

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Dziedzina nauki: Nauki społeczne

Dyscyplina naukowa: Ekonomia i finanse

Maciej Wawrzyniak

**Efektywność banków komercyjnych
w wybranych krajach Europy Środkowo-Wschodniej**

Rozprawa doktorska

Promotor: prof. UEK dr hab. Jerzy Marzec

Kraków, 2023

*Mojej Mamie Annie
za poświęcenie i miłość*

Spis treści

Wstęp	1
1. Banki komercyjne w gospodarce rynkowej.....	7
1.1. Rola banku w gospodarce rynkowej	7
1.2. Bank jako pośrednik finansowy.....	9
1.3. Wpływ kredytów bankowych na rozwój gospodarczy.....	10
2. Mikroekonomiczne podstawy analizy efektywności produkcyjnej firm	13
2.1. Proces produkcji w ujęciu mikroekonomicznym.....	13
2.2. Produkty i czynniki produkcji banku w ujęciu teorii mikroekonomicznej	17
3. Proces przygotowania danych i ich opis	22
3.1. Źródło i struktura danych	22
3.1.1. Źródła danych.....	22
3.1.2. Struktura i przygotowanie danych.....	23
3.1.3. Końcowa struktura próby badawczej.....	25
3.2. Pomiar produkcji i zużycia czynników produkcji w banku	27
3.2.1. Sposób kalkulacji nakładu pracy.....	31
3.3. Potencjalne determinanty nieefektywności technicznej banków.....	32
3.3.1. Zmienne makroekonomiczne	33
3.3.2. Struktura rynku bankowego	34
3.3.3. Zmienne charakteryzujące banki.....	36
3.4. Jakość portfela kredytowego banków	38
3.5. Charakterystyki danych – statystyki opisowe.....	40
3.5.1. Produkty i nakłady wykorzystane do modelowania funkcji produkcji	41
3.5.2. Środowisko makroekonomiczne i rynkowe.....	42
3.5.3. Zmienne charakteryzujące banki.....	45
4. Elementy klasycznego modelowania zależności w ramach mikroekonomicznej funkcji produkcji.....	48

4.1.	Stochastyczne modele graniczne – budowa i własności w kontekście różnych rozkładów prawdopodobieństwa dla nieefektywności.....	48
4.2.	Estymacja parametrów stochastycznych modeli granicznych i wnioskowanie o wskaźniku efektywności	53
4.2.1.	Koncepcja estymacji parametrów modeli 5.-7. (analogiczna jak w przypadku danych przekrojowych).....	54
4.2.2.	Estymacja parametrów modeli 1.-4. z nieefektywnością jako efektem indywidualnym	57
4.2.3.	Kilka uwag dotyczących konstrukcji modelu dla danych międzynarodowych	59
5.	Badania empiryczne – opis wyników.....	62
5.1.	Wstępna procedura doboru determinant nieefektywności	62
5.2.	Wyniki estymacji parametrów, pomiar efektywności oraz testowanie hipotez na podstawie wykorzystanych stochastycznych modeli granicznych	65
5.3.	Wpływ determinant na zróżnicowanie nieefektywności.....	76
5.4.	Analiza wrażliwości wyników na pomiar produkcji i kapitału ludzkiego (nakładu pracy)	87
5.5.	Jakości kredytów a pomiar produktu - wpływ na poziom efektywności banków	97
	Podsumowanie.....	103
	Bibliografia.....	109
	Spis tabel	114
	Spis rysunków.....	115
	Załączniki	117
A.	Wpływ kompozycji próby na uzyskane rezultaty	117
B.	Transformacje zmiennych makroekonomicznych	120
C.	Lista zmiennych rozważanych jako determinanty nieefektywności	121
D.	Statystyki opisowe – produkty i nakłady na poziomie państw.	122

Wstęp

Instytucja banku odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu współczesnej gospodarki rynkowej. Bank można rozpatrywać jako klasyczne przedsiębiorstwo komercyjne, które na rynku konkurencyjnym dąży do maksymalizacji zysku. Jednakże sprowadzanie banku jedynie do tej roli jest zbyt daleko idącym uproszczeniem. Ze względu na swój charakter jako pośrednika finansowego, który m.in. usprawnia przepływ środków finansowych w gospodarce oraz jako instytucji zaufania publicznego, która może wspierać państwo w procesach inwestycyjnych oraz pomocowych (jak np. w trakcie pandemii COVID-19), rola banku we współczesnej gospodarce rynkowej jest o wiele bardziej istotna niż w przypadku przedsiębiorstw z innych branż sektora niefinansowego. Ostatni kryzys finansowy z lat 2008-2009 pokazał jak bardzo silne są powiązania między bankami lub też całym sektorem finansowym z gospodarką wybranego państwa lub wielu krajów powiązanych poprzez wzajemne relacje handlowe oraz jak wysokie mogą być koszty dla gospodarki i ogólnie rynku, gdy nastąpi upadłość dużego banku (gdy zrealizuje się tzw. ryzyko systemowe). Zjawisko to można było zauważyć po bankructwie banku Lehman Brothers w 2008 roku¹, a następnie - po tej bolesnej lekcji - obserwując zaangażowanie organów regulacyjnych w celu zminimalizowania ryzyka bankructwa banków Credit Suisse, Silicon Valley Bank lub First Republic Bank w 2023 roku. Niezależnie czy rozpatrujemy instytucję banku jako jeden z podmiotów rynkowych lub też jako specjalną instytucję dokonującą transformacji posiadanych środków finansowych (pełniącą rolę pośrednika finansowego i będącą jednym z instrumentów polityki gospodarczej rządu), sektor bankowy jest jednym z witalnych elementów współczesnej gospodarki, który ma wpływ na codzienne życie wszystkich obywateli i przedsiębiorstw. Biorąc pod uwagę jego rolę, zasadnym jest zbadanie, w jakim stopniu działanie tego typu instytucji jest „efektywne” w sensie ekonomicznym.

Koncepcja pomiaru efektywności technicznej lub szerzej efektywności ekonomicznej (w tym kosztowej) została pierwotnie wprowadzona przez Farrella (1957)². Jednakże sformalizowana metodyka badań empirycznych z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych, która jest obecnie powszechnie stosowana, została

¹ J. Hull, *Zarządzanie ryzykiem instytucji finansowych*, tłum. B. Salbut, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021, s. 380-381.

² M. Farrell, *The measurement of productive efficiency*, „Journal of the Royal Statistical Society Seria A” nr 120/1957, s. 253-281.

zapropionowana 20 lat później równocześnie w pracach Aigner, Lovell i Schmidt (1977)³ oraz Meeusen i van den Broeck (1977)⁴. Zgodnie z propozycją tych autorów, efektywność techniczna (kosztowa) jest modelowana przy pomocy równania, które opisuje mikroekonomiczną funkcję produkcji (lub kosztów) określoną dla logarytmów wielkości produktu (kosztu) i nakładów czynników produkcji (cen dla funkcji kosztu) oraz dwóch składników losowych. Jeden ze składników losowych jest symetryczny względem zera i odzwierciedla efekt czynników losowych oraz błędu pomiaru, a drugi jest asymetryczny, nieujemny i ma na celu uchwycić potencjalną nieefektywność procesu produkcji. Uzyskane miara, przy pomocy tak zdefiniowanego modelu, wskazuje, w jakim relatywnym stopniu przedsiębiorstwo (bank) efektywnie gospodaruje swoimi zasobami (nakładami) lub ich kosztami w procesie produkcyjnym i czy przy pomocy tych samych nakładów mógłby wyprodukować więcej (efektywność techniczna) lub taniej (efektywność kosztowa).

Efektywność banków komercyjnych jest tematem licznych prac i analiz. Jednakże analizy, wykorzystujące stochastyczne modele graniczne, są przede wszystkim poświęcone efektywności kosztowej lub dochodowej banków. Wydaje się, że liczba prac poświęconych efektywności technicznej banków komercyjnych z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych jest zdecydowanie mniejsza. Funkcja kosztu daje informacje o konkurencyjności poszczególnych graczy rynkowych. Obiektywna analiza sprawności kosztowej przedsiębiorstwa względem pozostałych graczy rynkowych może być źródłem cennej informacji dla zarządów poszczególnych przedsiębiorstw o możliwości uzyskania przewagi konkurencyjnej w zakresie minimalizacji kosztów produkcji i źródeł odchyleń od stanu optymalnego. Jednakże w przypadku rozpatrywania banków jako uczestników gry rynkowej, którzy dążą do maksymalizacji zysku, na gruncie teorii mikroekonomii warunkiem koniecznym dla realizacji tego celu jest zarówno minimalizacja kosztu, jak również maksymalizacja produkcji⁵.

Chociaż banki należy rozpatrywać jako podmioty rynkowe, to mają one znaczącą rolę w funkcjonowaniu gospodarki jako całości. Należy zauważyć, że udzielone kredyty, czyli główny „produkt” banków komercyjnych, mają istotny wpływ na całość funkcjonowania gospodarki. Banki jako pośrednicy finansowi dokonują transformacji środków od podmiotów posiadających ich nadmiar (deponentów) do podmiotów mających

³ D. Aigner, C. Lovell, P. Schmidt, *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models*, „Journal of Econometrics” nr 6/1977, s. 21-37.

⁴ W. Meeusen, J. Van Den Broeck, *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error*, „International Economic Review” nr 8/1977, s. 435-444.

⁵ H.R. Varian, *Microeconomic analysis, Third edition*, W. W. Norton & Company, 1992, s. 26-27.

czasowe niedobory finansowe, uniemożliwiające lub też utrudniające działalność gospodarczą albo inwestycyjną (również w kontekście inwestycji mieszkaniowych w przypadku gospodarstw domowych)⁶. Ponadto poprzez te działania sektor bankowy stymuluje wzrost gospodarczy, co było rozpatrywane m.in. w pracy M. Folwarskiego (2016)⁷. Biorąc pod uwagę istotną rolę sektora bankowego w funkcjonowaniu gospodarki, istnieje potrzeba przeprowadzenia analizy i pomiaru efektywności technicznej banków. Ponadto identyfikacja determinantów zróżnicowania efektywności pomiędzy bankami powinna stanowić istotną informację dla organów prawodawczych oraz nadzorczych, umożliwiającą formułowanie prognoz dotyczących wpływu wprowadzanych regulacji lub obserwowanych zmian w gospodarce (np. zmiana koniunktury w branżach budownictwo i przetwórstwa przemysłowego, inflacja, zmiana podstawowych stóp procentowych, kursów walutowych i cen surowców importowanych) na funkcjonowanie rynku kredytowego.

Celem pracy była analiza efektywności technicznej banków komercyjnych działających w siedmiu krajach Europy Środkowo-Wschodniej, tj. w Czechach, Estonii, Litwie, Łotwie, Polsce, Słowacji i Węgrzech oraz zidentyfikowanie źródeł jej zróżnicowania pomiędzy poszczególnymi bankami. Próba badawcza ma charakter przekrojowo-czasowy (panelowy) i obejmuje łącznie 110 banków, które są poddane analizie od 2011 do 2020 roku, tj. przez 10 lat. Jednakże próba ma charakter panelu niezbilansowanego, tj. nie każdy bank jest obserwowany przez cały okres. Wynika to zarówno z przyczyn obiektywnych, np. z fuzji łączących istniejące na rynku banki lub powstawania nowych podmiotów w badanym okresie, jak również z dostępności i jakości danych. Przeciętnie każdy bank był obserwowany przez 8 lat, a łącznie próba badawcza zawiera 898 obserwacji. Cele główne pracy obejmowały:

- Estymację parametrów stochastycznych modeli granicznych (z wykorzystaniem metody największej wiarygodności).
- Pomiar i analizę źródeł zróżnicowania nieefektywności pomiędzy poszczególnymi krajami oraz bankami. W tym celu rozważano zmienne: makroekonomiczne, opisujące strukturę rynku oraz zmienne swoiste wyrażone poprzez m.in. wskaźniki finansowe i informacje o pochodzeniu kapitału dominującego banku.

⁶ T. Galbarczyk, *Aktywne operacje bankowe – udzielanie kredytów* [w:] T. Galbarczyk, J. Świdorska, *Banki Komercyjne w Polsce*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011, s.225.

⁷ M. Folwarski, *Wpływ kredytów bankowych na wzrost gospodarczy w Polsce*, „Zarządzanie Finansami i Rachunkowość” nr 4/2016, s. 5-14.

- Opis i analizę procesu produkcji banków wykorzystując oszacowaną mikroekonomiczną funkcję produkcji, poprzez pomiar elastyczności produkcji względem poszczególnych nakładów oraz określenie typu efektu skali, który wskazuje na jakim etapie rozwoju znajdują się sektory bankowe w poszczególnych krajach.

W niniejszej pracy zrealizowano dwa inne cele dodatkowe:

- Analiza wpływu alternatywnej metody pomiaru pracy na uzyskane wyniki na gruncie funkcji produkcji, w tym pomiaru efektywności. W trakcie przeglądu literatury empirycznej z omawianej tematyki zidentyfikowano ograniczenie związane z przyjętą metodą pomiaru pracy jako czynnika produkcji. Klasyczne podejście zakłada, że nakład pracy jest mierzony poprzez liczbę pracowników. Jednakże w przypadku tej kategorii często występują braki danych w dostępnych bazach, więc jako rozwiązanie alternatywne wykorzystuje się wielkość aktywów ogółem jako substytutu dla pomiaru nakładu pracy. W niniejszej pracy doktorskiej podjęto się zbadania wpływu przyjęcia tego alternatywnego pomiaru pracy na uzyskane wyniki.
- Wpływ jakości kredytów na poziom efektywności technicznej banków. Cel ten został zrealizowany poprzez zweryfikowanie czy istnieje różnica w poziomie efektywności banków, gdy produkt zostanie wyrażony przez wartość kredytów brutto albo alternatywnie poprzez kredyty netto (tj. po odjęciu wartości „złych” kredytów).

Na podstawie tak sformułowanych celów badawczych zostały postawione następujące hipotezy badawcze, które zostały poddane weryfikacji w niniejszej pracy:

- H1.: Badane banki nie działają w pełni efektywnie (w sensie technicznym), więc adekwatnymi modelami opisującymi zależność między obserwowanym produktem banku a poniesionymi nakładami są stochastyczne modele graniczne.
- H2.: Z punktu widzenia zależności między maksymalnym produktem a poniesionymi nakładami lepszym tego opisem (w sensie zgodności z danymi) jest funkcja translogarytmiczna niż funkcja potęgowa (Cobba i Douglasa).
- H3.: Istnieją istotne różnice w poziomie efektywności sektorów bankowych pomiędzy krajami państw Europy Środkowo-Wschodniej.
- H4.: Poziom efektywności technicznej banków komercyjnych jest istotnie uzależniony od pewnych determinant opisujących środowisko makroekonomiczne i rynkowe (konkurencyjne), w jakim działa bank, oraz od jego pozycji na rynku.

- H5.: Alternatywna metoda pomiaru pracy ma silny wpływ na uzyskane wyniki.
- H6.: Sposób pomiaru produkcji, uwzględniający jakość kredytów, ma wpływ na uzyskane wyniki badania.

Niniejsza praca ma charakter empiryczny i składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów, podsumowania, bibliografii, spisów tabel i rysunków oraz załączników. W rozdziale pierwszym przedstawiono rolę banków komercyjnych we współczesnej gospodarce rynkowej oraz opisano potencjalny wpływ działalności kredytowej banków na funkcjonowanie gospodarki, zarówno w kontekście jej tempa rozwoju, jak i ryzyka związanego ze zbyt agresywną polityką kredytową. W rozdziale drugim zostały przedstawione mikroekonomiczne podstawy funkcji produkcji oraz przegląd istniejących teorii definiujących „produkt” i „czynniki produkcji” dla banków komercyjnych. W rozdziale trzecim zaprezentowano opis przygotowywania danych do procesu modelowania ekonometrycznego. Ponadto przedstawiono sposób konstrukcji „produktu” (zmiennej objaśnianej) oraz „nakładów” (zmiennych objaśniających) dla banków w oparciu o dostępne sprawozdanie finansowe oraz metodę alternatywnego pomiaru nakładu pracy. W tym rozdziale przedstawiono również w oparciu o dostępną literaturę listę potencjalnych determinant nieefektywności. Dodatkowo zaprezentowano podstawowe informacje o zbiorze danych, w formie statystyk opisowych. W rozdziale czwartym zaprezentowano koncepcję estymacji parametrów stochastycznych modeli granicznych z wykorzystaniem Metody Największej Wiarygodności dla różnych rozkładów prawdopodobieństwa oraz przy różnych założeniach dotyczących parametru odpowiadającego za nieefektywność techniczną. Omówiono również metodę wnioskowania o efektywności technicznej w ramach przyjętych modeli. W ostatnim rozdziale zaprezentowano uzyskane wyniki empiryczne, tj. sposób doboru determinant nieefektywności do modelu, oszacowane parametry funkcji produkcji, w tym także elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów i dokonano pomiaru wskaźnika efektywności technicznej. Wszystkie wyniki były analizowane na poziomie poszczególnych krajów. Ponadto zaprezentowano rezultaty z analizy wrażliwości funkcji produkcji na alternatywną definicję pomiaru nakładu pracy oraz wpływ jakości kredytów na pomiar efektywności technicznej. Pracę zamyka podsumowanie.

Autor chciałby złożyć wyrazy podziękowania Panu profesorowi Jerzemu Marcowi za wsparcie w trakcie prowadzenia badań i cenne uwagi merytoryczne dotyczące ich kształtu. Ponadto chciałby podziękować wszystkim pracownikom Katedry Ekonometrii

i Badań Operacyjnych za liczne i cenne uwagi dotyczące uzyskiwanych wyników cząstkowych i propozycje ich wzbogacenia na kolejnych etapach drogi prowadzącej do powstania niniejszej pracy.

1. Banki komercyjne w gospodarce rynkowej

1.1. Rola banku w gospodarce rynkowej

Bank jest przedsiębiorstwem, które pozyskując depozyty, udziela kredytów, świadczy usługi w obrocie pieniężnym, kredytowym i kapitałowym a także oferuje swoim klientom inne usługi finansowe⁸. Ze względu na zakres jego działalności możemy wyróżnić następujące banki: depozytowo-kredytowe, inwestycyjne oraz banki uniwersalne. W przypadku pierwszej kategorii, głównym celem działalności jest pełnienie funkcji pośrednika finansowego pomiędzy podmiotami posiadającymi nadwyżki finansowe (deponentami) a podmiotami potrzebującymi dodatkowych środków finansowych (kredytobiorcami). Banki inwestycyjne skupiają się na operacjach na rynkach finansowych, tj. na emisji papierów wartościowych oraz ich obsłudze (kupno/sprzedaż) na rzecz klienta (usługi maklerskie) lub na rachunek własny banku. Ostatnią kategorią są banki uniwersalne, które łączą obie, wcześniej wymienione funkcje. Zaprezentowane kategorie są zgodne z przepisami regulującymi działalność systemu bankowego Unii Europejskiej⁹. Dwoma innymi rodzajami banków, które pełnią istotną rolę w działalności systemów bankowych, są banki centralne i spółdzielcze. Bank centralny jest instytucją obsługującą inne banki („bank banków”), a także zajmuje się emisją pieniądza (co stanowi element polityki monetarnej państwa) oraz obsługą finansów państwowych. W konsekwencji nie konkuruje on z innymi bankami działającymi na rynku. Banki spółdzielcze natomiast działają w formie „spółdzielni” i ich działalność ma charakter bardziej regionalny¹⁰. W konsekwencji porównywanie wyników tych ostatnich z bankami, które działają w skali co najmniej jednego kraju, jest nieuzasadnione¹¹. Na potrzeby niniejszych badań jako banki komercyjne przyjmuje się banki uniwersalne oraz banki depozytowo-kredytowe, czyli te, które świadczą

⁸ W. Jaworski, *Bank i system bankowy* [w:] W. Jaworski, Z. Zawadzka (red.), *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Poltext, Warszawa 2008, s. 20.

