))f_G(\sigma_\eta^{-2}|5, 10 \ln^2(r_\eta^*)) \times \prod_{i=1}^n \prod_{t=1}^T f_N(y_{it}|x'_{it}\beta + \alpha_i + \eta_i + u_{it}, \sigma_v^2)f_N(\alpha_i|0, \sigma_\alpha^2)f_G(\eta_i|1, \lambda_\eta^{-1})f_N^+(u_{it}|0, \sigma_u^2) \quad (9)$$

W szczególności przypadki mieszane (8,9) implikują dość ciekawy, nietrywialny rozkład dla łącznej nieefektywności ( $\omega_{it} = u_{it} + \eta_i$ ).

Poprzez odpowiedni dobór wartości hiper-parametru, model (6) staje się tożsamy ze strukturą *a priori* zaproponowaną wcześniej przez Tsionasa i Kumbhakara (2014), co pozwala na ewentualne testowanie jej zasadności. Omówiłem i oszacowałem również modele, które można uzyskać poprzez redukcję struktury GTRE. Udowodniłem, że przy nowej strukturze *a priori* modelu i dobranych zgodnie z interpretacją ekonomiczną hiper-parametrach mediany *a priori* (dla stałej i przejściowej efektywności), do wszystkich przedstawionych w pracy [A6] modeli (GTRE oraz uproszczeń) można stosować „standardowy” próbnik Gibbsa. Badanie przeprowadziłem w oparciu o analizy symulacyjne jak również aplikację empiryczną. Procedury napisane na potrzeby badania zawartego w artykule (estymacja modeli GTRE oraz modeli uproszczonych), zamieściłem w serwisach GitHub oraz Matlab FileExchange.

Kolejna moja praca z zakresu bayesowskiej analizy granicznej [A5] miała charakter bardziej empiryczny. Wraz ze współautorami podjąłem się analizy zmian w produktywności polskich gospodarstw mlecznych po akcesji Polski do Unii Europejskiej. Nie oznacza to jednak, że praca miała charakter wyłącznie aplikacyjny. Na potrzeby udowodnienia tezy zawartej w tym artykule, opracowałem i wdrożyłem nową koncepcję dekompozycji logarytmicznych stóp wzrostu uzupełniając metodykę proponowaną w pracy Koop, Osiewalski, Steel (1999) i stosowaną w [A7]. W pracy [A5] wykazano, że w ramach popularnej w ekonometrii funkcji translog zmianę produkcji obiektu  $i$  między okresem  $t$  i  $t+1$  ( $OC_{t+1,i}$ ) w modelach SFA można przedstawić jako:

$$OC_{t+1,i} = PIC_{t+1,i} \times (SEC \times SSC \times ESTC \times NTC \times EC)_{t+1,i} = PIC_{t+1,i} \times TPC_{t+1,i} \quad (10)$$

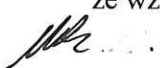
gdzie:  $OC_{t+1,i}$  to modelowana zmiana produkcji;  $PIC$  to komponent zmiany nakładów;  $SEC, SSC$  to komponenty zmiany efektywności skali ( $SEC$ ) oraz zmiany strukturalne efektu skali ( $SSC$ ), które łącznie składają się na komponent zmiany efektu skali ( $TSC = SEC \times SSC$ ); komponent zmiany elastyczności czynników ( $ESTC$ ) oraz komponent neutralnego postępu technicznego ( $NTC$ ), które stanowią razem komponent łącznego wpływu postępu technicznego ( $RTC = ESTC \times NTC$ ); komponent zmiany efektywności technicznej ( $EC$ );  $TPC$  to komponent produktywności.

Nowa dekompozycja jest bardziej szczegółowa i pozwala wprost uwzględnić zmiany efektu skali we wskaźniku produktywności:

$$\begin{aligned} TPC_{t+1,i} &= (SEC \times SSC)_{t+1,i} \times (ESTC \times NTC)_{t+1,i} \times EC_{t+1,i} \\ &= TSC_{t+1,i} \times RTC_{t+1,i} \times EC_{t+1,i} \end{aligned} \quad (11)$$

Możemy więc uzyskać nawet sześć komponentów wzrostu (w tym aż pięć sub-komponentów produktywności) w zależności od przyjętego poziomu dekompozycji.

Analizie poddano łącznie 1191 gospodarstw mlecznych w latach 2004-2011. Okazało się, że wzrost produkcji był głównie efektem akumulacji nakładów, a nie wzrostu produktywności –



choć produktywność również odegrała pozytywną rolę. Dalsza dekompozycja na składowe produktywności ujawniła, że wzrost produktywności zawdzięczamy postępowi technicznemu, który utrzymywał zmiany produktywności na dodatnim poziomie pomimo negatywnego wpływu efektu skali. W badanym okresie nastąpił również wzrost efektywności technicznej gospodarstw, który również dodatnio wpłynął na produktywność choć nie był znaczący. Należy podkreślić, iż implementacja starej jak i nowej strategii dekompozycji logarytmicznych stóp wzrostu znajduje się w opisanym wcześniej programie.