⁹ I. Pyka, K. Kitręga-Niestrój, A. Nocoń, *Europejski System Banków Centralnych, Organizacja, funkcje i zadania w systemie bankowym Unii Europejskiej*, s.11 [w:] J. Cichy, B. Puszer (red.) *Sektory Bankowe w Unii Europejskiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2016.

¹⁰ T. Galbarczyk, *Rozpoczęcie, sanacja i zakończenie działalności banku (stan prawny na 15.12.1010)*, [w:] T. Galbarczyk, J. Świdorska, *Banki Komercyjne w Polsce*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011, s. 72-73. (Autor niniejszej pracy jest świadomy, że nazwa rozdziału cytowanej publikacji jest nieprawidłowa biorąc pod uwagę datę „stanu prawnego” do którego odwołują się autorki. Niemniej jednak wykorzystany fragment odnosi się do ogólnych koncepcji i nie jest w uzależniony od istniejącego stanu prawnego. Biorąc pod uwagę narrację w cytowanej pracy prawidłową datą w tytule rozdziału powinien być najprawdopodobniej 29 sierpnia 1997, czyli data wydania tekstu jednolitego ustawy „Prawo bankowe”).

¹¹ Por. M. Rolski, *Bankowość spółdzielcza w Polsce – Między Ideą, Państwem a Rynkiem*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 378/2019, s. 111-120.

usługi przyjmowania depozytów i udzielania kredytów, tj. realizują pierwotną rolę instytucji bankowych¹².

Mimo że pierwotną funkcją banku jest działalność kredytowa, to w toku rozwoju gospodarki rynkowej, instytucja ta zaczęła spełniać inne funkcje istotne z punktu widzenia całej gospodarki, są nimi¹³:

- udział we wtórnej kreacji pieniądza,
- udział w społecznym podziale pracy,
- dokonywanie alokacji i transformacji środków (zgodnie z koncepcją banku pośrednika).

Pierwotna kreacja pieniądza jest jedną z kluczowych funkcji banku centralnego¹⁴, jednakże również sektor bankowy w ograniczonym stopniu kreuje pieniądz w gospodarce. Funkcja ta realizowana jest poprzez działalność kredytową, która zwiększa wartość środków pieniężnych w innych instytucjach na rynku lub też poprzez zakup walut obcych, tzn. poprzez działalność inwestycyjną banku. Proces ten jest jednak ograniczony przez konieczność zachowywania rezerw płynnościowych, które zagwarantują możliwość terminowego pokrycia zobowiązań banku.

Bank jest specyficznym przedsiębiorstwem na rynku, którego działalność jest silnie regulowana, jednakże, jak każde przedsiębiorstwo usługowe, za opłatą¹⁵ przejmuje pewne zadania od klientów lub też państwa. Usługi te były historycznie powiązane z działalnością inwestycyjną klientów, w ramach których bank obracał posiadanymi przez klienta papierami wartościowymi a także pobierał w jego imieniu dywidendy lub też świadczył usługi doradcze¹⁶. Jednakże wraz z postępem technologicznym (rozwojem informatyki), banki jako instytucje zaufania publicznego zaczęły być również wykorzystywane m.in. w celach autoryzacji tożsamości obywatela w trakcie jego kontaktu z urzędami państwowymi poprzez łącze internetowe. Innym przykładem roli banków w społecznym podziale pracy był udział tych instytucji w działaniach pomocowych skierowanych do przedsiębiorstw w trakcie pandemii COVID-19. W tym okresie wiele państw oferowało zagrożonym przedsiębiorstwom preferencyjne linie kredytowe mające na celu uniknięcie bankructwa

¹² J. Hull, *Zarządzanie ryzykiem...*, dz. cyt., s. 31-32.

¹³ W. Jaworski, *Bank i system bankowy...*, dz. cyt., s. 22.

¹⁴ Por. A. Kaźmierczak, *Kreacja pieniądza w systemie bankowym*, [w:] W. Jaworski, Z. Zawadzka (red.), *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Poltext, Warszawa 2008, s. 100.

¹⁵ Opłata za te usługi może mieć charakter zarówno bezpośrednio (w postaci prowizji) lub też pośredni realizowany poprzez dostęp do środków pieniężnych trzymany na kontach bankowych lub też wyrażoną poprzez budowanie pozytywnego wizerunku banku wśród klientów.

¹⁶ W. Jaworski, *Bank i system bankowy...*, dz. cyt., s. 23.

i zmniejszenie poziomu spodziewanej recesji. W celu koordynacji działań pomocowych państwa zostały zaangażowane banki komercyjne, które mogły w relatywnie prosty sposób zweryfikować sytuację klientów (przedsiębiorstw), rozpoznać ich potrzeby i przekazać (w formie pośrednictwa) niezbędne wsparcie finansowe, które następnie było objęte gwarancją państwową¹⁷.

1.2. Bank jako pośrednik finansowy

Z punktu widzenia niniejszej pracy ostatnią i najważniejszą rolą banku jest funkcja pośrednika finansowego. Funkcja ta odwołuje się do jego najbardziej tradycyjnych zadań, tj. do przyjmowania depozytów od podmiotów posiadających wolne środki i udzielania kredytu podmiotom, które tych środków potrzebują¹⁸. Poprzez nią bank dokonuje¹⁹ transformacji:

- informacji m.in. o preferencjach co do wielkości, terminu i zysków/kosztów podmiotu posiadającego nadwyżki finansowe i podmiotu, który poszukuje dodatkowych źródeł finansowania (np. inwestycji);
- wolnych zasobów pieniądza, tj. agregacji środków finansowych, którymi dysponuje grupa deponentów, a następnie ich rozdysponowanie do podmiotów, które potrzebują finansowania w wielkości zgodnej z ich zapotrzebowaniem. Funkcja ta niweluje problem dysproporcji pomiędzy kwotą wolnych środków, którą dysponuje jeden deponent a kwotą, na którą zgłasza zapotrzebowanie kredytobiorca;
- terminu – proces ten jest co do zasady tożsamy z transformacją wolnych zasobów pieniądza, jednakże w tym wypadku proces koordynacji preferencji deponenta i kredytobiorcy dokonuje się na poziomie preferowanych terminów zapadalności. Deponenci wolą lokowanie środków na krótsze terminy, podczas gdy okres spłaty zadłużenia kredytobiorcy może być znacznie dłuższy, zwłaszcza w przypadku kredytów hipotecznych;
- ryzyka – przejście od deponenta ryzyka związanego z ewentualną niewypłacalnością kredytobiorcy (ryzyko kredytowe).

Można zauważyć, że funkcja banku jako pośredniaka uwzględnia również elementy specyficzne dla pozostałych funkcji wymienionych w poprzednim podrozdziale. Funkcja kreacji pieniądza jest realizowana poprzez działalność kredytową oraz działalność

¹⁷ Por. J. Anderson, F. Papadia, N. Veron, *COVID-19 Credit Support Programs in Europe's Five Largest Economies*, „Peterson Institute for International Economics Working Paper” nr 21/2021.

¹⁸ T. Galbarczyk, *Aktywne operacje...*, dz. cyt., s.225.

¹⁹ W. Jaworski, *Bank i system bankowy...*, dz. cyt., s. 24-25.

inwestycyjną. Ta pierwsza jest tożsama z funkcją pośrednictwa pomiędzy deponentem a kredytobiorcą. Ponadto możliwość działalności inwestycyjnej banku jest uzależniona nie tylko od środków własnych banku (kapitału własnego), ale również od środków finansowych pozyskiwanych przez bank w trakcie przyjmowania depozytów²⁰. W przypadku udziału banku w społecznym podziale pracy, koordynuje on proces łączenia (anonimowych) relacji między deponentami i kredytobiorcami. W konsekwencji obie strony kontraktu nie są zmuszone do szukania indywidualnych sposobów alokacji pieniędzy lub wyborów źródeł finansowania. Wobec powyższego warto zauważyć, że dwie pozostałe funkcje banku komercyjnego są jedynie pochodnymi funkcji banku jako pośrednika finansowego.

1.3. Wpływ kredytów bankowych na rozwój gospodarczy

Bank jako przedsiębiorstwo rynkowe dąży do maksymalizacji zysku, który jest podstawową kategorią na gruncie neoklasycznej teorii mikroekonomii. Jednak z uwagi na fakt, że bank uczestniczy w koordynacji przepływów pieniężnych w gospodarce, należy go również traktować jako jeden z istotnych podmiotów, które wpływają na skuteczność polityki ekonomicznej państwa. Ta druga interpretacja jest podkreślana w podejściu „produkcyjnym”, które definiuje bank jedynie jako jeden z podmiotów, którego głównym celem działalności jest usprawnianie przepływów finansowych w gospodarce²¹. Oczywiście sprowadzanie banku w gospodarce do wyżej wymienionej funkcji jest znacznym uproszczeniem, jednakże jego rola na tym polu nie może być również marginalizowana. Rola banku jako pośrednika pomiędzy deponentami a kredytobiorcami usprawnia przepływ kapitału w gospodarce, co umożliwia nowe inwestycje w sektorze przedsiębiorstw lub też zwiększoną konsumpcję gospodarstw domowych. Wzrost dostępności środków finansowych przekłada się na pobudzenie tempa wzrostu gospodarczego mierzonego poprzez PKB, co było weryfikowane empirycznie m.in. w pracach Banu (2013)²² oraz Folwarski (2016)²³. Relacja ta jest również odzwierciedlona w keynesowskiej teorii makroekonomicznej, która zakłada obniżenie stóp procentowych w trakcie recesji w celu

²⁰ Niemniej jednak działalność inwestycyjna banków komercyjnych jest ograniczona przez przepisy prawa oraz ze względu na rozdzielenie działalności komercyjnej i inwestycyjnej banków w celu ochrony interesów deponentów por. m.in. T. Zieliński, *Separacja bankowości detalicznej i komercyjnej od działalności inwestycyjnej banków – poszukiwanie dróg do stabilnego systemu finansowego*, „Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 246/2015, s. 124-139.

²¹ Szersza dyskusja na temat co jest „produktem” a co „nakładami” w procesie produkcyjnym banku jest zaprezentowana w rozdziale 2.2. niniejszej pracy.

²² I. Banu, *The Impact of Credit on Economic Growth in the Global Crisis Context*, „Procedia Economics and Finance” nr 6/2013, s. 25-30.

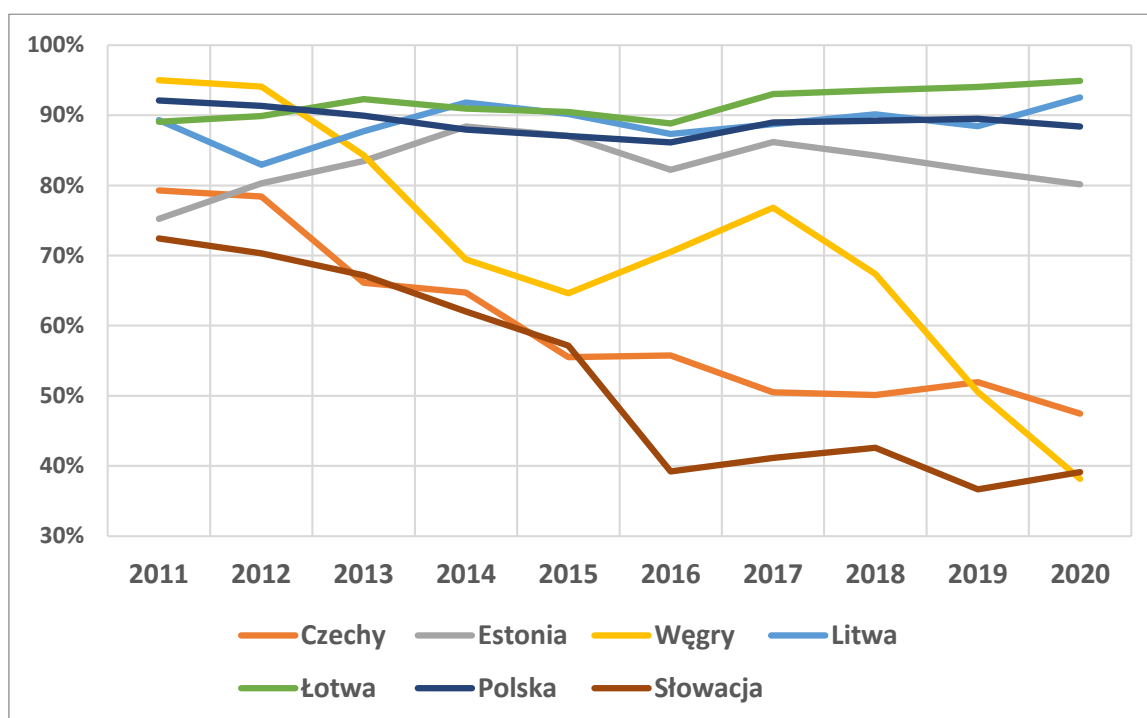
²³ M. Folwarski, *Wpływ kredytów...*, art. cyt., s. 5-14.

zwiększenia dostępność finansowania konsumpcji i inwestycji dla podmiotów rynkowych, aby pobudzić gospodarkę. Wskaźnik ten jest natomiast podwyższany w trakcie korzystnych warunków makroekonomicznych w celu „ostudzenia” gospodarki”²⁴. Jednakże wpływ polityki makroekonomicznej na dostępność kredytów w gospodarce będzie zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi krajami²⁵. Jednym z czynników różnicujących ten wpływ jest udział kredytów o zmiennej stopie oprocentowania w całej gospodarce, tj. takiej która składa się z marży (która jest stała) oraz wskaźnika referencyjnego, który jest zmienny i bazuje na rynkowych stopach procentowych. Stopy referencyjne będące jednym z narzędzi polityki monetarnej państwa stanowią punkt odniesienia dla wysokości wskaźnika referencyjnego w zmiennej stopie oprocentowania kredytu. W przypadku siedmiu krajów Europy Środkowo-Wschodniej²⁶, których sektory bankowe są analizowane w niniejszej pracy, udział kredytów z zmienną stopą oprocentowania w gospodarce jest bardzo zróżnicowany. Przeciętnie dla całego regionu w badanym okresie udział ten wynosił aż 77%. Jednakże w przypadku Czech, Węgier i Słowacji można zauważyć istotną tendencję malejącą w ostatnim dziesięcioleciu i w 2020 roku wyniósł on jedynie około 42% dla tych krajów. W przypadku pozostałych krajów udział był bardzo wysoki (około 88%) i relatywnie stały w całym badanym okresie.

²⁴ P. Samuelson, W. Nordhaus, *Ekonomia*, tłum. A. Bukowski, J. Środa, Dom Wydawniczy REBIS Sp. z o.o., Poznań 2019, s. 381.

²⁵ Por. U. Albertazzi, F. Fringuellotti, S. Ongena, *Fixed rate versus adjustable rate mortgages: evidence from euro area banks*, „ECB Working Paper Series” nr 2322/2019.

²⁶ Czech, Litwy, Łotwy, Estonii, Polski, Słowacji i Węgier.



Rys. 1.1 Udział kredytów z zmiennym oprocentowaniem w całości portfela kredytowego²⁷.

Jednakże należy podkreślić, że wzrost dostępności kredytów w gospodarce nie przekłada się czysto liniowo na tempo wzrostu PKB. Jednym z głównych przyczyn kryzysu gospodarczego w 2008 roku była niekontrolowana i nierozważna działalność kredytowa banków na rynku hipotecznym. W odpowiedzi na zaistniałą sytuację, międzynarodowe organizacje finansowe (np. Bazylejski Komitet Nadzoru Finansowego) oraz państwowe organy nadzorcze istotnie zwiększyły liczbę regulacji²⁸ i oczekiwań²⁹ wobec poszczególnych banków w kontekście odpowiedzialnego podejścia do zarządzania ryzykiem. W konsekwencji należy stwierdzić, że działalność kredytowa banków może pozytywnie wpłynąć na tempo rozwoju gospodarczego państwa, jednakże działalność ta musi charakteryzować się odpowiedzialnym podejściem do zarządzania ryzykiem.

²⁷ Opracowanie własne na podstawie danych Europejskiego Banku Centralnego.

²⁸ Np. Umowa Bazylejska II oraz III lub też Międzynarodowe Standardy Sprawozdawczości Finansowej 9.

²⁹ Por. np. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Rekomendacja W dotycząca zarządzania ryzykiem modeli w bankach*, Warszawa, 2015; Europejski Bank Centralny, *ECB guide to internal models*, 2019; Office of the Comptroller of the Currency, *Allowance for Credit Losses version 1.0*, April 2021; lub •Bank of England – Prudential Regulation Authority, *Supervisory statement SS1/2023 – Model risk management principles for banks*, May 2023.

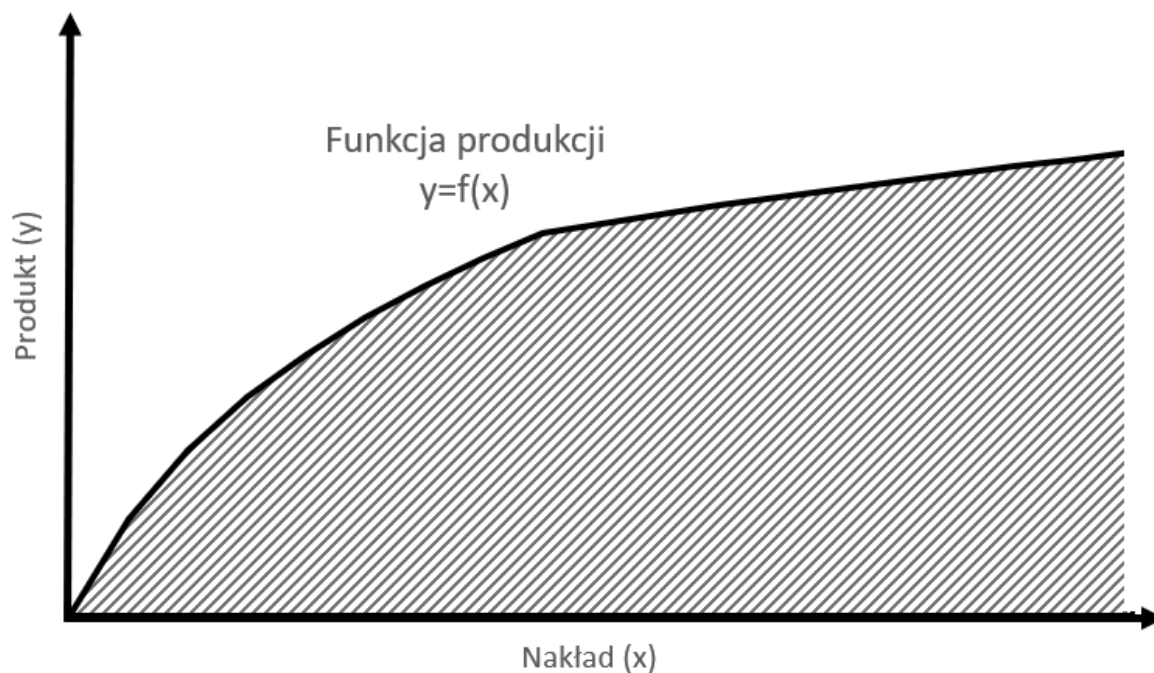
2. Mikroekonomiczne podstawy analizy efektywności produkcyjnej firm

2.1. Proces produkcji w ujęciu mikroekonomicznym

Na gruncie neoklasycznej mikroekonomii, proces produkcyjny przedsiębiorstwa (banku) jest definiowany jako przetwarzanie dostępnych nakładów (czynników produkcji) w produkt (lub produkty) z wykorzystaniem dostępnej technologii. Można to zobrazować graficznie (rysunek poniżej) wykorzystując najprostszy przykład jednego produktu, który jest wytwarzany z wykorzystaniem jednego nakładu. Zbiór wszystkich możliwych do uzyskania kombinacji nakładów i produktów jest definiowany jako zbiór produkcyjny (zacieniowany obszar na rysunku łącznie z brzegiem tego zbioru), natomiast brzeg (jako zbiór punktów) określający granicę tego zbioru definiuje optymalną kombinację nakładów prowadzącą do maksymalnej wielkości produkcji. Jest ona określana jako funkcja produkcji³⁰. Jeżeli kombinacja nakładu i produktu jako realizowany plan produkcyjny przez przedsiębiorstwo znajduje się na krzywej, to jest ono efektywne technicznie, tj. wykorzystuje posiadane nakłady, maksymalizując możliwą do uzyskania produkcję. Natomiast jeżeli kombinacja prowadzi do punktu znajdującego się na zacieniowanym obszarze (tj. odbiega *in minus* od kombinacji optymalnej), to występuje nieefektywność techniczna³¹.