W pracy [A4] podjąłem się ponownie poszerzenia zastosowań empirycznych bayesowskiej analizy granicznej. Tym razem, wraz ze współautorem, skupiliśmy naszą uwagę na bezpośrednich inwestycjach zagranicznych (BIZ, ang. *foreign direct investment*, FDI) oraz ich wpływie na wzrost gospodarczy i produktywność krajów goszczących (tj. krajów, do których napływają BIZ). Analiza dotyczyła badania kanałów transmisji, przez które BIZ wpływa na wzrost gospodarczy i produktywność. Literatura teoretyczna przedmiotu podkreśla znaczenie BIZ w budowaniu wzrostu gospodarczego poprzez zwiększoną akumulację czynników wytwórczych (głównie kapitału) oraz poprawy produktywności kraju goszczącego BIZ związanego z transferem wiedzy i tzw. know-how. Według literatury teoretycznej wpływ ten powinien być największy w krajach rozwijających się. Badania empiryczne jednak często nie potwierdzają jednak rozważań teoretycznych, niejednokrotnie wskazując na brak związku lub wręcz negatywne efekty interakcji BIZ ze wzrostem gospodarczym i produktywnością. W tym celu wyznaczono w badaniu główne komponenty wzrostu gospodarczego na podstawie bayesowskiej analizy granicznej i opisanej wyżej metodologii dekompozycji. Następnie przeanalizowano wpływ BIZ na otrzymane komponenty wzrostu – nakładów (*input change*) oraz produktywności (*productivity change*) – z wykorzystaniem modeli statycznych jak i dynamicznych oraz wielu konfiguracji zmiennych kontrolnych. Okazało się, że bez względu na przyjęty model i konfigurację zmiennych kontrolnych BIZ wykazuje dodatni i istotny statystycznie wpływ na komponent nakładów (*input change*). Wpływ BIZ na komponent produktywności (*productivity change*), choć przeważnie dodatni, często okazywał się statystycznie nieistotny, w szczególności w przypadku krajów rozwijających się. Należy też zwrócić tu uwagę na dużą niepewność przy ocenie wpływu BIZ na produktywność. Ta niepewność przenosi się w pewnym stopniu (po agregacji z *input change*) na ocenę wpływu BIZ na wzrost gospodarczy i tłumaczyć może czemu ten wpływ bywa empirycznie trudny do udowodnienia – w szczególności w krajach rozwijających się, gdzie fluktuacje produktywności bywają znaczne. Podsumowując, artykuł tłumaczy mechanizm, poprzez który BIZ oddziałuje na wzrost gospodarczy oraz czemu badania wpływu BIZ na wzrost mogą dawać niekonkluzywne wyniki, w szczególności w krajach rozwijających się.

Praca [A3] jest efektem współpracy podjętej w roku 2014 z sektorem dystrybucji energii elektrycznej w Polsce. Od wielu lat na świecie i w Polsce prowadzone są prace nad efektywną





polityką energetyczną promującą gospodarność, w szczególności w zakresie produkcji i dystrybucji energii. Dystrybucja energii elektrycznej to szczególnie ważny sektor gospodarczy. Wprowadzana od lat w Europie polityka regulacyjna zorientowana na efektywność (ang. *performance oriented regulatory policy*) ma na celu promowanie gospodarności wśród operatorów sieci dystrybucji energii elektrycznej. W większości krajów na świecie, jak i w Polsce, operatorzy sieci dystrybucji energii elektrycznej (zwani dalej OSD) są – w mniejszym lub większym przybliżeniu – uznawani za tzw. monopole terytorialne. Nie ma więc naturalnych mechanizmów rynkowych wymuszających na nich gospodarność. Dlatego rządy wielu państw, w tym również i Polski, tworzą regulacje promujące efektywność wśród operatorów sieci dystrybucji. Aby prowadzić skuteczną politykę regulacyjną zorientowaną na efektywność, regulator musi jednak przede wszystkim rzetelnie ocenić, które OSD należy promować (np. korzystnymi taryfami), a które „przekonać” do wyższej efektywności gospodarowania.

Wraz ze współautorem podjąłem się zadania stworzenia metodyki rzetelnej ewaluacji efektywności kosztowej największych spółek dystrybucji energii elektrycznej w Polsce. Metodyka ta bazuje na bayesowskiej analizie granicznej i bayesowskim łączeniu wiedzy. Połączenie tych dwóch podejść w jednej metodyce pozwala, m.in.,:

- 1) Wziąć pod uwagę dowolne konfiguracje listy zmiennych objaśniających przy analizie efektywności i uwzględnić każdą z nich we wnioskowaniu nt. efektywności kosztowej. Jest to o tyle istotne, ponieważ OSD przedstawili w badaniu listę ponad 30 potencjalnych zmiennych objaśniających, z których część wykazuje między sobą bardzo wysokie korelacje ze względu na np. zależności na poziomie technicznym.
- 2) Abstrahować od konkretnej formy funkcyjnej przy analizie efektywności. Choć ostateczne wyniki badania polegały na znanej – i sprawdzonej – statycznej funkcji Cobb-Douglasa, to brano pod uwagę również jej rozwinięcia; jak dynamizację czy rozszerzenie w kierunku funkcji translog. Jak podkreślono w pracy [A3], bayesowskie łączenie wiedzy jest elastyczne, umożliwiając (przy większej liczbie obserwacji) uwzględnienie nawet wspomnianych wcześniej bayesowskich modeli GTRE.
- 3) Badać zasadność przyjętej struktury SFA, i co za tym idzie, zasadność różnicowania badanych obiektów. Okazało się to istotnym elementem badania, ponieważ wyniki z modeli SFA wskazywały na bardzo wyrównany ranking efektywności kosztowej OSD. Skłoniło nas to do formalnego zbadania założenia o równej względnej efektywności badanych obiektów. Należy podkreślić, że podejście to jest ideowo zbieżne z prezentowaną w niebayesowskiej literaturze koncepcją *zero-inefficiency stochastic frontier* (Kumbhakar, Tsionas i Parmeter, 2013).