³⁰ H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni – ujęcie nowoczesne. Wydanie trzecie - zmienione*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 338.

³¹ J. Marzec, *Modelowanie procesu produkcji banków i badanie ich efektywności kosztowej*, [w:] A. Barczak (red.) *Ekonometria czasu transformacji*, Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach, 1998, s. 87-98.



Rys. 2.1 Rysunek 1 Zbiór produkcyjny i krzywa produkcji – przykład: jeden produkt i jeden czynnik produkcji³²

Proces produkcji należy rozpatrywać z dwóch perspektyw: technicznej oraz ekonomicznej³³. W sensie technicznym jest to proces kontrolowany przez człowieka, który powoduje, że oryginalne nakłady (zarówno rzeczowe jak i niematerialne) tracą swoją oryginalną postać i zostają przetransformowane w nowy produkt (lub usługę). Natomiast proces produkcji w sensie ekonomicznym jest definiowany jako „proces, w którym podejmuje się próbę stworzenia produktu, który jest bardziej wartościowy niż oryginalne nakłady, które zostały wykorzystane”³⁴. Zatem produktem nazwiemy dobro lub usługę wytworzone z wykorzystaniem pewnych nakładów, które generuje wartość (zyski) przewyższającą wartość (koszty) nakładów wykorzystanych w procesie produkcji.

Przedsiębiorstwa na rynku działają w pewnych warunkach determinujących dostępną technologię produkcji. Poprzez technologię należy rozumieć ogólne ograniczenia przyrodnicze³⁵, techniczne (np. rozwój technologii) lub też prawne (możliwość świadczenia usługi tylko określonym grupom osób)³⁶, które wyznaczają dostępne dla przedsiębiorstwa

³² Opracowanie własne na podstawie H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni...*, dz. cyt., s. 338.

³³ J. Marzec, *Produkty, czynniki produkcji i funkcja kosztów w badaniach efektywności kosztowej banków*, „*Ekonomista*” nr 3/1999, s. 281-304.

³⁴ Frisch R., *Theory of production*, Springer Science+Business Media B.V., 1965, s.3, tłumaczenie własne.

³⁵ H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni...*, dz. cyt., s. 338.

³⁶ W przypadku działalności kredytowej banków, kredyt zostanie udzielony jedynie podmiotowi, który posiada „zdolność kredytową” tj. będzie on zdolny do spłacenia zadłużenia por. T. Galbarczyk, *Aktywne operacje...*, dz. cyt., s.225. W konsekwencji działalność produkcyjna banku jest ograniczona tylko do tych klientów, którzy spełniają ten wymóg.

plany (zbiory) produkcyjne. W trakcie badań empirycznych dotyczących modelowania ekonomicznego procesu produkcji niezbędnym jest wykorzystanie zbioru obserwacji obejmujących podmioty jednolite pod względem prowadzonej działalności oraz mające dostęp do tej samej technologii produkcji³⁷. Gwarantuje to, że wszystkie analizowane przedsiębiorstwa mają zbliżone warunki ustalania własnego planu produkcji, więc ewentualne różnicowanie w poziomie osiągniętej produkcji wynika ze stopnia sprawności organizacji samego procesu albo innych czynników swoistych lub zewnętrznych, które determinują osiągany poziom produkcji.

Koncepcja pomiaru efektywności technicznej lub szerzej efektywności ekonomicznej (kosztowej) została pierwotnie zaproponowana przez Farrella (1957)³⁸. W literaturze z zakresu mikroekonomii efektywność techniczna może być interpretowana jako miara wskazująca, w jakim relatywnym stopniu podmiot (bank) efektywnie gospodaruje swoimi zasobami (nakładami) w procesie produkcyjnym. Przyjmując definicję ukierunkowaną na efekty, miernik ten informuje o możliwościach zwiększenia produkcji, gdyby bank, angażując ustalony już zestaw (zasób) nakładów, wykorzystywałby go efektywniej (tzn. bez marnotrawstwa). Dla produktu Q uzyskiwanego z wektora nakładów x można zapisać $Q/r = f(x)$, gdzie $r \in (0; 1]$ i oznacza wskaźnik mierzący poziom nieefektywności procesu produkcyjnego³⁹. Pomiar ten jest względny, gdyż opiera się na granicznej funkcji produkcji, której parametry oszacowano na podstawie całego zbioru danych (wszystkich obserwacji). Funkcja ta stanowi punkt odniesienia dla określenia potencjalnie maksymalnej produkcji, możliwej do uzyskania dla badanego obiektu (w tym wypadku - banku) angażującego określony nakład czynników produkcji. Reasumując, miernik efektywności technicznej jest ilorazem produkcji obserwowanej dla przedsiębiorstwa $Q_{obs} = f(x)$ i tej maksymalnej Q_{max} , określonej na podstawie granicznej (mikroekonomicznej) funkcji produkcji, czyli $TE_{produkt} = \frac{Q_{obs}}{Q_{max}} \in (0; 1]$. Niech $TE_{produkt} = r$. Przekształcając równanie do postaci $Q_{obs} = Q_{max} \cdot r$, a następnie $Q_{obs} \cdot \frac{1}{r} = Q_{max}$ możemy zauważyć, że przy poziomie nieefektywności równym r przedsiębiorstwo mogłoby wyprodukować o $(\frac{1}{r} - 1) \cdot 100\%$ więcej od obserwowanej wielkości produktu.

³⁷ J. Marzec, J. Osiewalski, *Pomiar efektywności kosztowej banków: zarys metodologii*, „Folia Oeconomica Cracoviensia” nr 39-40/1996-1997, s. 65-81.

³⁸ M. Farrell, *The measurement...*, art. cyt., s. 253-281.

³⁹ J. Marzec, *Ekonometryczna analiza efektywności kosztów w bankach komercyjnych*, rozprawa doktorska (maszynopis) napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Osiewalskiego, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, 2000, s. 14.

W celu maksymalizacji wielkości produkcji przedsiębiorstwo, operując w ramach dostępnych planów produkcyjnych, musi analizować udział (wpływ) poszczególnych nakładów na wielkość produkcji, np. w jaki sposób jednostkowe zwiększenie jednego z nakładów wpłynie na wielkość (wartość) generowanego produktu⁴⁰. W niniejszej pracy rozpatrywana jest długookresowa funkcja produkcji⁴¹, więc zakłada się, że przedsiębiorstwo może swobodnie ustalać wielkość wszystkich swoich nakładów. Alternatywnym podejściem jest estymacja krótkookresowej funkcji produkcji, w którym przyjmuje się, że przynajmniej jeden nakład jest „stały”, tj. nie podlega optymalizacji. Takim czynnikiem mogą być np. budynki. Dla funkcji $Q = f(x)$, gdzie Q oznacza produkt, natomiast x jest wektorem J nakładów, wpływ zwiększenia o jednostkę wielkości wybranego j -tego nakładu można przedstawić jako pierwszą pochodną cząstkową funkcji Q względem j -tego nakładu, tj. $\frac{\partial Q}{\partial x_j}$. W przypadku technologii innej niż technologia Leontiefa⁴², intuicyjnym rezultatem jest, aby $\frac{\partial Q}{\partial x_j} > 0$, tj. jednostkowy wzrost nakładu x_j prowadzi do wzrostu ogólnej wielkości produkcji⁴³. Na gruncie mikroekonomii dla funkcji produkcji określonej dla logarytmów produktu i nakładów, pierwsze pochodne cząstkowe są określane jako elastyczności funkcji produkcji względem danego nakładu. Niemniej jednak oczekuje się, że stopniowe zwiększanie wielkości pojedynczego nakładu będzie w coraz mniejszym stopniu zwiększało wartość przyrostu produkcji. Własność ta jest określana jako prawo malejącej produktywności krańcowej. Matematycznie można to zweryfikować, sprawdzając czy druga pochodna cząstkowa funkcji produkcji względem j -tego nakładu jest ujemna tj. $\frac{\partial^2 Q}{\partial^2 x_j} < 0$. Koncepcja ta jest intuicyjna w przypadku nakładów, które są względem siebie komplementarne. Produktywność jednego nakładu (np. nakładu pracy) jest uzależniona od wielkości innych nakładów, np. posiadanych narzędzi wykorzystywanych przez pracownika. Tak więc nieproporcjonalne zwiększanie wielkości zaangażowania jednego czynnika produkcji (a utrzymywanie drugiego na niezmiennym poziomie) może prowadzić do sytuacji, w której równowaga pomiędzy poszczególnymi czynnikami będzie zaburzona. W przypadku rozważania proporcjonalnego zwiększenia wielkości wszystkich

⁴⁰ H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni...*, dz. cyt., s. 342-346.

⁴¹ Termin krótko i długookresowa nie wiąże się z ścisłą definicją czasu, lecz wynika z przyjętego założenia dotyczącego tego, czy wszystkie rozważane nakłady podlegają optymalizacji.

⁴² Por. H.R. Varian, *Microeconomic analysis...*, dz. cyt., s. 4-5.

⁴³ Wartości ujemne dla pierwszej pochodnej nie muszą oznaczać błędu specyfikacji funkcji lub problemów numerycznych. Może być to również spowodowane zmianami rynkowymi, takimi jak np. restrukturyzacja, dążenie do optymalizacji wielkości zatrudnienia lub zamykanie nierentownych filii przedsiębiorstwa. Wówczas redukcja j -tego nakładu może prowadzić do nieujemnej zmiany w wielkości produkcji.

czynników produkcji (np. o 1%), wpływ tej zmiany na wielkość produkcji określany jest jako wielkość efektu skali. Matematycznie można miernik tego efektu aproksymować przez sumę elastyczności poszczególnych nakładów⁴⁴, tj. $\sum_{j=i}^J \frac{\partial \ln(Q)}{\partial \ln(x_j)}$. Ze względu na rezultat zmian nakładów możemy mieć do czynienia z trzema rodzajami korzyści⁴⁵:

- rosnący efekt skali: zwiększenie o 1% wszystkich nakładów prowadzi do wzrostu produktu o więcej niż 1%, czyli $\sum_{j=i}^J \frac{\partial \ln(Q)}{\partial \ln(x_j)} > 1$, tj. $t \cdot f(x) > f(t \cdot x)$, gdzie $t > 1$.
- stałe efekty skali: 1-procentowy wzrost nakładów prowadzi do proporcjonalnego wzrostu wielkości generowanego produktu, czyli $\sum_{j=i}^J \frac{\partial \ln(Q)}{\partial \ln(x_j)} = 1$, tj. $t \cdot f(x) = f(t \cdot x)$, gdzie $t > 1$.
- malejące efekty skali, jeżeli zwiększenie o 1% wszystkich nakładów prowadzi do wzrostu produktu o mniej niż 1%, czyli $\sum_{j=i}^J \frac{\partial \ln(Q)}{\partial \ln(x_j)} < 1$, tj. $t \cdot f(x) < f(t \cdot x)$, gdzie $t > 1$.

Ostatni przypadek może być zaobserwowany w dużych przedsiębiorstwach, w których niezbędnym jest rozbudowanie administracji oraz wielu szczebli zarządzania złożonym procesem. W konsekwencji wzrost nakładów jest marnowany poprzez rozrost koniecznej biurokracji⁴⁶.

2.2. Produkty i czynniki produkcji banku w ujęciu teorii mikroekonomicznej

Nawiązując do koncepcji zaprezentowanej w poprzednim rozdziale, produktem w ujęciu ekonomicznym jest rezultat, którego wartość jest wyższa niż koszty poniesione w trakcie procesu produkcji. Jednakże w literaturze przedmiotu można znaleźć odniesienie do dwóch innych podejść, które wskazują, co jest „produktem” banku⁴⁷: podejście produkcyjne oraz podejście intermediacyjne.

Podejście produkcyjne, po pierwsze, podkreśla znaczenia aktywności operacyjnej banku i efektywność tej instytucji, po drugie, jest ono przede wszystkim interpretowane

⁴⁴ W przypadku prostej funkcji typu Cobba i Douglasa jest to dokładna miara, natomiast w przypadku funkcji translogarytmicznej – aproksymatą. Pełna dyskusja na temat rozważanych form funkcyjnych jest zaprezentowana w rozdziale 4.1.

⁴⁵ H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni...*, dz. cyt., s. 346-347.

⁴⁶ D. Begg, S. Fischer, R. Dornbush, *Mikroekonomia, wydanie IV zmieniona*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2007, s. 346-349.

⁴⁷ A.S. Camanho, R. Dyson, *Cost efficiency, production and value-added models in the analysis of bank branch performance*, „Journal of the Operational Research Society” nr 56/2005, s. 484-494.

z punktu widzenia „wydajności” w zakresie przeprowadzonych transakcji. W tym kontekście banki są rozumiane jako specjalne instytucje dokonujące transformacji posiadanych środków finansowych, informacji, ryzyka oraz terminu podczas przyjmowania wkładów i udzielania kredytów. Ponadto pełnią one rolę pośrednika, płatnika, agenta i gwaranta, a także - z punktu widzenia makroekonomicznego - instrumentu w realizacji polityki gospodarczej rządu^{48,49}. Czyli zgodnie z tym podejściem, wszystkie produkty i usługi (w tym depozyty) oferowane klientom przez bank stanowią produkt, który może być wyrażony ilościowo⁵⁰ lub wartościowo⁵¹. Nakładami natomiast będą tylko pracownicy oraz aktywa rzeczowe, wartości niematerialne i prawne (np. placówki bankowe i wykorzystywane specjalistyczne oprogramowanie), ponieważ tylko tego typu nakłady są potrzebne do fizycznego generowania produktu⁵². Tak przyjęta definicja spełnia kryterium „techniczne” produktu, gdyż rozpatruje proces produkcji *sensu stricte*. Jednakże nie uwzględnia ona aspektu ekonomicznego, tj. rozważań czy proces produkcji przynosi przychody większe niż poniesione koszty. Ponadto koncepcja ta redukuje rolę banku z samodzielnego podmiotu gospodarczego, który konkuruje z innymi podmiotami na rynku o zysk, do pozycji jednego z elementów całego sektora finansowego, którego zadaniem jest regulować przepływy pieniężne w gospodarce⁵³.

Drugą koncepcją rozpatrywaną w literaturze jest podejście intermediacyjne. Zgodnie z tym podejściem eksponowana jest rola banku jako pośrednika pomiędzy podmiotami posiadającymi wolny kapitał a podmiotami, które go potrzebują⁵⁴. Zatem bank wykorzystuje posiadane depozyty i inne pasywa do tworzenia aktywów generujących zyski (*interest-earning assets*) takich jak np. kredyty, aktywa wartościowe lub inwestycje w inne podmioty rynkowe. Podejście to spełnia oba kryteria „produktu” zdefiniowane przez Frisha, tj. proces transformacji nakładów w produkt (kryterium techniczne) powinien doprowadzić do rezultatów, które przynoszą zyski dla banku (kryterium ekonomiczne). Jednakże w literaturze koncepcja ta nie jest interpretowana przez wszystkich jednolicie. Głównym

⁴⁸ J. Marzec, *Produkty, czynniki produkcji...*, art. cyt., s. 281-304.

⁴⁹ Rola banków komercyjnych jako instrumentu w polityce gospodarczej rządu jest rozpatrywana m.in. w D. Kowalski, *Udział i rola banków komercyjnych w realizacji programów rozwoju gospodarczego państwa*, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 4/2018, s. 353-346.

⁵⁰ A.N. Berger, G. Hanweck, D. Humphrey, *Competitive viability in banking: scale, scope, and product mix economies*. „Journal of Monetary Economics” nr 20/1987, s. 501-520.

⁵¹ A. S. Camanho, R. Dyson, *Cost efficiency...*, art. cyt., s. 484-494.

⁵² Tamże.

⁵³ Por. J. Marzec, *Produkty, czynniki...*, art. cyt., s. 281-304.

⁵⁴ Por. m.in. Tamże lub T. Galbarczyk. *Aktywne operacje...*, dz. cyt., s.225.

punktem „spornym” jest podejście do kwestii depozytów, tj. czy powinny być one traktowane jako nakłady czy jako produkt⁵⁵.

Jedno z podejść określane w literaturze jako *asset approach* zostało zaproponowane w pracy C. Sealey i J. Lindley (1977)⁵⁶. Podejście to skupia się na roli banku jako pośrednika pomiędzy podmiotami posiadającymi wolny kapitał i podmiotami, które go potrzebują. Zgodnie z tym podejściem depozyty i inne pasywa wraz z pozostałymi zasobami banku, takimi jak pracownicy oraz kapitał rzeczowy, są definiowane jako nakłady, podczas gdy jako produkt definiowane są aktywa przynoszące zyski, czyli przede wszystkim kredyty.

Alternatywnym podejściem jest *user-cost approach*, które zostało pierwotnie zaproponowane w pracy D. Hancock (1985)⁵⁷. Podejście to rozróżnia nakłady i produkty ze względu na ich udział netto w przychodach banku na podstawie oszacowanej funkcji przychodu. Zgodnie z tym podejściem każda aktywność bankowa może być rozpatrywana jako nakład lub produkt, zależnie od jej wpływu na przychody banku. Ważną charakterystyką tej koncepcji, prócz relatywnie płynnej definicji nakładu i produktu, jest podejście do depozytów na żądanie. Biorąc pod uwagę, że ich koszty zazwyczaj wyrażone są poprzez niedające się w pełni wycenić usługi oferowane przez bank deponentom, są one traktowane jako produkt⁵⁸.

Ostatnim podejściem, które jest rozpatrywane w literaturze, jest *value-added approach*. Podejście to pierwotnie zostało zaproponowane w pracy A. Berger et al. (1987)⁵⁹. Zgodnie z nim zarówno depozyty czasowe, jak i depozyt na żądanie, mogą być traktowane jako produkt, ponieważ generują przychody w postaci opłat, a także biorą udział w procesie tworzeniu relacji z poszczególnymi klientami⁶⁰. Zatem wszystko co przynosi jakkolwiek „wartość dodaną” dla banku, rozumianą zarówno materialnie w postaci przychodów jak i niematerialnie poprzez budowanie relacji z klientami, stanowi jego produkt. Wówczas nakładem finansowym są fundusze, np. pozyskane z banku centralnego⁶¹, których pozyskanie nie wiąże się z tworzeniem wartości dodanej dla banku.

⁵⁵ A.S. Camanho, R. Dyson, *Cost efficiency...*, art. cyt., s. 484-494.

⁵⁶ C.W. Sealey, J. Lindley, *Inputs, Outputs and a Theory of Productions and Cost at Depository Financial Institutions*, „Journal of Finance”, 1977, s. 1251-1266.

⁵⁷ D. Hancock, *The Financial Firm: Production with Monetary and Nonmonetary Goods*. „Journal of Political Economy” nr 93/1985, s. 859-880.

⁵⁸ A.N. Berger, D. Humphrey. *Measurement and efficiency issues in commercial banking*. [w:] Z. Griliches (red.) *Output Measurement in the Service Sector*, The University of Chicago Press, Chicago 1992, s. 245-287.