Jak wspomniano wcześniej, precyzyjne oszacowanie brzegowej gęstości wektora obserwacji – elementu niezbędnego przy bayesowskim porównywaniu modeli czy łączeniu





wiedzy – jest zagadnieniem niezwykle trudnym w modelach SFA ze względu na obecność zmiennych ukrytych i co za tym idzie zwykle wysoką wymiarowość modelu. Precyzyjne szacowanie tej wielkości jest jednak niezbędne do rzetelnej oceny adekwatności poszczególnych modeli w tłumaczeniu kosztu regulowanego. Dlatego też na potrzeby badania skonstruowano symulacyjny estymator oparty na skorygowanej średniej arytmetycznej (ang. *Corrected Arithmetic Mean Estimator*, CAME; Pajor, 2017). Artykuł [A3] jako pierwszy, i do tej pory jedyny, przedstawił jego skuteczną implementację w bayesowskiej analizie efektywności. Badanie wskazało na dobrą precyzję i wysoką stabilność oszacowań brzegowej gęstości wektora obserwacji nawet przy krótkich przebiegach algorytmu. Oznacza to dużą użyteczność tego estymatora w bayesowskiej analizie granicznej poszerzając jej możliwości o elementy wiarygodnego porównywania modeli i łączenia wiedzy nawet w dość skomplikowanych modelach SFA. Ze względu na poufny charakter analizy dla całego sektora, badanie empiryczne zaprezentowane w pracy [A3] bazuje na wynikach tylko jednej ze spółek energetycznych. Należy jednak podkreślić, że wyniki analizy posłużyły w kreowaniu polityki regulacyjnej dotyczącej dystrybucji energii energetycznej w Polsce w ostatnich latach. W badaniach tych byłem współautorem metodyki i autorem odpowiedzialnym za implementację programową.

Praca [A2] jest pierwszą publikacją stanowiącą efekt badań prowadzonych w ramach projektu badawczego pt. „Uogólnione stochastyczne modele graniczne z zastosowaniami w ekonometrycznej analizie produktywności i nieefektywności”, którego jestem kierownikiem i który uzyskał w 2019 finansowanie z Narodowego Centrum Nauki. Wraz ze współautorem, przedstawiłem koncepcję uogólnień stochastycznych modeli granicznych oraz ich zastosowania w bayesowskim łączeniu wiedzy i porównywaniu modeli. Zaprezentowana w pracy koncepcja uogólnienia nie polega tym razem na dokładaniu kolejnych zmiennych losowych do złożonego składnika stochastycznego ( $\varepsilon_i$ ) – jak to ma miejsce np. w modelach GTRE dla danych panelowych. Koncepcja prezentowana m.in. w [A2] polega na uogólnieniu rozkładów dla dwóch podstawowych składników: składnika nieefektywności ( $u_i$ ) oraz składnika symetrycznego ( $v_i$ ). Należy podkreślić, że takie uogólnienie pozwala na stosowanie modelu zarówno przy danych przekrojowych jak i przekrojowo-czasowych (np. modele GTRE mają sens tylko dla danych przekrojowo-czasowych). Na potrzeby artykułu [A2] zaprezentowano model SFA bazujący na uogólnionym rozkładzie błędu (ang. Generalized Error Distribution, **GED**) dla  $v_i$ :

$$f_{GED}(v_i; \sigma, \psi) = \frac{1}{\sigma} \frac{\psi}{2\Gamma(1/\psi)\psi^{1/\psi}} \exp\left[-\frac{1}{\psi} \left(\frac{|v_i|}{\sigma}\right)^\psi\right], \quad (12)$$

gdzie:  $\Gamma(\cdot)$  oznacza funkcję Gamma,  $\sigma$  jest parametrem skali,  $\psi$  parametrem kształtu, z przypadkami szczególnymi dla  $\psi = 2$  (rozkład Gaussowski) oraz  $\psi = 1$  (Laplace); oraz rozkładzie **pół-GED** dla nieefektywności  $f_{H-GED}(u_i; \sigma, \psi) = 2f_{GED}(u_i; \sigma, \psi)I_{u_i>0}$ .



Model **GED-half-GED** uogólnia kilka interesujących wariantów modeli SFA, w tym dwa najpopularniejsze: *normal-half-normal* oraz *normal-exponential*. Pozwala to na jawne wyprowadzenie koherentnych rozkładów *a priori* dla tych modeli, co jest szczególnie istotne w przypadku parametru skali dla nieefektywności. Na podstawie tak zbudowanej metodologii przeprowadzamy ze współautorem analizę wrażliwości różnych założeń o wspomnianym parametrze skali na charakterystyki *a posteriori* technologii, parametrów stochastycznych, zmiennych ukrytych oraz przede wszystkim na prawdopodobieństwa *a posteriori* modeli, które są decydujące przy bayesowskim łączeniu wiedzy. Zauważamy, że stosowane do tej pory rozkłady *a priori* dla popularnych modeli SFA (*normal-half-normal*, *normal-exponential*) nie są koherentne, tzn. nie istnieje rozkład ogólny z którego można by uzyskać oba rozkłady poprzez odpowiednie restrykcyjne. Z naszej analizy wynika, że brak koherencji rozkładów *a priori* dla parametru skali efektywności (i) nie ma większego wpływu na parametry technologii, (ii) ma umiarkowany wpływ na wnioskowanie o parametrach struktury stochastycznej oraz (iii) ma znaczący wpływ na brzegową gęstość wektora obserwacji, która jest bardzo ważna w procedurze bayesowskiego łączenia wiedzy czy porównywania modeli.

Badania opublikowane w [A1] są kolejną pracą we współautorstwie poszerzającą zakres aplikacyjno-metodologiczny bayesowskiej analizy granicznej. Choć ponownie zająłem się zagadnieniem Bezpośrednich Inwestycji Zagranicznych (BIZ), to wraz ze współautorami skupiliśmy się tym razem na analizie sektorów państw Grupy Wyszehradzkiej. Zaprezentowana analiza przeprowadzona została w oparciu o zaawansowane bayesowskie modele SFA oparte na strukturze GTRE, poszerzonej o strukturę VED dla komponentu nieefektywności przejściowej (zmiennej w czasie; ang. *transient inefficiency*). Przyjęcie struktury GTRE dla składnika stochastycznego wraz z jego trzystopniową indeksacją pozwoliło formalnie ująć heterogeniczność badanych obserwacji ze względu na kraj (i), sektor (j) oraz rok (t). Natomiast poprzez przyjęcie struktury VED mogliśmy bezpośrednio określić wpływ BIZ na zmiany produktywności w czasie (poprzez ich wpływ na zmianę efektywności technicznej) w następujący sposób:

$$u_{ijt} \sim i. d. Exp(\lambda_{ijt}), \text{ oraz } \ln \lambda_{ijt} = g_0 + g_1 FDI_{ijt}, \quad (13)$$

gdzie:  $\lambda_{ijt}$  jest średnią i odchyleniem w rozkładzie wykładniczym;  $g_0, g_1$  to parametry określające  $\lambda_{ijt}$  podlegające estymacji;  $FDI_{ijt}$  to Bezpośrednie Inwestycje Zagraniczne. Należy zwrócić uwagę że przy tak przyjętych założeniach rozkład *a priori* dla poszczególnych  $u_{ijt}$  nie jest już niezależny i identyczny (ang. *independent and identically distributed*, i.i.d.), lecz jedynie niezależny (i.d.) ze względu na sparametryzowanie  $\lambda_{ijt}$ . Model wprowadza rozróżnienie również pomiędzy nominalną wartością czynnika produkcji, a jego wartością efektywną poprzez wprowadzenie współczynników skalujących zależnych od zewnętrznych determinant:

$$K_{ijt}^* = K_{ijt} \cdot e^{\gamma_1 FDI_{ijt}}, \quad L_{ijt}^* = L_{ijt} \cdot e^{\gamma_2 FDI_{ijt}}, \quad FDI_{ijt}^* = FDI_{ijt} \cdot e^{\gamma_3 \ln GAP_{ijt}}, \quad (14)$$

gdzie:  $K_{ijt}^*$ ,  $L_{ijt}^*$ ,  $FDI_{ijt}^*$  to czynniki efektywne kolejno kapitału, pracy oraz BIZ;  $GAP_{ijt}$  jest miarą luki technologicznej;  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$  to parametry podlegające estymacji. W ten sposób można badać zarówno wpływ BIZ na efektywność wykorzystania podstawowych czynników wytwórczych (kapitału rzeczowego, pracy) oraz wpływ luki technologicznej (GAP) na sprawność wykorzystania BIZ w sektorach krajów grupy Wyszehradzkiej.

W pracy [A1] udaje się potwierdzić i opisać wpływ zwiększonej obecności BIZ w sektorach na wzrost produktywności pracy jak i wzrost produktywności całkowitej (ang. *total factor productivity*, TFP). Zauważalny jest tu mechanizm transmisji BIZ o trzech składowych. Pierwsza związana jest z bezpośrednim wpływem BIZ jako istotnego czynnika wpływającego na poziom produkcji w sektorach kraju goszczącego. Dwie kolejne składowe mają charakter pośredni i związane są z (i) pozytywnym wpływem jaki BIZ ma na efektywność podstawowych czynników produkcji oraz (ii) pozytywnym wpływem BIZ na produktywność całkowitą. Ponadto, analiza wykazała istotny wpływ luki technologicznej na efektywność wykorzystania BIZ w sektorach krajów goszczących.

W badaniach nad tym zagadnieniem byłem w pełni odpowiedzialny za stronę statystyczno-obliczeniową związaną z opracowaniem bayesowskiego modelu GTRE oraz aktywnie uczestniczyłem w powstawaniu artykułu na każdym jego etapie. Zaprezentowane w pracy zaawansowane metody bayesowskiej analizy granicznej również wpisują się w tematykę kierowanego przeze mnie projektu badawczego pt. „Uogólnione stochastyczne modele graniczne z zastosowaniami w ekonometrycznej analizie produktywności i nieefektywności”.

**Podsumowując**, następujące osiągnięcia uważam za istotny wkład w rozwój metodyki bayesowskiej analizy granicznej w badaniach nad efektywnością i produktywnością:

- 1) Zaproponowanie i autorska implementacja korekty Lenki (2009) dla estymatora średniej harmonicznej (HME) do oceny brzegowej gęstości wektora obserwacji w modelach SFA [A7].
- 2) Opracowanie poszerzonej klasy modeli GTRE (1-3) wraz z ich efektywną implementacją numeryczną [A6].
- 3) Opracowanie nowej strategii dekompozycji logarytmicznych stóp wzrostu w ramach modeli SFA [A5].
- 4) Współautorstwo metodologii do analizy efektywności kosztowej spółek dystrybucji energii elektrycznej w Polsce, w tym autorska implementacja estymatora skorygowanej średniej arytmetycznej (CAME) [A3].



- 5) Współautorstwo koncepcji uogólnień dla modeli SFA bazujących, m.in., na uogólnionym rozkładzie błędu (GED), w tym badań nad koherencją *a priori* w ramach różnych klas modeli SFA [A2].
- 6) Autorstwo lub współautorstwo istotnych badań empirycznych z zastosowaniem bayesowskiej analizy granicznej [A7, A5, A4, A3, A1].

Ponadto, jestem autorem **trzech pakietów obliczeniowych** do bayesowskiej analizy granicznej napisanych w środowisku MATLAB. Pierwszy z nich to program, który zacząłem opracowywać zaraz po obronie pracy doktorskiej i rozwijałem latami. Pozwala on nie tylko na zastosowanie bayesowskiej analizy granicznej, ale również na dekompozycję wzrostu gospodarczego według [A7] oraz [A5]. Dużą wartością dodaną dla jego obsługi jest też opracowany przeze mnie graficzny interfejs użytkownika. Kolejne opracowanie programowe implementuje modele GTRE opisane w [A6]. Należy podkreślić, że pakiet implementuje nie tylko same modele GTRE lecz również wszystkie ich uproszczenia omówione w [A6] oraz estymator (i model) wg. Tsionasa i Kubhakara (2014). Mój najnowszy program do bayesowskiej analizy granicznej napisałem w formie przystępnej funkcji języka MATLAB. Dla celów porównawczych implementuje on również podstawowe modele dla danych panelowych i przekrojowych. Pozwala również na względnie łatwą modyfikację struktury *a priori* modeli (dla użytkowników zaawansowanych), a zaimplementowany w nim estymator CAME umożliwia wiarygodny dobór modelu optymalnego metodami bayesowskimi (lub np. łączenia wiedzy o efektywności). Wymienione opracowania programowo-wdrożeniowe metod bayesowskiej analizy granicznej również uważam za istotne osiągnięcie naukowe popularyzujące prowadzone przeze mnie badania.