⁵⁹ A.N. Berger, G. Hanweck, D. Humphrey, *Competitive viability...*, art. cyt., s. 501-520.

⁶⁰ I. Huljak, R. Martin, D. Moccero, *The cost-efficiency and productivity growth of euro area banks*, „ECB Working Paper Series” nr 2305/2019.

⁶¹ W oryginalnym artykule – rezerwy federalnej.

W niniejszej pracy zdecydowano się zastosować podejście zaproponowane w pracy C. Sealey i J. Lindley, tj. *asset approach*. Z perspektywy celów pracy badawczej jest ono najbardziej przejrzyste spośród rozważanych alternatyw, jako że daje relatywnie jasny podział na produkty (aktywa które generują przychód) i nakłady (aktywa i pasywa generujące koszt). *User-cost approach* wymagałoby pozyskania informacji o kosztach/zyskach jednostkowych generowanych przez poszczególne pozycje bilansowe w celu estymacji funkcji przychodu dla posiadanej próby badawczej. Ponadto podejście to mogłoby prowadzić do niejednoznacznej metody klasyfikacji (wyróżnienia) nakładów i produktów. Podejście „wartości dodanej” (*value-added approach*) kładzie duży nacisk na tzw. miękkie aspekty działalności banków, tj. na budowanie relacji pomiędzy klientem a bankiem. W przekonaniu autora niniejszej pracy ta koncepcja miałaby zastosowanie przede wszystkim w przypadku dwóch grup klientów: a) segmentu *private banking*, którzy dysponują znacznymi środkami pieniężnymi i oczekują spersonalizowanej obsługi⁶² lub b) klientów segmentu hurtowego (przedsiębiorstw), którzy są obsługiwani przez spersonalizowanych menadżerów z banku. W przypadku klientów sektora detalicznego budowana relacja z bankiem nie musi być taka istotna. Ponadto podejście „wartości dodanej” wymagałoby uzyskania informacji o źródłach depozytów posiadanych przez banki i ocenie tego, które z nich tworzą wartość dodaną, a które są neutralne. Mimo że w przeszłości wyróżnione podejście *asset approach* podlegało krytyce ze względu na arbitralność w definicji nakładów i nieuwzględnianie niefinansowych usług oferowanych deponentom⁶³, to definicja nakładów jest obecnie spójna w wielu pracach wykorzystujących stochastyczne modele graniczne⁶⁴. W konsekwencji na potrzeby prezentowanych badań przyjęto, że jeden zagregowany produkt (kredyty i inne inwestycje) jest wynikiem zaangażowania aktywów rzeczowych i intelektualnych, depozytów oraz nakładu pracy⁶⁵. Ponadto głównym celem przedsiębiorstwa rynkowego jest maksymalizacja zysku, więc oparcie definicji produktu na

⁶² Por. Z. Zawadzka: *Zmiany w bankowości światowej* [w:] W. Jaworski, Z. Zawadzka (red.), *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Poltext, Warszawa, 2008, s. 76 lub. L. Dziawgo, *Private banking – istotny element współczesnej bankowości*, „Bank i Kredyt” nr 2/2003, s.13-20.

⁶³ A.N. Berger, D. Humphrey. *Measurement and efficiency...*, dz. cyt., s. 245–287.

⁶⁴ Por. np. M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency differences in the new EU member states*, „Baltic Journal of Economics” nr 9/2009, s. 67-89; J. Skrzypek, M. Trojak, *Pomiar efektywności banków w Polsce z wykorzystaniem stochastycznej analizy granicznej*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica” nr 3/2014b, s. 201-216; lub J.L. Gallizo, J. Moreno M. Salvador, *The Baltic banking system in the enlarged European Union: the effect of the financial crisis on efficiency*, „Baltic Journal of Economics” nr 18/2017, s.1-24.

⁶⁵ Ze względu na częste braki dotyczące zatrudnienia w bankach w wielu publikacjach z zakresu analizy efektywności sektora bankowego nakład pracy jest często aproksymowany poprzez wielkość aktywów ogółem. Szersza dyskusja na ten temat jest przedstawiona w rozdziale 3.2.1.

aktywach generujących przychód wydaje się uzasadnionym podejściem w przypadku banków. Szersza dyskusja na temat definicji poszczególnych nakładów jest zaprezentowana w podrozdziale 3.2.

3. Proces przygotowania danych i ich opis

3.1. Źródło i struktura danych

3.1.1. Źródła danych

W celu przeprowadzenia badań empirycznych wykorzystano dane z bazy Orbis Bank Focus⁶⁶, które pochodzą ze sprawozdań finansowych poszczególnych banków. Baza ta, będąca następcą kolekcji BankFocus, jest własnością Bureau van Dijk, należącego do grupy Moody's Analytics. Baza Orbis BankFocus zawiera informacje dotyczące ponad 46 000 banków, instytucji ubezpieczeniowych i niebankowych instytucji finansowych publicznych oraz prywatnych. Zawiera ona dane pochodzące ze sprawozdań finansowych oraz inne informacje o charakterze niefinansowym (np. adresy spółek). Wszystkie ujawnione sprawozdania są dostępne w formacie ustandaryzowanym i wartości poszczególnych pozycji finansowych mogą być przekonwertowane do jednolitej waluty, np. euro. W niniejszym badaniu pozyskane dane finansowe są wyrażone w tysiącach euro. Pozostałymi źródłami informacji, które zostały wykorzystane w niniejszych badaniach, są:

- Baza Eurostat – baza danych urzędu statystycznego Unii Europejskiej. Została ona wykorzystana do pozyskania zmiennych makroekonomicznych.
- CEIC Data – komercyjna baza danych zawierająca dane finansowe oraz handlowe spółek. Na podstawie tej bazy danych pozyskano informacje o stopach referencyjnych (*policy rate*) w poszczególnych krajach.
- EMIS Intelligence Region – komercyjna baza danych zawierająca informacje prasowe i specjalistyczne raporty o przedsiębiorstwach. Baza ta została wykorzystana do pozyskania informacji o pochodzeniu kapitału dominującego banków (krajowy czy zagraniczny).
- European Central Bank Warehouse – baza danych zbieranych przez Europejski Bank Centralny, zawierająca informacje o sektorach finansowych z państw Unii Europejskiej. Baza została wykorzystana do uzyskania informacji o wielkości sektorów bankowych w poszczególnych krajach oraz o udziale kredytów ze zmienną stopą oprocentowania w ich gospodarkach.

⁶⁶ Moody's Analytics, *BankFocus, Research and analyze banks, for counterparty credit risk and portfolio analysis*, Bureau Van Dijk, A Moody's Analytics Company, 2021.

3.1.2. Struktura i przygotowanie danych

Analizowany zbiór danych obejmował banki komercyjne działające w siedmiu krajach Europy Środkowo-Wschodniej, tj. w Czechach, Estonii, Litwie, Łotwie, Polsce, Słowacji i Węgrzech w latach 2011-2020. Łącznie pierwotna próba obejmowała 120 banków, co dawało 1 200 obserwacji. Mimo że dane pochodzą z renomowanej bazy o zasięgu światowym, mają one swoje ograniczenia i specyficzną strukturę. W konsekwencji niezbędna była szczegółowa analiza posiadanych zbiorów w celu przygotowania ich w kontekście modelowania ekonometrycznego.

Pierwszy etap przygotowania danych obejmował ich analizę pod kątem definicji przedmiotu badania. W przypadku niektórych banków baza Orbis BankFocus udostępnia informacje finansowe z różnych typów sprawozdań, tj. sprawozdań jednostkowych, skonsolidowanych lub sprawozdań przygotowanych z wykorzystaniem standardów krajowych. W tym etapie wykorzystywano dane pochodzące ze sprawozdań jednostkowych, aby zapewnić jak największą ich spójność⁶⁷. Jednakże, aby uzyskać liczniejszą próbę, uwzględniono również obserwacje ze sprawozdań skonsolidowanych, jeżeli sprawozdania jednostkowe nie były dostępne lub dane w nich zawarte były niekompletne. Sprawozdania przygotowane z wykorzystaniem standardów krajowych nie były uwzględniane.

W kolejnym etapie dane były weryfikowane pod kątem jakości, ich kompletności (problem niespójności w sposobie księgowania bądź raportowania) a także spójności z przyjętą definicją badanych podmiotów, tj. banków komercyjnych działających w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. Weryfikacja ta obejmowała następujące kroki:

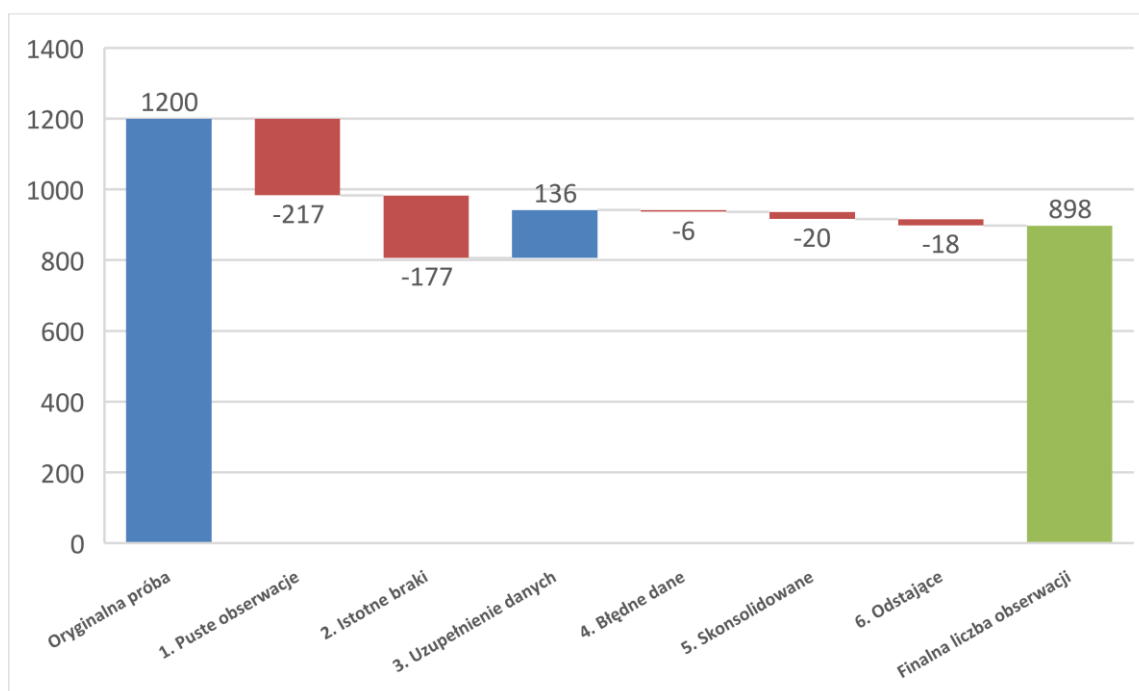
1. Usunięcie pustych obserwacji – próba ma charakter panelu niezbilansowanego, tj. liczba dostępnych obserwacji w czasie dla poszczególnych banków nie jest identyczna. Wynika to zarówno z przyczyn obiektywnych, np. z fuzji łączących istniejące na rynku banki, powstawania nowych podmiotów w badanym okresie, jak również z dostępności i jakości danych.
2. Usunięcie obserwacji, w przypadku których występują braki w informacjach finansowych, które uniemożliwiały konstrukcję produktu lub poszczególnych nakładów.
3. Uzupełnienie danych – w przypadku obserwacji, które zostały zidentyfikowane jako brakujące w kroku 2., sprawdzono, w jakim stopniu dane są niedostępne. Jeżeli braki były relatywnie małe, to uzupełniano je, stosując interpolację liniową, aproksymując

⁶⁷ Takie podejście jest rekomendowane w pracy M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency.....* art. cyt., s. 67-89.

wartości, korzystając z innych pozycji finansowych lub też korzystając z innych źródeł. Krok ten dotyczył głównie braków w informacjach o zatrudnieniu, co zgodnie z teorią ekonomiczną jest jednym z nakładów potrzebnych do konstrukcji funkcji produkcji (szczegółowa dyskusja na ten temat jest zaprezentowana w podrozdziale 3.2.). Brak informacji o liczbie zatrudnionych jest znanym problemem w literaturze. Zagadnienie to, jak i inne podejście zaadoptowane w innych pracach z zakresu efektywności sektora banków komercyjnych, są szerzej dyskutowane w podrozdziale 3.2.1.

4. Usunięcie błędnych danych – w przypadku niektórych banków, mimo że przestały funkcjonować, to wciąż dostępne są sprawozdania finansowe informujące o pozostałych zobowiązaniach (pasywach), które odziedziczył inny bank w procesie przejścia. Biorąc pod uwagę, że te banki faktycznie przestały już działać, zdecydowano się je usunąć.
5. Usunięcie sprawozdań skonsolidowanych dla holdingów – jak zostało wspomniane w pierwszym etapie w przypadku niektórych banków były dostępne tylko sprawozdania skonsolidowane. Szczegółowa analiza kompozycji próby wykazała, że dla niektórych banków dostępne były również sprawozdania jednostkowe ich spółek-córek. W konsekwencji informacja ze sprawozdań spółki-matki dublowała się z informacją spółek zależnych. Biorąc pod uwagę, że preferowane były sprawozdania jednostkowe, zdecydowano się usunąć spółki-matki z próby badawczej, jeżeli taka sytuacja została zidentyfikowana.
6. Usunięcie obserwacji odstających – na podstawie próby badawczej opracowanej do kroku 5. oszacowano model, w którym nieefektywność była określona przez rozkład normalny uciętym i zmieniała się swobodnie po czasie (Model 6. – jego pełna specyfikacja jest zaprezentowana w podrozdziale 4.1.). Następnie zweryfikowano oszacowany logarytm wiarygodności na poziomie indywidualnych obserwacji i zidentyfikowano obserwacje „odstające” od całej zdefiniowanej próby badawczej, tj. te które charakteryzowały się bardzo niską wartością logarytmu wiarygodności. Obserwacje te zostały usunięte, aby uzyskać jak najbardziej spójną próbę.

Graficzna reprezentacja opisanych powyżej kroków, wraz z informacją o liczbie obserwacji usuniętych lub dodanych, została zaprezentowana na poniższym wykresie.

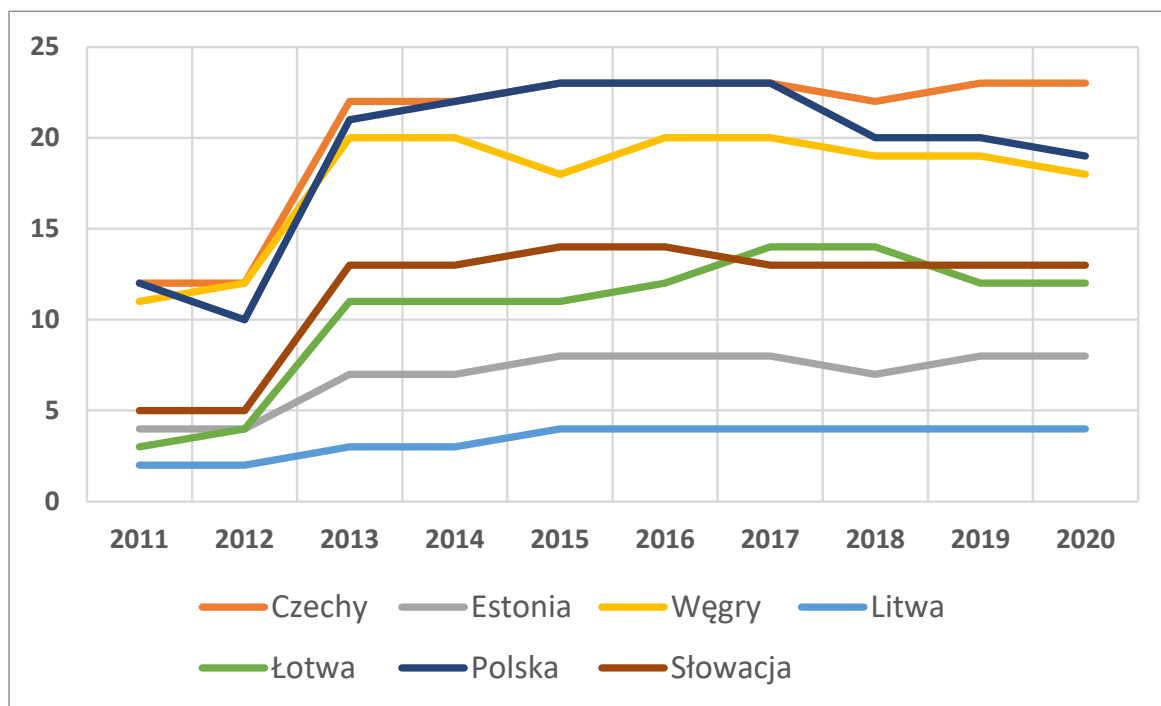


Rys. 3.1 Procedura przygotowania danych⁶⁸.

3.1.3. Końcowa struktura próby badawczej

Próba badawcza, która została uzyskana na podstawie procesu przygotowania danych opisanego w poprzednim podrozdziale, obejmowała 110 banków obserwowanych w różnym okresie (przeciętnie każdy bank był obserwowany przez 8 lat). Łącznie uzyskano próbę zawierającą 898 obserwacji. Liczba banków w podziale na kraje i lata jest zaprezentowana na wykresie poniżej.

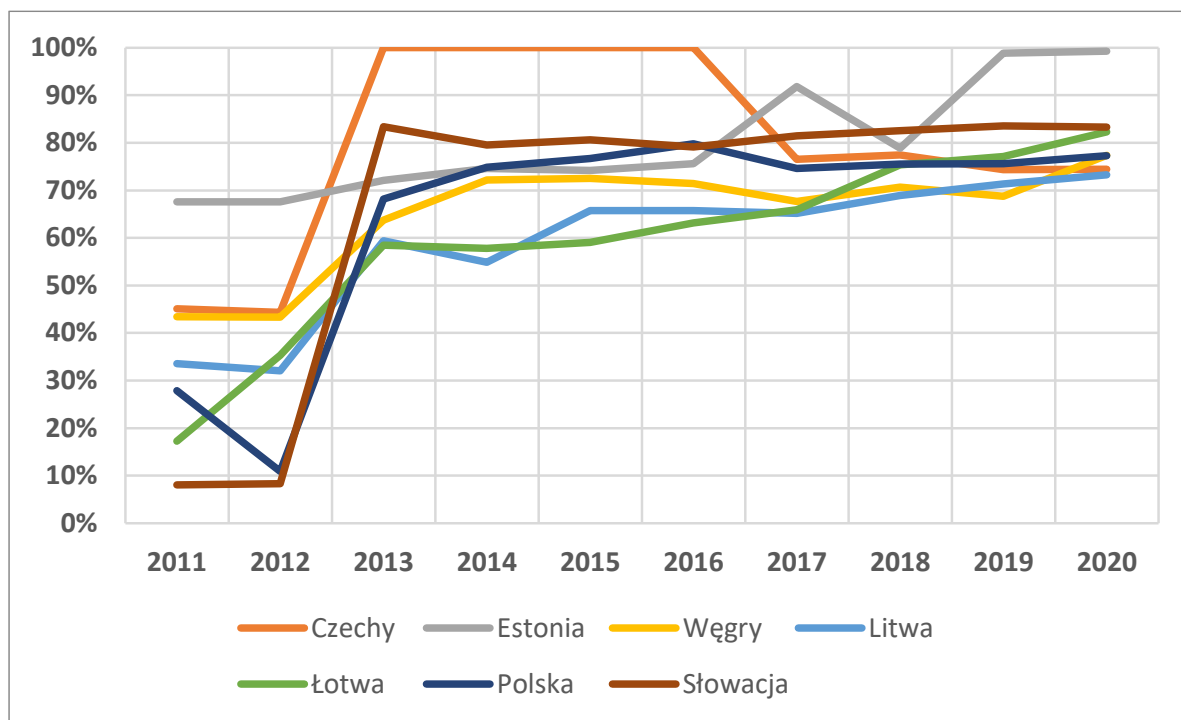
⁶⁸ Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3.2 Liczba banków w podziale na kraje w badanym okresie⁶⁹.