#### Cytowane prace niewymienione w sekcji 4.2

- Aigner, D., Lovell, C.K., Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- Broeck (van den), J., Koop, G., Osiewalski, J., Steel, M.F.J. (1994). Stochastic Frontier Models; A Bayesian Perspective. *Journal of Econometrics*, 61(2), 273-303.
- Charnes, A., Coopers, W.W., Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operational Research*, 3(4), 429-444.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 19(3), 273-292.
- Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society (Series A)*, 120(3), 253-290.
- Fried, H.O., Lovell, C.A.K., Schmidt, S.S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. New York: Oxford University Press.
- Greene, W.H. (1990). A Gamma Distributed Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics*, 46, 141-164.
- Griffin, J.E., Steel, M.F.J. (2008). Flexible mixture modelling of stochastic frontiers. *Journal of Productivity Analysis*, 29(1), 33-50.



- Griffin, J.E., Steel, M.F.J. (2013). Semiparametric Bayesian inference for stochastic frontier models. *Journal of Econometrics*, 123(1), 121-152.
- Horrace, W.C., Parmeter, C.F. (2018). A Laplace stochastic frontier model. *Econometric Reviews*, 37(3), 260-280.
- Koop, G., Osiewalski, J., Steel, M.F.J. (1997). Bayesian efficiency analysis through individual effects: Hospital cost frontiers. *Journal of Econometrics*, 76(1-2), 77-105.
- Koop, G., Osiewalski, J., Steel, M.F.J. (1999). The Components of Output Growth: A Stochastic Frontier Analysis. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(4), 455-487.
- Koop G., Osiewalski J., Steel M. F. (2000), Modelling the Sources of Output Growth in a Panel of Countries, *Journal of Business & Economic Statistics*, 18, 284-299.
- Koop, G., Steel, M.F.J., Osiewalski, J. (1995). Posterior analysis of stochastic frontier models using Gibbs sampling. *Computational Statistics*, 10(1), 353-373.
- Koopmans, T.C. (1951). An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. W: T. Koopmans (Ed.), W: *Activity Analysis of Production and Allocation*. Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13. New York: John Wiley and Sons.
- Kumbhakar, S.C., Parmeter, C.F., Tsionas, M.G. (2013). A zero inefficiency stochastic frontier model. *Journal of Econometrics*, 172(1), 66-76.
- Lenk P. (2009) Simulation Pseudo-Bias Correction to the Harmonic Mean Estimator of Integrated Likelihoods. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 18(4): 941-960
- Makiela, K., Mazur, B. (2020b). Stochastic Frontier Analysis with Generalized Errors: inference, model comparison and averaging. *arXiv working paper no. 2003.07150*. Online: <http://arxiv.org/abs/2003.07150>
- Meeusen, W., van den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error. *International Economic Review*, 18(2), 435-444.
- Pajor, A. (2017). Estimating the marginal likelihood using the arithmetic mean identity. *Bayesian Analysis*, 12(1), 261-287
- Raftery, A., Newton, M., Satagopan, J., Krivitsky, P. (2007), Estimating the Integrated Likelihood via Posterior Simulation Using the Harmonic Mean Identity, W: *Bayesian Statistics*, Vol. 8, eds. J. M. Bernardo, M. J. Bayarri, J. O. Berger, A. P. Dawid, D. Heckerman, A. F. M. Smith, and M. West, Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1-45.
- Stead, A.D., Wheat, P., Greene, W.H. (2019). Robust Stochastic Frontier Analysis: A Student's t-Half Normal Model with Application to Highway Maintenance Costs in England. *Journal of Productivity Analysis*, 51(1), 21-38.
- Tchumtchoua, S., Dey, D.K. (2007). Bayesian Estimation of Stochastic Frontier Models with Multivariate Skew t Error Terms. *Communications In Statistics: Theory & Methods*, 36(5), 907-916.
- Tsionas M, Kumbhakar SC. (2014) Firm Heterogeneity, Persistent And Transient Technical Inefficiency: A Generalized True Random-Effects model. *Journal of Applied Econometrics*, 29(1): 110-132.
- Tsionas, M.G. (2007). Efficiency Measurement with the Weibull Stochastic Frontier. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(5), 693-706.