W przypadku niektórych krajów liczba banków była relatywnie mała, np. sektor bankowy w Litwie i Estonii był reprezentowany przez mniej jak dziesięć banków. Biorąc pod uwagę opisany proces tworzenia próby, niezbędnym było zweryfikowanie, czy posiadany zbiór danych wystarczająco dobrze odzwierciedlał sektory bankowe w poszczególnych krajach. W tym celu wykorzystano dane z Europejskiego Banku Centralnego, aby uzyskać informację o wielkości sektorów bankowych w poszczególnych krajach wyrażoną wielkością aktywów ogółem. Wskaźnik, będący ilorazem wartości aktywów ogółem badanych banków i aktywów całego sektora w danym kraju, wydaje się być wystarczającą miarą informującą o pokryciu rynku.

⁶⁹ Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3.3 Wskaźnik pokrycia rynku (w %) przez wykorzystaną próbę badawczą⁷⁰.

Dla okresu 2011-2012 pokrycie sektora banków komercyjnych krajów Europy Środkowo-Wschodniej przez badane banki wynosiło około 35%⁷¹, w 2013 – 76%, a w 2020 – 78%. Również w przypadku takich krajów jak Litwa i Estonia, dla których dostępne są informacje o mniej niż dziesięciu bankach, wskaźnik pokrycia rynku był relatywnie wysoki (przeciętnie było to odpowiednio 59% i 80% w całym okresie). Zatem uzyskane wyniki sugerują, że na podstawie posiadanych danych można wnioskować o efektywności całych sektorów.

3.2. Pomiar produkcji i zużycia czynników produkcji w banku

W celu dokonania pomiaru efektywności technicznej banków niezbędnym było zdefiniowanie produktu (zmiennej objaśnianej) oraz nakładów (zmiennych objaśniających) z wykorzystaniem wybranych pozycji ze sprawozdań finansowych. W niniejszej badaniach zastosowano podejście intermediacyjne, a konkretnie wariant *asset approach* zaproponowany pierwotnie w pracy C. Sealey i J. Lindley (1977)⁷², o czym była mowa w podrozdziale 2.2. Wykorzystano podejście definiujące bank jako „pośrednika” pomiędzy

⁷⁰ Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Europejskiego banku centralnego.

⁷¹ Relatywnie mało danych dotyczących banków jest dostępne za lata 2011-2012, co przekłada się na odpowiednio niższy (w porównaniu do pozostałych okresów) procent pokrycia. Jednakże, wykluczenie tych obserwacji z próby badawczej nie wpływa istotnie na oszacowane parametry i uzyskane wyniki. Odpowiednia analiza jest zaprezentowana w Załącznikach do niniejszej pracy.

⁷² C.W. Sealey, J. Lindley, *Inputs, Outputs...*, art. cyt., s. 1251-1266.

podmiotami posiadającymi wolny kapitał i podmiotami, które go potrzebują⁷³. Podejście to jest wciąż powszechnie stosowane w pracach dotyczących analizy efektywności sektora bankowego z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych⁷⁴. Zgodnie z tym podejściem produkty, przede wszystkim w postaci udzielonych kredytów i inwestycji w aktywa finansowe, są uzyskiwane przy wykorzystaniu czynników, takich jak: kapitał rzeczowy i intelektualny⁷⁵, nakład finansowy oraz praca ludzka. Poniższa tabela przedstawia szczegółowe informacje na temat pozycji bilansowych wykorzystanych do konstrukcji każdej ze zmiennych. Zostały one definiowane jako suma wartości odpowiednich pozycji bilansowych. Podstawowe statystyki opisowe dotyczące każdej zmiennej są zaprezentowane w podrozdziale 3.5.1.

Tabela 3-1 Konstrukcja zmiennych tworzących funkcję produkcji.

Typ zmiennej	Nazwa	Wykorzystane pozycje z sprawozdań finansowych (nazwy jak w Orbis BankFocus)
Objaśniana	Kredyty brutto i inne inwestycje (produkt)	<ul style="list-style-type: none"> • Total financial assets: securities. • Investments in associated companies. • Gross loans & advances to customers.
Objaśniająca	Kapitał rzeczowy i intelektualny	<ul style="list-style-type: none"> • Fixed assets (property, plant and equipment). • Intangible assets.
	Nakład finansowy	<ul style="list-style-type: none"> • Customer deposits. • Bank deposits. • Other wholesale deposits. • Short-term borrowings and debt securities at historical cost < 1 year. • Long-term borrowings and debt securities at historical cost > 1 year.
	Zatrudnienie (praca)	<ul style="list-style-type: none"> • Number of employees⁷⁶.

Źródło: opracowanie własne.

⁷³ Por. m.in. J. Marzec, *Produkty, czynniki produkcji...*, art. cyt., s. 281-304; lub T. Galbarczyk, *Aktywne operacje...*, dz. cyt., s.225.

⁷⁴ Np. M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89; J. Skrzypek, M. Trojak, *Pomiar efektywności...*, art. cyt., s. 201-216; lub J.L. Gallizo, J. Moreno M. Salvador, *The Baltic banking...*, art. cyt., s. 1-24.

⁷⁵ Czynniki ten jest również określany jako „nakład stały”. Mając na uwadze to, że takie określenie nakładu ma kluczowe znaczenie w teorii mikroekonomii, gdy definiuje się krótkookresową i długookresową funkcję produkcji, zdecydowano się na termin „nakład rzeczowy i intelektualny”.

⁷⁶ W literaturze funkcjonuje alternatywna metoda pomiaru nakładu pracy, tj. poprzez aproksymację tego nakładu z wykorzystaniem wielkości aktywów ogółem. Jest to szerzej dyskutowane w rozdziale 3.2.1.

Mimo że opisana teoria jest powszechnie stosowana w badaniach z zakresu efektywności sektora bankowego, to została ona zaproponowana ponad 40 lat temu. Od tego czasu sektor bankowy uległ istotnym zmianom, wiążącymi się z m.in. rozwojem technologii informatycznych⁷⁷. Tak więc warto było postawić pytanie, czy ta teoria jest wciąż adekwatna do obecnych realiów. Jak przedstawiono w podrozdziale 2.2., produktem w sensie ekonomicznym jest rezultat, który przynosi większy przychód niż koszty poniesione w trakcie jego produkcji. Kredyty⁷⁸ przynoszą przychody odsetkowe⁷⁹ (*interest income*), natomiast pozyskane środki finansowe (głównie depozyty, które stanowiły przeciętnie 90% zdefiniowanego nakładu finansowego) wiąże się z koniecznością spłacania przez bank odsetek na rzecz deponentów.

Podobnie wynajem i obsługa posiadanych biur lub subskrypcje na wykupione oprogramowanie informatyczne (nakład rzeczowy i intelektualny) oraz wynagrodzenia pracowników (nakład pracy) generują koszty. Na podstawie pełnych sprawozdań finansowych z bazy Orbis BankFocus zidentyfikowano, że wszystkie wykorzystane pozycje bilansowe mają swoje odpowiedniki w rachunku zysków i strat, wskazując na generowane przychody (dla produktu) lub poniesione koszty (dla nakładów). Szczegóły są zaprezentowane w poniższej tabeli.

Tabela 3-2 Wykorzystane pozycje bilansowe i ich odpowiedniki w rachunku zysków i strat.

Typ zmiennej	Wykorzystane pozycje z sprawozdań finansowych (nazwy jak w Orbis BankFocus)	
	Konstrukcja zmiennej	Przykładowe ⁸⁰ odpowiednik z rachunku zysków i strat
Kredyty brutto i inne inwestycje (produkt)	<ul style="list-style-type: none"> • Total financial assets: securities. • Investments in associated companies. • Gross loans & advances to customers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interest income on customer loans & advances. • Interest income on bank loans (including central banks). • Interest income and preferred stock dividends on securities. • Other interest income.

⁷⁷ Przegląd wyzwań stojących przed bankami w kontekście m.in. rozwoju technologii informatycznych jest zaprezentowany np. w pracy E. Miklaszewska (red.), *Banki w nowym otoczeniu społecznym, gospodarczym i technologicznym*, Wydawnictwo Poltext, Warszawa 2019.

⁷⁸ Kredyty brutto uwzględniają również wielkość „złych” kredytów, w przypadku których kredytobiorca jest zaklasyfikowany jako bankrut. Stanowią one przeciętnie 72% wielkości produktu w badanej próbie. Zatem na potrzeby niniejszej analizy pozostałe komponenty takie jak: zyski finansowe z posiadanych papierów wartościowych i innych inwestycji nie są uwzględniane.

⁷⁹ T. Galbarczyk, *Aktywne operacje...*, art. cyt., s.227.

⁸⁰ Lista ta nie zawiera pozycji bilansowych informujących o rezultatach banku z operacji giełdowych, tj. kupna i sprzedaży papierów wartościowych.

Kapitał rzeczowy i intelektualny	<ul style="list-style-type: none"> • Fixed assets (property, plant and equipment). • Intangible assets. 	<ul style="list-style-type: none"> • Other administrative expenses. • Other operating expenses.
Depozyty (nakład finansowy)	<ul style="list-style-type: none"> • Customer deposits. • Bank deposits. • Other wholesale deposits. • Short-term borrowings and debt securities at historical cost < 1 year. • Long-term borrowings and debt securities at historical cost > 1 year. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interest expense on customer deposits. • Interest expense on debt securities. • Interest expense on bank deposits (including central banks). • Other interest expenses.
Zatrudnienie (praca)	<ul style="list-style-type: none"> • Number of employees. 	<ul style="list-style-type: none"> • Staff expenses.

Źródło: opracowanie własne.

Drugim aspektem, który należy rozważyć, jest definicja kapitału rzeczowego i intelektualnego (zwanego dalej kapitałem). Podczas gdy pozostałe dwa nakłady mają relatywnie prostą definicję (posiadane środki finansowe i liczba pracowników), to samo pojęcie kapitału jest mało intuicyjne. W oryginalnej pracy Sealey i Lindley wskazują, że kapitałem są budynki, urządzenia i tereny posiadane przez banki (*physical plants*). Zatem jako nakład stały przyjmuje się „narzędzia”, z których korzystają pracownicy w trakcie transformacji posiadanych zasobów w produkt. Jednakże jak już zostało wspomniane, praca ta została opublikowana ponad 40 lat temu, więc definicja „narzędzi” z jakich korzysta pracownik również uległa zmianie. Na potrzeby niniejszych badań niezbędnym jest również uwzględnienie dodatkowego czynnika produkcji, jakim jest posiadanie technologii informatycznej i dostęp do komercyjnych baz danych. Zatem przyjęto, że kapitał jest sumą wartości z dwóch pozycji bilansowych, tj. *Fixed assets (property, plant and equipment)* oraz *Intangible assets*. Ta pierwsza pozycja odpowiada rozumieniu materialnych narzędzi posiadanych i wykorzystywanych przez bank, natomiast *Intangible assets* odzwierciedla posiadany przez bank kapitał intelektualny, w tym również wykorzystywane oprogramowanie. Na gruncie Międzynarodowych Standardów Rachunkowych (38 pozycja) wartości niematerialne (*Intangible assets*) są definiowane jako⁸¹:

Jednostki często przeznaczają zasoby lub zaciągają zobowiązania na nabycie, rozwój, utrzymanie i doskonalenie zasobów niematerialnych, takich jak wiedza naukowa lub techniczna, projektowanie i wdrażanie nowych procesów lub systemów, licencje, własność

⁸¹ Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 320/252 z dnia 29.11.2008, Międzynarodowy Standard Rachunkowości MSR 38, Wartości niematerialne., p. 9.

intelektualna, znajomość rynku oraz znaki towarowe (łącznie z markami firmowymi i tytułami wydawniczymi). Do powszechnych przykładów tych szerokich kategorii zalicza się programy komputerowe, patenty, prawa autorskie, filmy kinowe, wykazy odbiorców, prawa obsługi hipotecznej, licencje połowowe, kontyngenty importowe, franchising, relacje z odbiorcami lub dostawcami, lojalność odbiorców, udział w rynku oraz prawa marketingowe poszczególne nakłady generują.

Konkludując, przyjęta definicja kapitału rzeczowego i intelektualnego zawiera w sobie zarówno kapitał „fizyczny”, z którego korzysta bank, jak również jego inwestycje w kapitał intelektualny.

3.2.1. Sposób kalkulacji nakładu pracy

Zgodnie z klasycznym podejściem w badaniu efektywności przedsiębiorstw z wielu sektorów, w tym bankowego, nakład pracy wyrażony jest przez liczbę pracowników albo przez liczbę przepracowanych godzin w skali badanego okresu. Jednakże bazy danych zawierają jedynie szczątkowe informacje o zatrudnieniu na poziomie poszczególnych banków. W konsekwencji w literaturze przyjęło się wykorzystać wielkość aktywów ogółem jako substytutu tej wielkości⁸². Podejście to zostało zaproponowane (na gruncie funkcji kosztu) w pracy Maudos et al. (1999)⁸³, gdzie autorzy argumentują, że iloraz wydatków personalnych (*staff expense*) i aktywów ogółem wyraża jednostkowy koszt pracownika przeskalowany przez jego produktywność zgodnie z następującym wzorem:

$$\frac{\text{Wydatki pracownicze}}{\text{Aktywa ogółem}} = \frac{\text{Wydatki pracownicze}}{\text{Liczba zatrudnionych}} \cdot \frac{\text{Liczba zatrudnionych}}{\text{Aktywa ogółem}} \quad (1.)$$

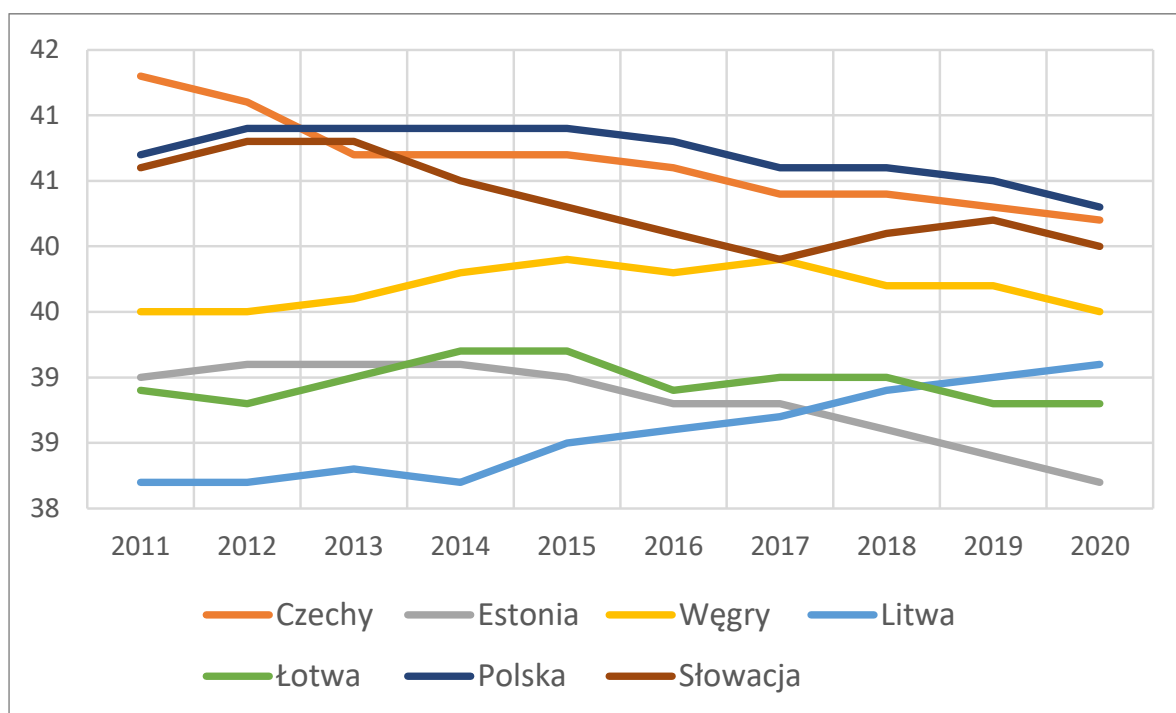
W niniejszej pracy wykorzystano klasyczne podejście, w którym nakładem pracy jest liczba pracowników banku. Zgodnie z wiedzą autora, wpływ tej aproksymacji na oszacowane parametry nie był dotąd zbadany, mimo że już pierwsze prace wykorzystujące to podejście podkreślają, iż ta aproksymacja musi mieć wpływ na oszacowane parametry,

⁸² Np. M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89.; T. Huang, D. Chiang, S. Chao, *A new approach to jointly estimating the Lerner index and cost efficiency for multi-output banks under a stochastic meta-frontier framework*, „The Quarterly Review of Economics and Finance” nr 62/2017, s. 212-226; J.L. Gallizo, J. Moreno M. Salvador, *The Baltic banking...*, art. cyt., s. 1-24.; S. Kozak, A. Wierzbowska, *Bank efficiency and concentration of the banking sector in the CEE countries*, „Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Polityki Europejskie, Finanse i Marketing”, nr 22/2019, s. 77-89.; lub S. Kozak, *Are Larger Banks More Efficient in the Central Eastern European Countries?*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio H – Oeconomia” nr 54/2020, s. 31-40.

⁸³ J. Maudos, J. Pastor, F. Pérez, J. Quesada, *Cost and profit efficiency in European banks*, „Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A.”, 1999. sformalizowane w pracy J. Maudos, J. Pastor, F. Pérez, J. Quesada, *Cost and profit efficiency in European banks*, „Journal of International Financial Markets, Institutions and Money” nr 12/2002, s. 33-58.

a co za tym idzie także na mierniki efektywności⁸⁴. Wyniki empiryczne uzyskane z badania tego zagadnienia na gruncie funkcji produkcji są zaprezentowane w podrozdziale 5.4.

Dodatkowo w niniejszych badaniach w przypadku nakładu pracy przeskalowano liczbę pracowników przez przeciętne tygodniowe godziny pracy w danej gospodarce⁸⁵, aby dokonać faktycznego pomiaru wielkości pracy. Pomiar zużycia pracy ma za zadanie odzwierciedlić wpływ czynnika ludzkiego w procesie produkcyjnym banku, więc taki zabieg wydaje się być zasadny, biorąc pod uwagę, że wykorzystana próba ma charakter międzynarodowy i niezbędnym jest uwzględnienie takich elementów jako różne regulacje prawa pracy w poszczególnych państwach, a także zróżnicowanie kultury pracy. W tym celu wykorzystano dane pochodzące z Eurostatu. Na podstawie rysunku 4.3 można zauważyć wyraźne różnice pomiędzy państwami grupy Wyszehradzkiej (z wyjątkiem Węgier), w których pracuje się przeciętnie dwie godziny więcej tygodniowo niż w krajach bałtyckich.



Rys. 3.4 Przeciętna liczba tygodniowych godzin pracy w gospodarce w wybranych krajach⁸⁶.

3.3. Potencjalne determinanty nieefektywności technicznej banków.

Niniejsza praca ma dwa główne cele: 1) pomiar efektywności poszczególnych banków oraz 2) zidentyfikowanie istotnych determinant zróżnicowania efektywności pomiędzy bankami. W celu realizacji drugiego celu rozważono trzy grupy determinant:

⁸⁴ Y. Altunbas, E.P.M. Gardener, P. Molyneux, B. Moore, *Efficiency in European banking*. „European Economic Review”, nr 45/2001, s. 1931-1955.

⁸⁵ Informacje o przeciętnych tygodniowych godzinach pracy w samym sektorze finansowym nie były dostępne.