## 5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

### 5.1. Współpraca międzynarodowa

- [1] **2-30 września 2019 – Zagraniczny staż naukowo-badawczy w Grand Valley State University (Grand Rapids, MI, USA).** Staż zrealizowano w ramach umowy bilateralnej pomiędzy Uniwersytetem Ekonomicznym w Krakowie oraz Grand Valley State University. *Opis:* W ramach czterotygodniowego stażu na Grand Valley State University: (i) przeprowadziłem cykl wykładów gościnnych pt. *Contemporary methods for assessing efficiency of organizations operating in public and nonprofit sectors* w ramach kursu prof. Neal Buckwalter'a *Introduction to Public Administration*; (ii) odbyłem debatę z prof. Markiem Hoffman (Associate Dean, College of Community & Public Service, GVSU) pt. *Research Methods is inappropriate for Public Administration in particular and Social Science in general* w ramach kursu *Research Methods* prowadzonego przez prof. Donijo Robbins (moderatora debaty). Odbyłem również serię spotkań o charakterze naukowym z tamtejszymi pracownikami; m.in., z prof. Jonathan Leidig'iem oraz jego asystentem Chit Zin Win'em w związku perspektywą współpracy w ramach tzw. projektów Big Data na GVSU (<https://www.gvsu.edu/bigdata/research-2.htm>).
- [2] **2012 do dziś – Współpraca naukowa z prof. Osmanem Ouattara (Manchester University).** Jej tematyka dotyczy zastosowania bayesowskich modeli granicznych do badania interakcji pomiędzy bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi (BIZ/FDI) ze wzrostem gospodarczym i produktywnością. Owocem współpracy jest m.in. artykuł Makiela i Ouattara (2018) w czasopiśmie *Economic Modelling* [A4]. Dalsze badania nad tym zagadnieniem trwają do dziś.
- [3] **2012 – Współpraca naukowo-dydaktyczna z prof. Markiem Hoffmanem (Grand Valley State University, USA) oraz prof. Sungsoo Hwang (Yeungnam University, Korea Południowa).** Współpraca prowadzona była w trzech instytucjach (Politechnika Świętokrzyska, Grand Valley State, Yeungnam University) za pośrednictwem systemu BlackBoard. Tematyka dotyczyła wdrożenia współpracy międzynarodowej studentów z trzech kontynentów (Polska, USA, Korea Południowa) w ramach wspólnych zadań projektowych. Studenci byli podzieleni na grupy, każda złożona z podgrup z trzech krajów. W ramach kilku zadań projektowych studenci musieli współpracować pozyskując i przesyłając między sobą informacje niezbędne do ukończenia danego zadania. Współpraca w ramach tego projektu miała zarówno wymiar dydaktyczny jak i naukowy, odnoszący się do analizy interakcji studentów z różnych kultur oraz użyteczności nauczania asynchronicznego w prowadzeniu zajęć międzykontynentalnych.

### 5.2. Referaty wygłoszone w zagranicznych instytucjach naukowych

- [1] **Makiela, K., Mazur B.** (2019, czerwiec). *Heterogeneity and near-zero-inefficiency in stochastic frontier models*. 16th European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis, **Loughborough University**, Londyn (GB).
- [2] **Makiela, K., Mazur B.** (2019, czerwiec). *Stochastic frontier analysis with generalized errors: The generalized  $t$ -GB2 SF model*. 16th European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis, **Loughborough University**, Londyn (GB).



- [3] **Makiela, K.**, Marzec, J., Pisulewski A. (2017, 12-15 czerwiec). *Productivity change of Polish dairy farms after Poland's accession to the EU - An output growth decomposition approach*. 15th European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis, **Loughborough University**, Londyn (GB).
- [4] Osiewalski J., **Makiela, K.** (2017, 12-15 czerwiec). *Cost Efficiency Analysis of Electricity Distribution Sector under Model Uncertainty*. 15th European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis, **Loughborough University**, Londyn (GB).
- [5] **Makiela, K.**, Marzec, J., Pisulewski A. (2015, 15-18 czerwiec). *Bayesian Analysis of Productivity Growth of Polish Dairy Farms*. 14th European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis, **Aalto University School of Business**, Helsinki (FI).
- [6] **Makiela, K.** (2012, 1-2 listopad). *Bayesian Stochastic Frontier Analysis of Economic Growth in the EU*. European Seminar on Bayesian Econometrics 2012, **Vienna University of Economics and Business**, Wiedeń (AT). (plakat)
- [7] **Makiela, K.** (2010, 16 kwiecień). *State-level Efficiency Measures for US Healthcare Systems*. The Graduate Research Colloquium 2010, **Grand Valley State University**, Grand Rapids, Michigan (US).

### 5.3. Referaty wygłoszone w krajowych instytucjach naukowych (innych niż macierzysta)

- [1] Wojciechowski, L., **Makiela, K.** (2018, 18 maj). *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne a produktywność. Analiza z wykorzystaniem technik bayesowskich na przykładzie gospodarek V4*. Modelowanie Danych Panelowych: Teoria i Praktyka, **Szkoła Główna Handlowa**, Warszawa.
- [2] Wojciechowski, L., **Makiela, K.** (2017, 13-16 listopad). *Foreign direct investment and total factor productivity. Empirical verification of the theoretical model of conditional interdependencies. The case of V4 countries*. 44th Macromodels International Conference, **Uniwersytet Łódzki**, Wąsowo.
- [3] Wojciechowski, L., **Makiela, K.** (2017, 30.05-02.06). *Wpływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych na produktywność po akcesji do UE - analiza sektorowa na przykładzie krajów Grupy Wyszehradzkiej*. Osiemnaste Warsztaty Doktorskie z zakresu Ekonometrii i Statystyki, **Uniwersytet Łódzki**, Uniejów.
- [4] **Makiela, K.**, Marzec, J., Pisulewski A. (2016, 14-17 czerwiec). *Bayesowska analiza produktywności farm mlecznych w Polsce. Nowa strategia dekompozycji stóp wzrostu*. Siedemnaste Warsztaty Doktorskie z zakresu Ekonometrii i Statystyki, **Uniwersytet Łódzki**, Uniejów.
- [5] Osiewalski J., Wróblewska J., **Makiela, K.** (2015, 16-19 listopad). *Bayesian comparison of aggregate production functions and time series GDP models*. 42nd Macromodels International Conference, **Uniwersytet Łódzki**, Trzebiezowice.
- [6] Osiewalski J., **Makiela, K.**, Wróblewska J. (2014, 17-20 listopad). *Bayesian comparison between GDP models based on VAR and SF specifications*. 41st Macromodels International Conference, **Uniwersytet Łódzki**, Ossa k. Rawy Mazowieckiej.
- [7] **Makiela, K.** (2014, 3-6 czerwiec). *Bayesian Stochastic Frontier Analysis of Economic Growth and Productivity Change in the EU, USA, Japan and Switzerland*. Piętnaste



Warsztaty Doktorskie z zakresu Ekonometrii i Statystyki, **Uniwersytet Łódzki**, Białobrzegi.