⁸⁶ Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy Eurostat.

a) zmienne makroekonomiczne, b) zmienne opisujące strukturę rynku (na poziomie poszczególnych państw) oraz c) zmienne charakterystyczne dla poszczególnych banków. Szczegółowa dyskusja na temat każdej grupy jest przedstawiona w następujących podrozdziałach, natomiast ich statystyki opisowe są zaprezentowane w podrozdziale 3.5. Pełna lista zmiennych z ich oznaczeniami została zaprezentowana w Załącznikach.

3.3.1. Zmienne makroekonomiczne

W przypadku zmiennych makroekonomicznych zdecydowano się za determinanty nieefektywności przyjąć tempo zmiany PKB i poziom bezrobocia jako ogólne wskaźniki podaży i popytu w gospodarce. Wzrost gospodarczy wiąże się z większą liczbą inwestycji, zarówno mieszkaniowych (kredyty hipoteczne), jak i większą skłonnością przedsiębiorstw do inwestycji (kredyty inwestycyjne dla osób prawnych) – wszystkie te elementy mogą dodatnio wpłynąć na popyt na kredyt⁸⁷. Ponadto spadek PKB prowadzi do wzrostu stopy bezrobocia (zgodnie z luką Okuna⁸⁸), co oznacza mniejszą liczbę potencjalnych kredytobiorców⁸⁹. Wówczas przedsiębiorstwa są mniej skłonne podejmować ryzyko poprzez nowe inwestycje w rozwój, więc w konsekwencji ograniczają proces zatrudnienia nowych pracowników. Innym ważnym czynnikiem może być stopa inflacji, która wpływa niejednoznacznie na popyt na kredyty w gospodarce oraz wskaźnik cen nieruchomości (indeks HPI), który wyraża zmiany cen nieruchomości, a w konsekwencji wielkość kredytów niezbędnych do ich sfinansowania. Ostatnią zmienną makroekonomiczną, która jest rozważana, jest stopa referencyjna banku centralnego (*policy rate*). Poprzez ten instrument instytucje nadzorcze stymulują politykę monetarną państwa, co w konsekwencji wpływa na dostępność kredytów dla przedsiębiorstw i gospodarstw domowych⁹⁰.

W przypadku zmiennych makroekonomicznych opracowano różne ich transformacje, które są często wykorzystywane w badaniach empirycznych, tj. różnice bezwzględne i względne rok do roku, standaryzowane wersje tych różnic (tj. zmiana wartości jest wyrażona jako liczba odchyłeń standardowych od historycznej średniej), a także transformację logarytmiczną oraz logarytmiczną stopę zwrotu. Dla wszystkich skonstruowanych transformacji rozważono również opóźnienie o jeden rok. Opis tych proponowanych mierników (m.in. kody i formuły) są zaprezentowane w Załącznikach.

⁸⁷ Por. Ch. Lee, T. Huang, *Cost efficiency and technological gap in Western European banks: A stochastic metafrontier analysis*, „*International Review of Economics and Finance*” nr 48/2017, s. 161-178.

⁸⁸ P. Samuelson, W. Nordhaus, *Ekonomia...*, dz. cyt., s. 605-606.

⁸⁹ Status zatrudnienia jest jednym z klasycznych elementów w analizie zdolności kredytowej klienta por. T. Galbarczyk, *Aktywne operacje...*, dz. cyt., s.254.

⁹⁰ Szersza dyskusja na ten temat jest zaprezentowana w podrozdziale 1.3. niniejszej pracy.

Transformacją nie objęto stopy referencyjnej banku centralnego, która co do zasady jest realizacją przyjętej polityki monetarnej państwa⁹¹ i wykazywała bardzo małą zmienność w badanym okresie, inaczej niż pozostałe wskaźniki makroekonomiczne. W przypadku stopy referencyjnej rozważono dodatkowo jedynie jej opóźnienie o jeden rok.

Ponadto wykorzystano zmienną dychotomiczną informującą, czy bank działa w kraju, który znajduje się w grupie państw ze wspólną walutą euro oraz zmienną polichotomiczną (wyrażoną jako zbiór zmiennych dychotomicznych) identyfikującą kraj, w którym działa bank. Ta ostatnia zmienna ma na celu uchwycenie cech specyficznych dla poszczególnych krajów, które nie są wyrażone przez inne proponowane zmienne, np. wykształcenie społeczeństwa, relacje międzynarodowe, a także typ produkcji dominujących w danym kraju. Za kategorię referencyjną przyjęto „Polskę”.

Wartości wszystkich zmiennych makroekonomicznych, z wyjątkiem stopy referencyjnej, pozyskano z bazy Eurostat. Stopa referencyjna banku centralnego została pozyskana z bazy CEIC data. Ponadto zdecydowano się usunąć zmienne, które charakteryzowały się brakiem stacjonarności na podstawie wizualnej analizy wykresów (były 22 takie zmienne, np. nietransformowane PKB, wskaźnik HPI i poziom bezrobocia). W przypadku danych panelowych, gdzie zwykle liczba okresów jest relatywnie krótka w porównaniu do liczby podmiotów, problem z brakiem stacjonarności poszczególnych zmiennych nie powinien wpływać negatywnie na wiarygodność uzyskanych rezultatów⁹². Niemniej jednak zdecydowano się usunąć tego typu szeregi czasowe, ponieważ dostępne są również inne alternatywne transformacje (takie jak np. różnica względna rok do roku), które niosą tę samą informację i nie są jednocześnie obciążone problemem braku stacjonarności. Ostatecznie uzyskano listę 40 indywidualnych zmiennych makroekonomicznych.

3.3.2. Struktura rynku bankowego

Zmienne opisujące strukturę rynku miały odzwierciedlić teorię związaną z paradygmatem struktura–taktyka–wynik (*structure–conduct–performance – SCP*), zgodnie z którym większa koncentracja w rynku będzie prowadziła do mniejszej konkurencyjności poszczególnych graczy, a odnosząc się do efektywności technicznej zjawisko to będzie miało odzwierciedlenie w mniejszej wartości tego wskaźnika. Paradygmat ten został sformalizowany w klasycznej pracy J.P. Baina⁹³ i jest

⁹¹ P. Samuelson, W. Nordhaus, *Ekonomia*, dz. cyt., s. 484-490.

⁹² J. Wooldridge, *Introductory Econometric, Modern approach, Fifth edition*, Cengage Learning, 2012, s.490.

⁹³ J.P. Bain, *Relation of profit rate to industry concentration: American manufacturing 1936-40*, „Quarterly Journal of Economics” nr 65/1951, s. 293-324.

wykorzystywany do analizy efektywności sektora bankowego⁹⁴. Teoria ta jest intuicyjna na gruncie funkcji kosztu, jednakże na gruncie funkcji produkcji mniejszy poziom konkurencyjności na rynku może paradoksalnie prowadzić do większej efektywności. Nawet jeżeli warunki uzyskania kredytu i koszty z nim związane będą niekorzystne, klienci – ze względu na brak realnej alternatywy - będą korzystali z usług banków działających w strukturze oligopolu. W praktyce wykorzystano dwa mierniki konkurencyjności rynku: indeks Herfindahla–Hirschmana (HHI)⁹⁵ oraz poziom koncentracji wyrażony poprzez procentowy udział aktywów posiadanych przez największe banki. Indeks HHI jest oparty na udziale poszczególnych graczy rynkowych w rynku, na którym działają. Na potrzeby niniejszej pracy „rynek” był utożsamiany z krajem, na terenie którego działał bank. Udział poszczególnych podmiotów był wyrażony poprzez wielkość aktywów ogółem, więc indeks HHI w okresie t dla kraju numer c , w którym działa N banków, był zadany następującym wzorem⁹⁶.

$$HHI_{c,t} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\text{Aktywa ogółem}_{t,c,i}}{\sum_{i=1}^N \text{Aktywa ogółem}_{t,c,i}} \right)^2 \quad (2.)$$

W przypadku drugiego wskaźnika niezbędne było przyjęcie założenia o liczbie „największych graczy rynkowych”. Klasyczne podejście zakłada, że wskaźnik ten jest liczony na podstawie pięciu największych banków⁹⁷. Jednakże w przypadku posiadanej próby niektóre sektory bankowe są relatywnie małe (np. Estonia reprezentowana przez osiem banków). Tak więc na potrzeby niniejszego badania przyjęto, że jeżeli w danym roku i kraju posiadane dane dotyczą mniej niż pięciu banków, to wtedy współczynnik koncentracji wynosił 1, gdy jest mniej niż dziesięć – wskaźnik był liczony na podstawie trzech największych banków. Natomiast w przypadku rynku, na którym działało ponad dziesięć banków, poziom koncentracji był liczony klasycznie na podstawie pięciu największych podmiotów.

⁹⁴ Por. M. Pawłowska, *Determinanty rentowności polskich banków. Czy paradygmat structure-conduct-performance działa w polskim sektorze bankowym?*, „Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych / Szkoła Główna Handlowa” nr 41/2016, s. 47-61; M. Pawłowska, *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „Materiały i Studia” nr 192/2005; lub A. Andries, B. Capraru, *Competition and efficiency in EU 27 banking systems*, „Baltic Journal of Economics” nr 12/2012, s. 41–60.

⁹⁵ Inne prace, gdzie indeks HHI jest wykorzystywany do badania efektywności banków, to np. J. Skrzypek, M. Trojak, *Analiza porównawcza efektywności banków przy wykorzystaniu modelu granicznego kosztów w wybranych krajach europejskich*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 11/2014, s. 30-47.; Ch. Lee, T. Huang, *Cost efficiency...*, art. cyt., s. 161-178.; lub S. Kozak, *Are Larger Banks...*, art. cyt., s. 31-40.

⁹⁶ P. Samuelson, W. Nordhaus, *Ekonomia*, dz. cyt., s. 190.

⁹⁷ Np. M. Kozak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 41–60.; lub S. Kozak, *Are Larger Banks...*, art. cyt., s. 31-40.

3.3.3. Zmienne charakteryzujące banki

Ostatnią grupą zmiennych, rozważanych jako potencjalne determinanty nieefektywności, były czynniki swoiste dla poszczególnych banków. Grupa ta obejmowała zarówno wskaźniki finansowe, jak i cechy charakterystyczne podmiotów wynikające z ich profilu działalności, pozycji rynkowej lub struktury kapitałowej.

W przypadku zmiennych opisujących strukturę kapitałową sprawdzono czy pochodzenia kapitału dominującego (krajowy czy zagraniczny), przekłada się na poziom efektywności banku⁹⁸ - cecha ta jest wyrażona przez zmienną dychotomiczną. Konkluzje z innych badań, które dotyczyły tego zagadnienia są raczej zgodne, że banki z dominującym kapitałem zagranicznym są przeciętnie bardziej efektywne⁹⁹, jednak są również prace, w których uzyskano odmienne wnioski¹⁰⁰. Informacja o pochodzeniu kapitału dominującego została zaczerpnięta z Orbis BankFocus, a w przypadku braków została uzupełniona z wykorzystaniem EMIS Intelligence Region.

W celu opisu pozycji rynkowej poszczególnych banków zdecydowano się wykorzystać zmienną dychotomiczną, która informuje, czy wybrany bank jest „duży” czy „mały”. Klasyfikacja ta opiera się na wielkości aktywów ogółem, tj. jeżeli wielkość aktywów ogółem banku w danym roku jest większa niż wartość mediany obliczonej dla wszystkich banków z danego kraju i roku, to jest to bank duży. W badaniach empirycznych wpływ tego czynnika okazuje się niejednoznaczny. W niektórych pracach wskazano, że większy bank jest bardziej efektywny¹⁰¹, ale rezultaty z innych prac wskazują na odwrotną zależność¹⁰². Oczywiście czasem w badaniach rezultaty wskazują, że nie ma istotnej różnicy w efektywności pomiędzy bankami dużymi i małymi¹⁰³ albo że relacja ta nie jest stricte

⁹⁸ Por. M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89; lub Y. Fang, I. Hasan, K. Marton, *Bank efficiency in Transition Economies: Recent Evidence from South-Eastern Europe*, „Bank of Finland Research Discussion Paper” nr 5/2011, s. 3-39.

⁹⁹ Np. A.N. Berger, H. Iftekhhar, Z. Mingming, *Bank ownership and efficiency in China: What will happen in the world's largest nation?*, „Journal of Banking & Finance” nr 33/2009, s. 113-130; M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89; Y. Fang, I. Hasan, K. Marton, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 3-39; A. Andries, *The Determinants of Bank Efficiency and Productivity Growth in the Central and Eastern European Banking Systems*, „Eastern European Economics” nr 49/2012, s. 38-59.; lub M. Wawrzyniak, *Efektywność techniczna polskiego sektora banków komercyjnych*, „Bezpieczny Bank”, nr 1/2021, s. 92-112.

¹⁰⁰ M. Mamonov, A. Vernikov, *Bank ownership and cost efficiency: New empirical evidence from Russia*, „Economic Systems” nr 41/2017, s. 305-319.

¹⁰¹ S. Kozak, *Are Larger Banks...*, art. cyt., s. 31-40.

¹⁰² Por. E. Mamatzakis, R. Matousek, A. Vu, *What is the impact of bankrupt and restructured loans on Japanese bank efficiency?*, „Journal of Banking & Finance” nr 72/2016, s. 187-202. A. Andries, *The Determinants...*, art. cyt., s. 38-59; lub M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89.

¹⁰³ M. Wawrzyniak, *Efektywność techniczna...*, art. cyt., s. 92-112.

liniowa, tj. fuzje łączące poprawiają efektywność tylko do pewnego poziomu¹⁰⁴. Wykazano także, że ten wpływ jest niejednoznaczny i zależy od segmentu biznesowego banku¹⁰⁵. Jednakże hipoteza spokojnego życia (*quiet life hypothesis*) zaprezentowana w pracy Hicksa (1935)¹⁰⁶ sugeruje, że przedsiębiorstwa charakteryzujące się większą siłą rynkową będą odznaczały się mniejszą efektywnością, ponieważ dzięki sile rynkowej podmiotu menedżerowie będą mogli w relatywnie prosty sposób uzyskać odpowiednie rezultaty (efekty).

Poprzez profil działalności banków, tj. ich specjalizację, należy rozumieć ogólny charakter prowadzonej działalności bankowej, co może przekładać się na efektywność jego działania¹⁰⁷. Informacja ta została uwzględniona poprzez odpowiednią zmienną polichotomiczną wyrażoną jako zbiór zmiennych dychotomicznych. Na podstawie klasyfikacji znajdującej się w bazie Orbis BankFocus banki są podzielone na sześć grup: banki oszczędnościowe, banki komercyjne, specjalistyczne rządowe instytucje kredytowe, banki kooperacyjne, holdingi bankowe oraz banki hipoteczne. Jako wartość referencyjną przyjęto „banki komercyjne”.

W przypadku ostatniej grupy zmiennych, tj. wskaźników finansowych, należy zwrócić uwagę, że Orbis BankFocus oferuje szeroki wybór dostępnych wskaźników finansowych, zarówno klasycznych takich jest Rentowność aktywów (*Return on Assets - ROA*), jak również tych powiązanych z regulacjami Bazylejskimi (opisującymi wymogi kapitałowe i wymagane wskaźniki finansowe) lub też z Międzynarodowymi Standardami Sprawozdawczości Finansowej 9 (wskazującymi na jakość portfela kredytowego). Jednakże w przypadku wielu podmiotów występują braki danych, co może wynikać zarówno z jakości danych (np. w przypadku zmiennej „udział aktywów zagrożonych ryzykiem kredytowym w całości aktywów ważonych ryzykiem” jest równy zero dla wszystkich obserwacji), jak również z przyczyn obiektywnych. Międzynarodowe Standardy Sprawozdawczości Finansowej 9, które wprowadzały koncepcję Stage 2 Loans, czyli wartość netto kredytów, w przypadku których istotnie wzrosło ryzyko kredytowe¹⁰⁸ zostały wprowadzone w życie

¹⁰⁴ D. Amel, C. Barnes, F. Panetta, C. Salleo, *Consolidation and efficiency in the financial sector: A review of the international evidence*, „Journal of Banking & Finance” nr 28/2004, s. 2493-2519.

¹⁰⁵ Por. przegląd badań przeprowadzony dla banków działających w USA zaprezentowany w pracy D. VanHoose, *The Industrial Organization of Banking: Bank Behavior, Market Structure, and Regulation*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

¹⁰⁶ J. Hicks, *Annual survey of Economic Theory: The Theory of Monopoly*, „Econometrica” nr 3/1935, s. 1-20.

¹⁰⁷ E. Fiorentino, A. Karmann, M. Koetter, *The cost efficiency of German banks: a comparison of SFA and DEA*, „Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series 2: Banking and Financial Studies” nr 10/2006.

¹⁰⁸ K. Barczyk, *Determinanty klasyfikacji i wyceny instrumentów finansowych według MSSF 9*, „Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 36/2018, s. 7-18.

dopiero od 2018 roku. Biorąc pod uwagę, że próba badawcza obejmuje dane do 2020 roku, to wskaźniki te byłyby dostępne jedynie z dwóch ostatnich lat. Natomiast regulacja Basel III, która wprowadza wskaźniki opisujące płynność (*Liquidity coverage ratio - LCR* i *Net stable funding ratio - NSFR*)¹⁰⁹, jest wciąż na etapie wdrażania w Unii Europejskiej i wskaźniki te są dostępne jedynie w przypadku banków, które są na zaawansowanym etapie jej implementacji.

Po analizie dostępności poszczególnych wskaźników przygotowano następujący zestaw potencjalnych determinant efektywności:

- wskaźniki opisujące ogólną rentowność banku: a) wskaźnik rentowności aktywów (*Return on Assets – ROA*) mierzony jako iloraz zysków netto i aktywów ogółem, b) wskaźnik rentowności kapitału własnego (*Return on Equity – ROE*) mierzony jako iloraz zysków netto i wielkości kapitału własnego oraz c) iloraz zysków zatrzymanych i kapitału własnego;
- wskaźnik kapitału własnego odzwierciedlający strukturę kapitałową banku wyrażony jako iloraz kapitału własnego i aktywów ogółem;
- wskaźnik prezentujący ogólną sprawność banku w działalności kredytowej obliczony jako iloraz wielkości udzielonych kredytów i posiadanych depozytów;
- wskaźnik wskazujący poziom ryzyka kredytowego banku wyrażony jako udział „złych” kredytów w wielkości kredytów ogółem¹¹⁰.

Wszystkie wskaźniki zostały pozyskane z bazy Orbis BankFocus lub też policzone na podstawie dostępnych tam danych ze sprawozdań finansowych.

3.4. Jakość portfela kredytowego banków

W niniejszej pracy jako jeden z głównych komponentów produktu (zmiennej objaśnianej) przyjmuje się wartość kredytów brutto (stanowią one przeciętnie 72% całego produktu banku), tj. uwzględniając wartość „złych” kredytów (wierzycelności u klientów-bankrutów). Jak zostało wspomniane w podrozdziale 1.3., dostępność kredytów może pozytywnie wpływać na rozwój gospodarczy, jednakże zbyt agresywna polityka kredytowa banku może doprowadzić w skrajnych przypadkach do kryzysów gospodarczych,

¹⁰⁹ E. Dziwok, *Metody pomiaru ryzyka płynności w banku komercyjnym*, „Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 238/2015, s. 7-14.