- [8] **Makiela, K.** (2013, 21-24 październik). *Investigating the structure of aggregated production function*. 40th Macromodels International Conference, **Uniwersytet Łódzki**, Warszawa.
- [9] **Makiela, K.** (2012, 18 maj). *Dekompozycja strukturalna wzrostu gospodarczego z wykorzystaniem bayesowskich modeli granicznych na przykładzie krajów EU15*. Modelowanie Danych Panelowych: Teoria i Praktyka, **Szkoła Główna handlowa**, Warszawa.

## 6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

### 6.1. Promotorstwo pomocnicze

- [1] Liwiusz Wojciechowski. *Napływ Zagranicznych Inwestycji Bezpośrednich a Produktivność Gospodarek Krajów Grupy Wyszehradzkiej*. Promotor główny: prof. dr hab. Krzysztof Wach. Praca obroniona na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie w dniu: **22.11.2018**.
- [2] Grażyna Wójcik. *Efektywność Ekonomiczna Rolnictwa Ekologicznego w Polsce: Analiza Statystyczna*. Promotor główny: prof. UEK Marcin Salamaga. Praca obroniona na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie w dniu: **11.06.2018**.
- [3] Andrzej Pisulewski. *Stochastyczna Analiza Graniczna Gospodarstw Mlecznych w Polsce*. Promotor główny: prof. UEK Jerzy Marzec. Praca obroniona na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie w dniu: **16.05.2016**.

### 6.2. Popularyzacja opracowywanych zagadnień naukowych poprzez darmowe publikacje autorskich programów komputerowych

Zaprojektowałem i wdrożyłem autorskie programy komputerowe do obliczeń naukowych w środowisku obliczeniowym MATLAB (wraz z ich publikacją online na portalach GitHub oraz MATLAB Central):

- [1] **Matlab function for Bayesian Stochastic Frontier Analysis (2020)**. Autorski pakiet obliczeniowy napisany w formie funkcji (fitbsf) implementujący najważniejsze modele bayesowskie dla danych panelowych (nie tylko modele graniczne) z uproszczoną obsługą rozkładów *a priori*. Program zawiera implementację estymatora średniej arytmetycznej (CAME) do wyznaczania brzegowych gęstości wektora obserwacji opisanego w [A3].

GitHub: <https://www.github.com/KamilMakiela/BSFAMk2>

MATLAB Central: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/77058-matlab-function-for-bayesian-stochastic-frontier-analysis>

Liczba pobrań: 19

- [2] **Stochastic frontier analysis using Bayesian inference in Matlab (2017-18)**. Autorski program komputerowy napisany w środowisku obliczeniowym MATLAB implementujący bayesowskie stochastyczne modele graniczne oraz dekompozycję

strukturalną logarytmicznych stóp wzrostu według metodologii opisanej w [A7] oraz [A5].

GitHub: <https://github.com/KamilMakiela/BSFamk1>

MATLAB Central: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/64147-kamilmakiela-bsfamk1>

Instrukcja obsługi programu: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24520.06403>

Liczba pobrań: 169 (pobrań instrukcji na ResearchGate: 1577)

- [3] **Bayesian Generalized True Random-Effects Models – codes for estimation (2017)**. Autorskie procedury obliczeniowe napisane w środowisku MATLAB implementujące bayesowskie modele *Generalized True Random-Effects Models* (GTRE), opisane w [A6].

MATLAB Central: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/61059-bayesian-gtre-models>

Artykuł: <https://doi.org/10.24425/cejeme.2017.122200>

Liczba pobrań: 103

### 6.3. Aktywność dydaktyczna

- [1] **Analiza danych panelowych (2016/17, wykład; 2017/18, ćwiczenia)** – zajęcia prowadzone na studiach doktoranckich (III stopnia) na kierunku *Metody matematyczno-statystyczne w analizach gospodarczych*. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [2] **Analiza decyzyjna (2012/13, projekty)** – przedmiot uczony na kierunku ekonomia. W ramach tego kursu prowadzona była współpraca międzynarodowa z profesorem Markiem Hoffmanen (GVSU) oraz profesorem Sungsoo Hwang (Yeungnam University). Politechnika Świętokrzyska w Kielcach.
- [3] **Ekonometria (2013/14-2015/16, ćwiczenia; 2019-2021, wykłady i ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunkach: ekonomia, finanse i rachunkowość, rachunkowość i controlling oraz międzynarodowe stosunki gospodarcze. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [4] **Ekonometria i badania operacyjne (2014/15, ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunku marketing i komunikacja rynkowa. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [5] **Ekonometria i prognozowanie procesów ekonomicznych (2013/14-2015/16, ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunku ekonomia. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [6] **Ekonometria i prognozowanie procesów gospodarczych (2013/14, wykład i ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunku gospodarka i administracja publiczna. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [7] **Ekonometria przestrzenna (2013/14-2014/15, ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunku gospodarka przestrzenna. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [8] **Ekonometria wzrostu i porównań międzynarodowych (2014/15, wykład i ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunku analityka gospodarcza. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.



- [9] **Ekonometryczna analiza efektywności gospodarowania (2015/16, ćwiczenia; 2016/17, wykład i ćwiczenia)** – przedmiot prowadzony na kierunku zarządzanie. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [10] **Gry decyzyjne w przedsiębiorstwie (2011-13, laboratoria)** – kurs uczony na kierunku ekonomia. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach.
- [11] **Inżynieria finansowa (2011-13, ćwiczenia)** – kurs uczony na kierunku ekonomia. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach.
- [12] **Języki programowania w analizie danych (2018/19 do dziś, zajęcia w laboratorium komputerowym)** – autorski kurs prowadzony w formie wykładu do wyboru na kierunku analityka gospodarcza (II stopień). W 2019 kurs ten został certyfikowanym kursem e-learningowym (w wymiarze 40% zajęć). Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [13] **Managerial Economics (2013/14, wykład i ćwiczenia)** – kurs w języku angielskim prowadzony na kierunku International Business Studies. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [14] **Podstawy VBA w MS Excel oraz ich zastosowanie w metodach ilościowych (2016/17 do dziś, zajęcia w laboratorium komputerowym)** – autorski kurs prowadzony jako wykład do wyboru na kierunkach, m.in.: analityka gospodarcza, rachunkowość i controlling, informatyka stosowana, marketing i komunikacja rynkowa; od 2019 kurs ten funkcjonuje również pod nazwą *Podstawy VBA w metodach ilościowych* i jest przedmiotem kierunkowym na kierunku analityka gospodarcza. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [15] **Techniki komputerowe w zarządzaniu finansami przedsiębiorstw (2011-13, laboratoria)** – przedmiot uczony na kierunku ekonomia. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach.