¹¹⁰ Zagadnienie powiązania efektywności banku z jego ogólnym poziomem ryzyka jest rozważane m.in. w pracy F. Fiordelisi, D. Marques-Ibanez, P. Molyneux, *Efficiency and Risk in European Banking*, *European Central Bank*, „Macprudential Research Network, Working Paper Series” nr 1211/2010.

jak to miało miejsce w trakcie kryzysu finansowego w 2008 roku¹¹¹. Zatem zasadnym było dokonanie pomiaru poziomu efektywności technicznej banku, uwzględniając jakość posiadanego portfela kredytowego. Zagadnienie zostało zrealizowane w niniejszej pracy dwutorowo. Po pierwsze, wskaźnik finansowy informujący o udziale „złych” kredytów całości portfela kredytowego był rozpatrywany jako jedna z potencjalnych determinant nieefektywności (por. podrozdział 3.3.3. niniejszej pracy). Drugim typem analizy, która została przeprowadzona, było oszacowanie wybranych form, funkcyjnych wykorzystując produkt brutto pomniejszony o wielkość kredytów udzielonych klientom, którzy zbankrutowali. Aby zrealizować drugi cel, niezbędnym było sprawdzenie czy OrbisBank Focus udostępnia kompletne i porównywalne pomiędzy krajami informacje na ten temat. Jak zostało przedstawione w podrozdziale 3.3.3., w przypadku większości wskaźników związanych z rekomendacją bazylejską, która uwzględnia m.in. ryzyko kredytowe¹¹², dostępne dane nie były kompletne. Konieczność klasyfikacji kredytów, w przypadku których istotnie wzrosło ryzyko kredytowe (*stage 2 loans*) wprowadzone w ramach Międzynarodowych Standardów Sprawozdawczości Finansowej 9, niesie bardzo cenną informację na temat jakości portfela kredytowego banku¹¹³. Jednakże wspomniana regulacja weszła w życie dopiero w 2018 roku, tak więc dostępność informacji o kredytach, w przypadku których wzrosło ryzyko kredytowe z przyczyn obiektywnych, nie była wystarczająco dostępna, aby przeprowadzić pełną analizę. Jedynymi wskaźnikami niosącymi informacje o jakości portfela kredytowego i będącymi dostępnymi w bazie danych, były: a) wielkość rezerw celowych banku na rzecz spodziewanych strat na udzielonych kredytach oraz b) wielkość „złych” kredytów w portfelu kredytowym. Pierwsza kategoria była preferowana, ponieważ uwzględnia ona „oczekiwane” ryzyko kredytowe (straty) powiązane nie tylko z istnieniem „złych” kredytów w portfelu kredytowym banku, ale również potencjalne straty w kredytach zagrożonych, w przypadku których obniżyła się wiarygodność kredytobiorcy. Jednakże wykorzystana próba badawcza ma charakter międzynarodowy, a sposób naliczania rezerw nie jest jednolity we wszystkich krajach¹¹⁴. W konsekwencji wielkość rezerw uwzględniała nie tylko obiektywną jakość portfela kredytowego, lecz również uregulowania prawne dotyczące zarządzania ryzykiem. W konsekwencji zdecydowano się wykorzystać wielkość „złych” kredytów jako substytutu

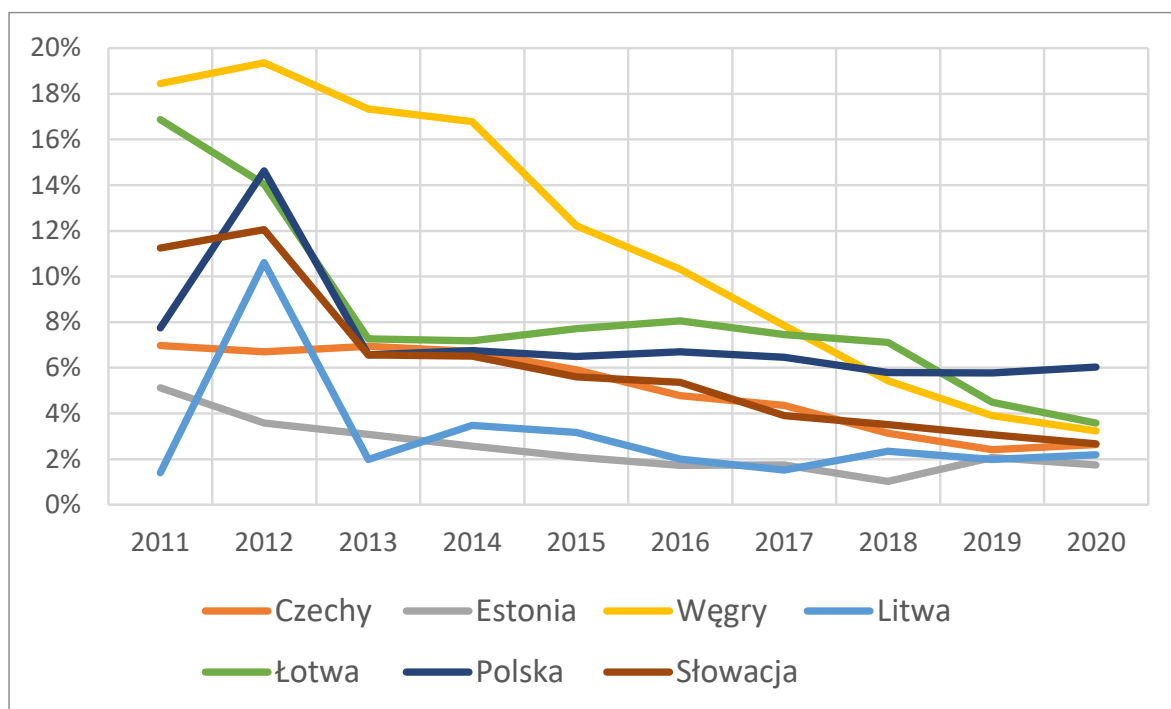
¹¹¹ Por. M. Folwarski, *Wpływ kredytów...*, art. cyt., s. 5-14.

¹¹² Por. J. Hull, *Zarządzanie ryzykiem...*, dz. cyt., s.395-405.

¹¹³ K. Barczyk, *Determinanty klasyfikacji ...*, art. cyt., s. 7-18.

¹¹⁴ European Banking Authorities, *EBA report on the dynamics and drivers of non-performing exposures in the EU banking sector*, 2016, p. 89.

dla ogólnej jakości portfela kredytowego. Odjęcie „złych” kredytów od wielkości kredytów brutto gwarantuje, że wielkość produktu banku nie będzie zawyżana poprzez zbyt agresywną politykę kredytową. Dla rozróżnienia, ten drugi pomiar „produktu bankowego” będzie określany jako „produkt netto”, podczas gdy wartość kredytów bez tej korekty to „produkt brutto”. Poniższy wykres (Rys. 3.5) prezentuje zmianę w czasie udziału złych kredytów na krajowych rynkach finansowych w przypadku badanych banków.



Rys. 3.5 Udział złych kredytów na rynkach poszczególnych krajów – zmiany w czasie¹¹⁵.

W badanym okresie można zauważyć wyraźny trend malejący, tj. jakość portfeli kredytowych banków wyraźnie się poprawiała. W latach 2011 i 2012 udział złych kredytów wynosił przeciętnie 11% (najwyższym 18% wskaźnikiem charakteryzowały się Węgry). Jednakże w 2020 roku odsetek ten spadł do poziomu około 3%. Najwyższym wskaźnikiem w 2020 roku odznaczała się Polska (6%). W tym też roku wartości tego wskaźnika były relatywnie zbliżone pomiędzy poszczególnymi krajami.

3.5. Charakterystyki danych – statystyki opisowe

W niniejszym podrozdziale zaprezentowano podstawowe statystyki opisowe dla zbioru danych, który został wykorzystany do szacowania granicznej funkcji produkcji. Ze względu na ich różnorodny charakter, oddzielnie zostały zaprezentowane wielkości

¹¹⁵ Źródło: opracowanie własne.

wykorzystane bezpośrednio do konstrukcji funkcji produkcji (produkt oraz nakłady) oraz dane o zmiennych, które były rozpatrywane jako potencjalne determinanty nieefektywności.

3.5.1. Produkty i nakłady wykorzystane do modelowania funkcji produkcji

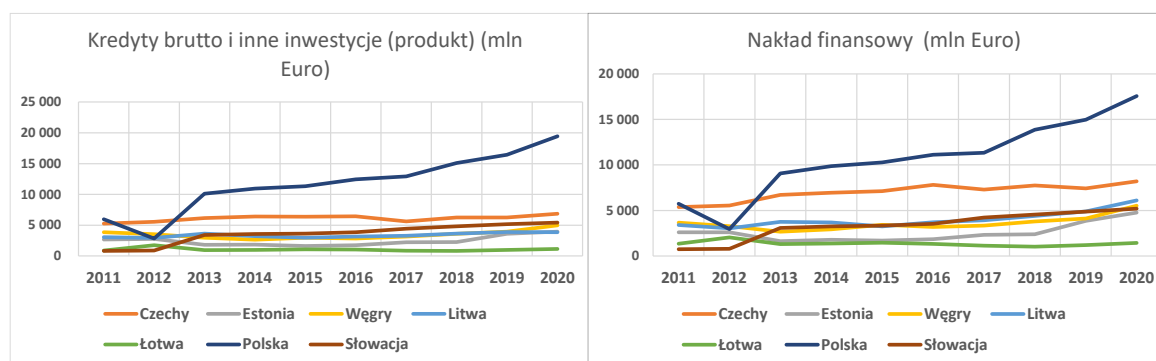
Poniższa tabela przedstawia podstawowe statystyki opisowe obliczone dla czynników produkcji. Dodatkowo zaprezentowano informacje o przeciętnej wielkości aktywów ogółem jako substytut nakładu pracy¹¹⁶. Statystyki te obliczone na poziomie poszczególnych krajów są zaprezentowane w Załączniku. Wszystkie wartości, z wyjątkiem nakładu pracy, są wyrażone w milionach euro.

Tabela 3-3 Charakterystyki opisowe dla zmiennych z lat 2011-2020.

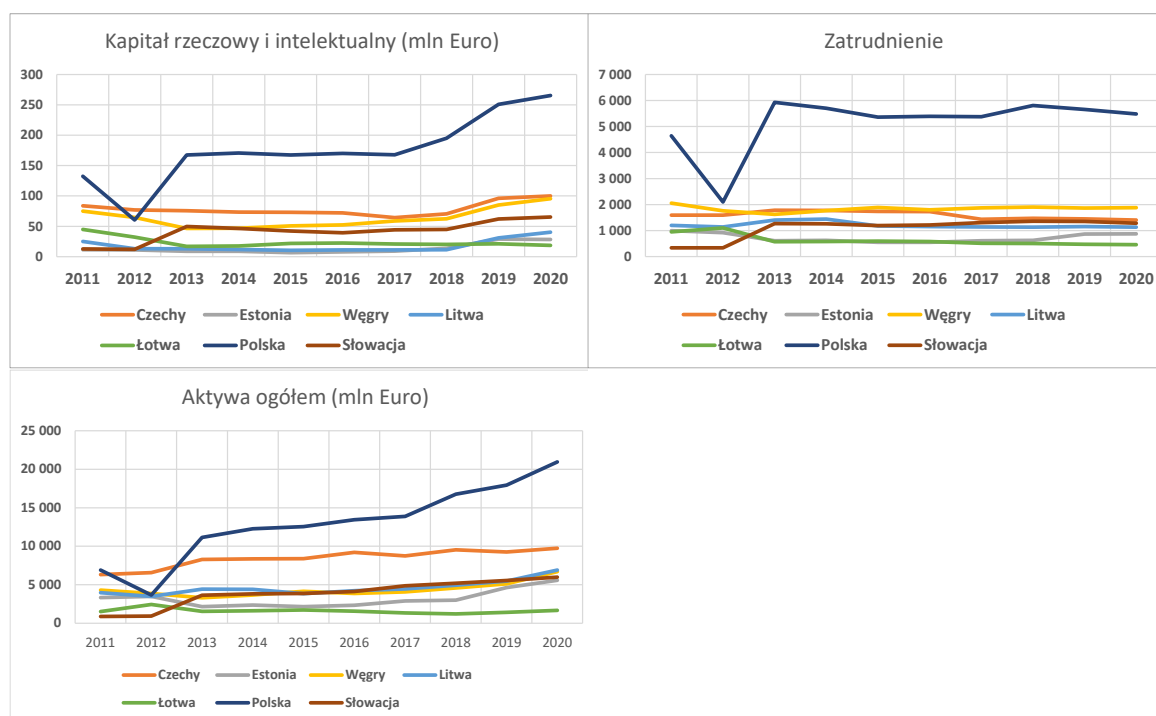
Zmienna	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	25' percentyl	50' percentyl	75' percentyl	Max
Produkt brutto	5 705	8 880	16	558	2 501	6 217	70 421
Nakład finansowy	5 748	8 473	10	584	2 950	6 556	62 968
Nakład rzeczowy i intelektualny	79	160	0	6	21	71	1 187
Nakład pracy	2 193	3 812	6	202	682	2 752	29 685
Aktywa ogółem	6925	10 392	36	690	3 341	7 752	74 812

Źródło: opracowanie własne.

Przeciętnie bank w badanym okresie udzielił 5,7 mld euro kredytów, angażując 5,7 mld euro posiadanych depozytów i pożyczek oraz kapitał rzeczowy i intelektualny o wartości 79 mln euro. W tymże okresie bank przeciętnie zatrudniał prawie 7 tysięcy pracowników. Należy podkreślić, że dane w próbie są bardzo zróżnicowane. Prosta miara zmienności liczona jako iloraz odchylenia standardowego i wartości średniej z próby dla wszystkich zmiennych wynosiła ponad 100%. Dynamika zmian w czasie zmiennych na poziomie poszczególnych krajów jest zaprezentowana na wykresach poniżej.



¹¹⁶ Pełna dyskusja na ten temat jest zaprezentowana w rozdziale 3.2.1.



Rys. 3.6 Dynamika zmian zaangażowania czynników produkcji¹¹⁷.

Polska charakteryzowała się największym sektorem bankowym spośród wszystkich krajów, które wchodziły w skład próby badawczej. Wszystkie zmienne (z wyjątkiem zatrudnienia) odznaczały się dynamicznym trendem wzrostowym w prawie całym badanym okresie. W przypadku pozostałych krajów wartość przeciętna wszystkich rozważanych zmiennych była relatywnie stała w czasie. Jedynie w przypadku nakładu finansowego można zauważyć nieznaczny trend wzrostowy dla wszystkich krajów z wyjątkiem Łotwy, dla której nie było istotnych wahań w całym badanym okresie.

3.5.2. Środowisko makroekonomiczne i rynkowe

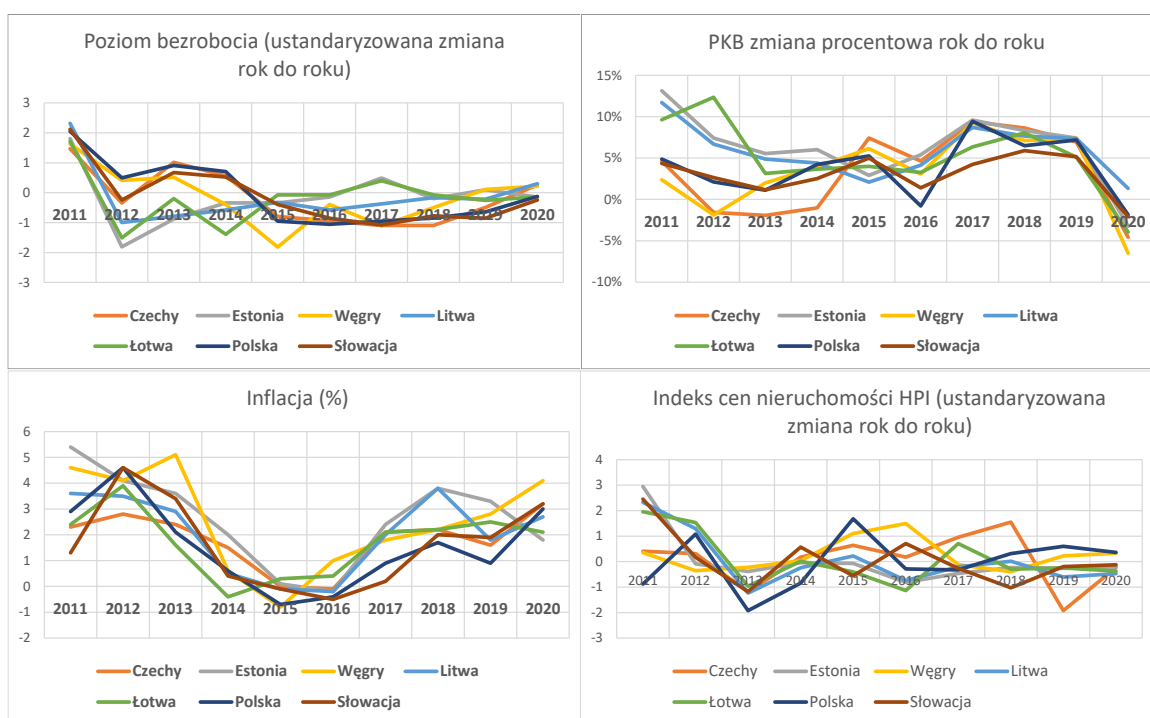
Cały badany okres (lata 2011-2020) charakteryzował się relatywnie korzystnymi warunkami ekonomicznymi. W przypadku wszystkich krajów mieliśmy do czynienia z dynamicznym spadkiem poziomu bezrobocia oraz relatywnie stabilnym wzrostem PKB. Mimo dużej dynamiki zmian w poziomie inflacji w badanym okresie, to pozostawała ona na relatywnie niskim poziomie – średnia wartość dla wszystkich krajów wchodzących w skład próby badawczej wynosiła około 3%. Stabilny rozwój gospodarczy wynikał między innymi z bardzo niskich stóp procentowych banków centralnych. Po okresie wysokich stóp procentowych w latach 2011-2013, gdzie przeciętna stopa referencyjna wynosiła powyżej 2%, jej wartość spadła do około 1% w latach do 2020 roku. Tak prowadzona polityka

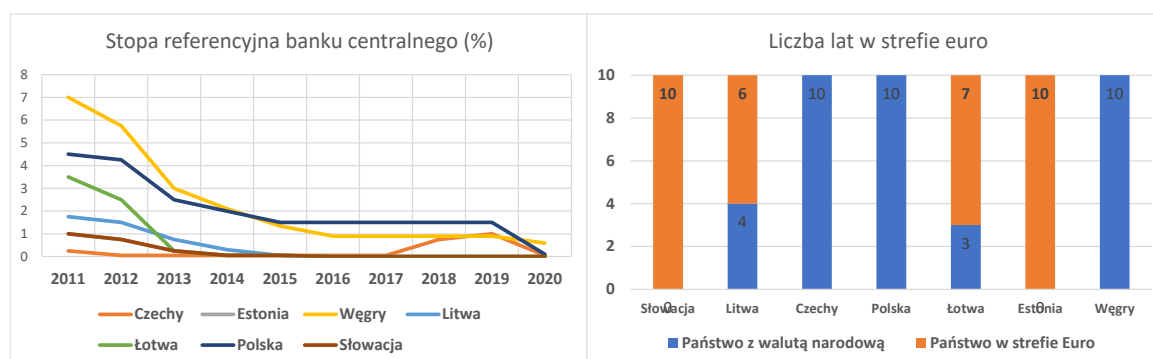
¹¹⁷ Źródło: opracowanie własne.

monetarna skutkowała również dynamicznym wzrostem cen nieruchomości w całym badanym okresie.

Od początku analizowanego okresu (2011) dwa państwa należały do strefy Euro (Słowacja i Estonia), natomiast dwa kolejne państwa przyjęły wspólną walutę w późniejszych latach (Łotwa – 2014 rok, Litwa – 2015).

Graficzna reprezentacja wszystkich omówionych zmiennych makroekonomicznych jest zaprezentowana poniżej. Mimo że w trakcie modelowania rozważa się różne transformacje tych samych zmiennych, to na potrzeby prezentacji i omówienia danych wybrano po jednym wariantcie (transformacji lub w poziomach) dla każdej zmiennej. Transformacje te zmieniają sposób wyrażania dynamiki (np. zmiana wyrażona w procentach), ale jakościowo niosą one te same informacje na temat sytuacji makroekonomicznej. Z tego samego powodu zaprezentowano jedynie zagregowany poziom PKB, bez oddzielnej prezentacji PKB per capita.