#### 6.4. Aktywność organizacyjna

- [1] **01.01.2020 do dziś** – członek zespołu koordynatorów ds. Tworzenia i Obsługi Stron Internetowych Instytutów. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- [2] **27.09.2016 do 30.09.2019** – Sekretarz Wydziałowej Rady Naukowej ds. Stacjonarnych i Niestacjonarnych Studiów Doktoranckich dla Kierunku *Metody matematyczno-statystyczne w analizach gospodarczych*. Okres kadencji (2020 r.) został skrócony ze względu na zmianę struktury uczelni. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.

### 7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej niewymienione w 1-6.

#### 7.1. Nagrody i wyróżnienia

- [1] 14.10.2019 – **Nagroda** Rektora UEK pierwszego stopnia za indywidualne osiągnięcia naukowe w 2018 roku.
- [2] 14.10.2018 – **Nagroda** Rektora UEK trzeciego stopnia za indywidualne osiągnięcia naukowe w 2017 roku.
- [3] 06.11.2014 – **Laureat** konkursu IV edycji Konkursu o Nagrodę Prezesa NBP.



- [4] 14.10.2014 – **Nagroda** Rektora UEK trzeciego stopnia za indywidualne osiągnięcia naukowe w 2013 roku.
- [5] 31.05.2014 – **Laureat** (stypendysta) programu START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.
- [6] 05.03.2013 – **Laureat** II edycji ogólnopolskiego konkursu „Wiedza z pasją. Promujemy młodych naukowców” promującego wyróżniających się młodych naukowców i ich osiągnięcia, PITWIN 2013.
- [7] 19.11.2012 – **Nagroda** Rektora Politechniki Świętokrzyskiej trzeciego stopnia za aktywną działalność naukową.
- [8] 18.05.2012 – **Wyróżnienie** w konkursie na najlepszy referat na konferencji Modelowanie Danych Panelowych: Teoria i Praktyka, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- [9] 16.04.2010 – **Wyróżnienie** pt. *Graduate Dean's Citation for Academic Excellence*, Grand Valley State University, Michigan, USA.

**7.2. Informacje bibliometryczne artykułów w oparciu o raport cytowań sporządzony przez Bibliotekę Główną Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie (załącznik 8a oraz 8b)**

Publikacja	WoS Impact factor	Scopus CiteScore	MNI SW (2019)	MNI SW (A i B)	Cytowania			Cytowania (bez autocytacje)		
					BG UEK	WoS	Scopus	BG UEK	WoS	Scopus
1. Makiela, K., Wojciechowski, L., Wach, K. (2021).	2,194	5,7	140							
2. Makiela, K., Mazur, B. (2020).		1,4	70		2	1	1			
3. Osiewalski, J., Wróblewska J., Makiela, K. (2020).	1,308	1,9	70		3	3	3	2	2	2
4. Wojciechowski, L., Makiela, K. (2019).			20		1					
5. Makiela, K., Osiewalski, J. (2018).	2,456	3,9		35	5	3	2	3	2	1
6. Makiela, K., Ouattara, B. (2018).	2,056	3,7		25	55	25	22	52	24	21
7. Makiela, W., Swiderski, J., Gogolewski, D., Makiela, K. (2018).										
8. Makiela, K., Marzec, J., Pisulewski, A. (2017).	1,030	1,6		25	5	5	3	4	4	2
9. Makiela, K. (2017).		0,5		14	13	7	7	7	3	3
10. Makiela, K. (2014).				8	9	8		2	1	
11. Makiela, K., Miszczur, T. (2012).	0,972	2,9		35	10	6	6	9	6	5
12. Makiela, K. (2012).				7	1					
13. Makiela, K. (2011).				4						
14. Makiela, K. (2010).										
15. Makiela, K. (2009).				5	13	6		7	2	

16. <i>Makiela, K., Mazur, B. (2020b).</i>					2					
17. <i>Osiewalski, J., Makiela, K. (2015).</i>					1			1		
<b>Razem</b>	10,02	21,60	300	158	120	64	44	86	44	34

**Objaśnienia:** *Makiela, K. Mazur, B. (2020b)* to pre-print (working paper) pracy będącej obecnie w recenzji pt. *Stochastic Frontier Analysis with Generalized Errors: Inference, Model Comparison and Averaging*. Dostępny na arXiv, Cornell University Library; *Osiewalski J., Makiela, K. (2015)* odnosi się raportu dla PTPiREE opisanego w wykazie w sekcji III.2.3; **BG UEK** oznacza wszystkie cytowania znalezione w raporcie cytowań sporządzonym przez Bibliotekę Główną UEK; **WoS** oznacza cytowania tylko w Web of Science; **Scopus** oznacza tylko cytowania w bazie Scopus; wartości Impact Factor oraz CiteScore podano zgodnie z rokiem publikacji artykułów.

<b>Sumaryczny Impact Factor (Web of Science):</b>	<b>10,02</b>
<b>Sumaryczny CiteScore (Scopus/Elsevier):</b>	<b>21,60</b>
<b>Sumaryczna punktacja publikacji (MNiSW, lista 2019):</b>	<b>300</b>
<b>Sumaryczna punktacja publikacji (MNiSW, lista A i B):</b>	<b>158</b>



(podpis wnioskodawcy)