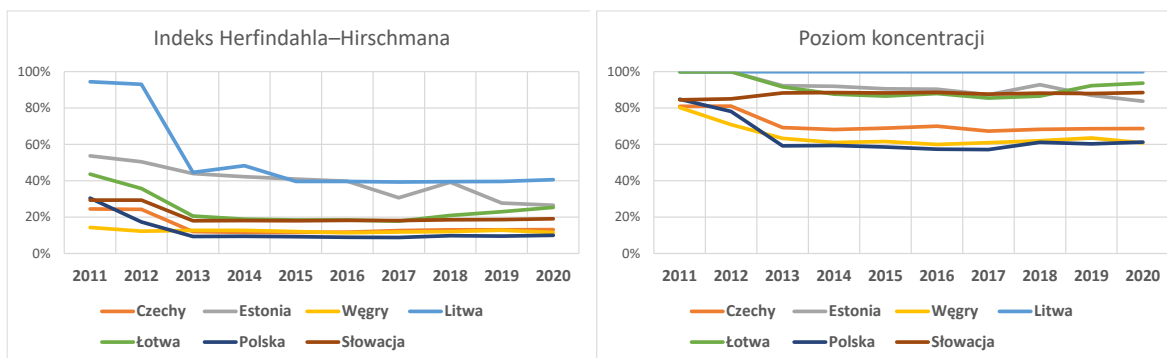


Rys. 3.7 Zmienne makroekonomiczne wykorzystane w procesie modelowania – graficzna reprezentacja danych¹¹⁸.

W całym badanym okresie poziom koncentracji (mierzony dwoma wskaźnikami) na rynkach bankowych w poszczególnych krajach kształtował się na relatywnie stabilnym poziomie. Najbardziej konkurencyjnym rynkiem była Polska i Węgry – współczynnik HHI dla tych krajów wynosił przeciętnie 12% i pięć największych banków zarządzało przeciętnie 64 procentami aktywów na rynku. Mimo że oszacowane metryki zdają się wskazywać na silne skoncentrowanie kapitału w tych krajach, to jednak rynki te są o wiele bardziej zróżnicowane w porównaniu do innych analizowanych krajów. Obserwacja ta jest adekwatna zwłaszcza w porównaniu do Estonii i Łotwy, które były reprezentowane przez mniej jak dziesięć banków w całym badanym okresie. Ze względu na relatywnie małą liczbę banków komercyjnych działających w tych krajach, charakteryzowały się one największym poziomem skoncentrowania kapitału. W tych dwóch przypadkach indeks HHI wynosił powyżej 40%. W Estonii ponad 92% aktywów należało do trzech największych banków. Natomiast w przypadku Litwy współczynnik koncentracji wynosił 100%, ponieważ w badanym okresie rynek ten jest reprezentowany przez mniej niż pięć banków (maksymalnie były to cztery banki w latach 2015-2020)¹¹⁹.

¹¹⁸ Źródło: opracowanie własne.

¹¹⁹ Sposób obliczenia poziomu koncentracji jest przedstawiony w rozdziale 3.3.2. niniejszej pracy.

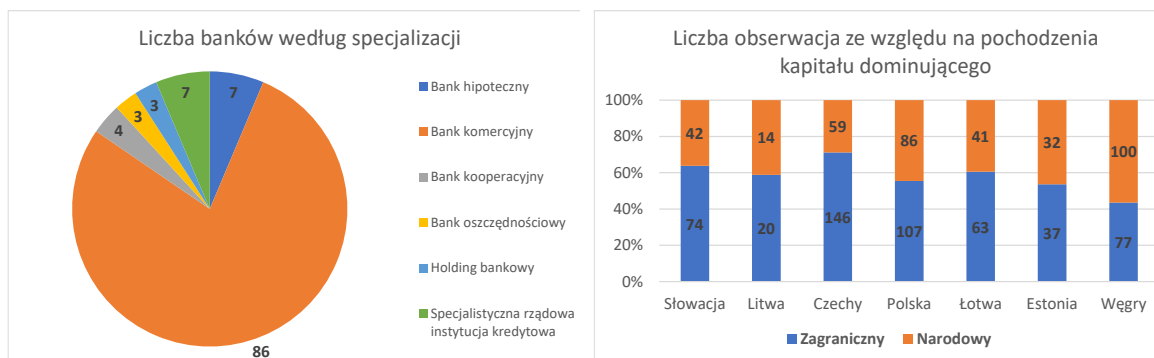


Rys. 3.8 Struktura rynków badanych krajów¹²⁰.

3.5.3. Zmienne charakteryzujące banki

Ze względu na profil działalności banków, były one kategoryzowane w bazie Orbis BankFocus do jednej z sześciu grup. Dominującą kategorią w wykorzystanej próbie badawczej były banki „komercyjne”, których jest 86 (78% wszystkich badanych). Udziały w próbie pozostałych specjalizacji, tj. banki oszczędnościowe, specjalistyczne rządowe instytucje kredytowe, banki kooperacyjne, holdingi bankowe oraz banki hipoteczne, były relatywnie niskie i na zbliżonym poziomie, rzędu od trzech do sześciu procent, co można zauważyć na wykresie poniżej.

W przypadku poziomu penetracji kapitału zagranicznego (mierzonego liczbą podmiotów należących do banków zagranicznych) na rynkach bankowych w poszczególnych krajach należy zwrócić uwagę, że z wyjątkiem Węgry we wszystkich krajach dominowały banki z kapitałem zagranicznym. Poniższy wykres prezentuje strukturę rynków ze względu na pochodzenie kapitału dominującego banków.



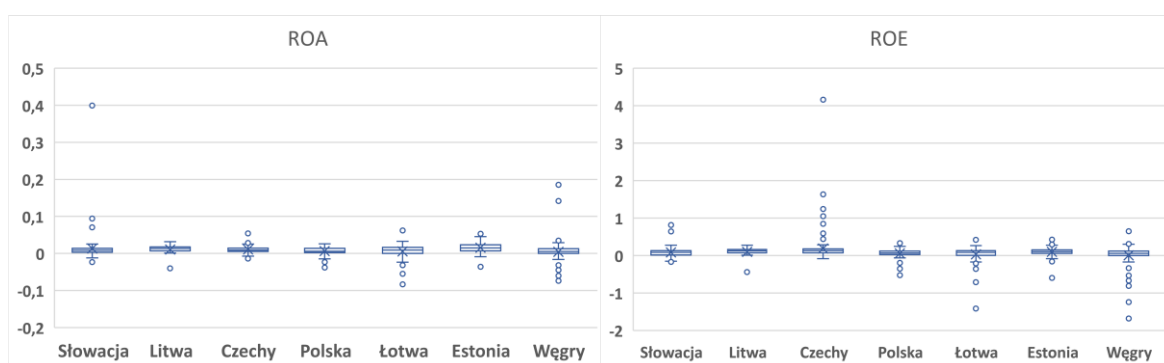
Rys. 3.9 Specjalizacje i pochodzenie kapitału dominującego badanych banków¹²¹.

Wszystkie banki charakteryzowały się relatywnie podobnym poziomem rentowności mierzonym poprzez wskaźniki rentowności aktywów (*ROA*) i kapitału własnego (*ROE*). Zdecydowanie większe zróżnicowanie można było dopiero zauważyć, analizując

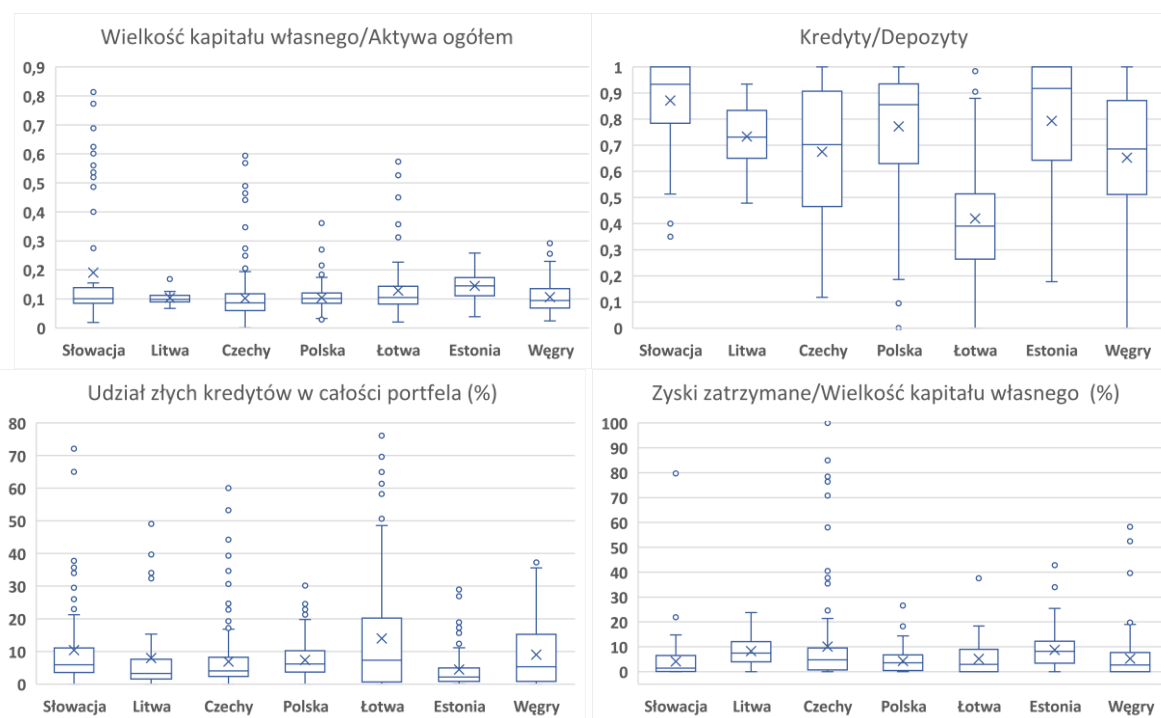
¹²⁰ Źródło: opracowanie własne.

¹²¹ Źródło: opracowanie własne.

zmodyfikowany wskaźnik ROE, uwzględniający wielkość wypłaconych dywidend i obliczony jako iloraz zysków zatrzymanych (zysk pomniejszony o wypłacone dywidendy) i kapitału własnego. Bank z posiadanych aktywów wypracował przeciętnie 0,86% zysku, który stanowił 8,26% (6,35% po uwzględnieniu wypłaconych dywidend) kapitału własnego. W przypadku pozostałych wskaźników finansowych, które były rozpatrywane jako potencjalne determinanty nieefektywności, można było zauważyć wyraźne zróżnicowanie zarówno pomiędzy sektorami bankowymi w poszczególnych krajach, jak również pomiędzy bankami konkurującymi na tym samym rynku. Przeciętnie 12% aktywów ogółem stanowił kapitał własny banku, a 8.5% portfela kredytowego banków stanowiły „złe” kredyty, tj. takie w przypadku których nastąpiło bankructwo klienta. Wskaźnik „złych” kredytów, który nominalnie przyjmuje wartości z przedziału [0;1], był bardzo zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi obserwacjami w próbie (iloraz odchylenia standardowego i wartości przeciętnej był większy od 100% co wskazuje na duże rozproszenie i występowanie obserwacji odstających). Z drugiej strony, różnica pomiędzy trzecim i pierwszym kwantylem (rozstęp międzykwantylowy) wynosiła 8 punktów procentowych. Tak więc mimo dużej liczby obserwacji odstających, to faktyczne zróżnicowanie w poziomie ryzyka kredytowego, na które wystawione były banki, było na relatywnie porównywalnym poziomie. Zjawisko to można również zauważyć na wykresie pudełkowym prezentowanym poniżej. Mediana tego wskaźnika wynosi 4,98%. W przypadku ilorazu posiadanych kredytów brutto i depozytów, który może w uproszczeniu nieść wstępną informację o skali efektywności technicznej banków, przeciętna wartość tego wskaźnika wynosiła 70%, natomiast mediana – 76%¹²².



¹²² Wartość tego wskaźnika finansowego okazała się *ex post* być bardzo bliska przeciętnemu poziomowi efektywności technicznej obliczonej przez banki w próbie w ramach stochastycznych modeli granicznych, zob. podrozdział 5.3.).



Rys. 3.10 Zmienne charakteryzujące badane banki¹²³.

¹²³ Źródło: opracowanie własne.

4. Elementy klasycznego modelowania zależności w ramach mikroekonomicznej funkcji produkcji

4.1. Stochastyczne modele graniczne – budowa i własności w kontekście różnych rozkładów prawdopodobieństwa dla nieefektywności

Koncepcja pomiaru efektywności technicznej lub szerzej efektywności ekonomicznej (kosztowej) została pierwotnie wprowadzona przez Farrella (1957)¹²⁴. Jednakże sformalizowana metodyka badań empirycznych z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych, która jest obecnie powszechnie stosowana, została zaproponowana 20 lat później równocześnie w pracach Aigner, Lovell i Schmidt (1977)¹²⁵ oraz Meeusen i van den Broeck (1977)¹²⁶ i była dalej rozwijana w pracach innych badaczy¹²⁷. Zgodnie z propozycją tych autorów, efektywność techniczna (kosztowa) jest modelowana przy pomocy jednego równania, które opisuje mikroekonomiczną funkcję produkcji (lub kosztów) określonej dla logarytmów wielkości produktu (kosztu) i nakładów czynników produkcji (cen dla funkcji kosztu) oraz dwóch składników losowych. Jeden ze składników losowych jest symetryczny względem zera i odzwierciedla efekt czynników losowych oraz błędu pomiaru, a drugi jest asymetryczny, nieujemny i ma na celu uchwycić potencjalną nieefektywność procesu produkcji. Zatem dla funkcji produkcji w przypadku danych przekrojowo-czasowych stochastyczny model graniczny dla i -tego banku ($i=1, \dots, N$) w okresie t ($t=1, \dots, T$) można zapisać w następujący sposób:

$$y_{i,t} = h(x_{i,t}; \beta) + v_{i,t} - u_{i,t} \quad (3.)$$

gdzie $y_{i,t}$ oznacza logarytm naturalny wielkości produkcji (jednego produktu lub agregatu produktów), h jest funkcją produkcji o określonej (ustalanej) postaci, $x_{i,t}$ jest wektorem zawierającym logarytmy nakładów, β jest wektorem k parametrów podlegających oszacowaniu, $v_{i,t}$ jest błędem losowym o rozkładzie normalnym z średnią 0 i stałą wariancją, tj. $v_{i,t} \sim N(0, \sigma_v^2)$, natomiast $u_{i,t}$ jest nieujemną zmienną losową reprezentującą

¹²⁴ M. Farrell, *The measurement...*, art. cyt., s. 253–281.

¹²⁵ D. Aigner, C. Lovell, P. Schmidt, *Formulation and Estimation...*, art. cyt., s. 21-37.

¹²⁶ W. Meeusen, J. Van Den Broeck, *Efficiency Estimation...*, art. cyt., s. 435-444.

¹²⁷ Np. W. Greene, *Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions*, „Journal of Econometrics” nr 13/1980, s. 27-56; R. Stevenson, *Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation*, „Journal of Econometrics” nr 13/1980, s. 57-66; M. Pitt, L. Lee, *The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry*, „Journal of Development Economics” nr 9/1981, s. 43-64; J. Jondrow, C. Lovell, I. Materov, P. Schmidt, *On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model*, „Journal of Econometrics” nr 19/1982, s. 233-238; lub P. Schmidt, R. Sickles, *Production frontiers and panel data*, „Journal of Business and Economic Statistics” nr 2/1984, s. 367-374.

nieefektywność¹²⁸. Składniki $v_{i,t}$ i $u_{i,t}$ są niezależnymi względem siebie zmiennymi losowymi. Pomiar uzyskanej wielkości produkcji jest na skali logarytmicznej, więc efektywność techniczna i -tego banku w okresie t jest liczona jako:

$$TE_{i,t} = \exp(-u_{i,t}) \quad (4.)$$

W praktyce w celu oszacowania miernika efektywności za wartość zmiennej ukrytej $u_{i,t}$ przyjmuje się często – w standardowym podejściu – wartość oczekiwaną tej zmiennej w rozkładzie warunkowym względem tzw. reszt $e_{i,t} = y_{i,t} - h(x_{i,t}; \hat{\beta})$.

W przypadku postaci funkcji $h(x_{i,t}; \beta)$, najbardziej podstawową funkcją produkcji jest funkcja typu Cobba i Douglasa (C-D)¹²⁹, która po transformacji logarytmicznej przyjmuje postać:

$$h(x_{i,t}, \alpha) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^J \alpha_j \cdot x_{i,t,j} \cdot \quad (5.)$$

Funkcja ta ze względu na liczbę parametrów równą liczbie nakładów, pominiawszy wyraz wolny, jest uproszczonym opisem procesu produkcji. Zakłada ona, że m.in. ich elastyczności względem nakładów są identyczne dla wszystkich obserwacji w próbie. Ta sama konkluzja dotyczy efektu skali, który dla wszystkich obserwacji w próbie wynosi $\sum_{j=1}^J \alpha_j$. Ponadto nie uwzględnia ona wpływu wzajemnych relacji poszczególnych nakładów na końcowy proces produkcji, tj. wpływ zmian w poziomie wartości jednego nakładu na proces produkcji jest całkowicie niezależny od wielkości innego nakładu.

Rozwinięciem funkcji typu Cobba i Douglasa jest funkcja translogarytmiczna, zaproponowana pierwotnie w pracy Christensen, Jorgenson i Lau (1973)¹³⁰. Można ją uzyskać, modyfikując funkcję C-D poprzez uzależnienie elastyczności od poszczególnych nakładów¹³¹. Po przyjęciu, że $\alpha_j = \delta_0 + \sum_{j=1}^J \delta_j \cdot x_{i,t,j}$ i wprowadzeniu tego rozwinięcia do równania 5. i zmianie parametryzacji funkcja translogarytmiczna przyjmuje następującą postać:

$$h(x_{i,t}, \beta) = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j \cdot x_{i,t,j} + \sum_{j=1}^J \sum_{g \geq j}^J \beta_{j,g} \cdot x_{i,t,j} \cdot x_{i,t,g} \quad (6.)$$

¹²⁸ W przypadku funkcji kosztu $u_{i,t}$ wchodzi do równania ze znakiem dodatnim.

¹²⁹ H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni...*, dz. cyt., s.91-93 i 340-341.

¹³⁰ L. Christensen, D. Jorgenson, L. Lau, *Transcendental logarithmic production frontiers*, „Review of Economics and Statistics” nr 55/1973, s. 28-45.

¹³¹ Por. J. Marzec, A. Pisulewski, *Pomiar efektywności zróżnicowanych technologicznie gospodarstw rolnych w Unii Europejskiej*, „Gospodarka Narodowa” nr 3/2020, s. 111-137.

Funkcja ta, w przeciwieństwie do funkcji C-D, umożliwia zróżnicowanie poziomu elastyczności względem nakładów oraz efektu skali. Ponadto uwzględnia wzajemne relacje pomiędzy poszczególnymi nakładami, tj. zmiana wartości jednego z nakładów wpływa na udział w procesie produkcji innego nakładu. Przykładowo, jeśli rozważa się trzy czynniki produkcji ($j=1, 2, 3$), otrzymujemy następujące równanie:

$$h(x_{i,t}, \beta) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{i,t,1} + \beta_2 \cdot x_{i,t,2} + \beta_3 \cdot x_{i,t,3} + \beta_4 \cdot x_{i,t,1}^2 + \beta_5 \cdot x_{i,t,2}^2 + \beta_6 \cdot x_{i,t,3}^2 + \beta_7 \cdot x_{i,t,1} \cdot x_{i,t,2} + \beta_8 \cdot x_{i,t,1} \cdot x_{i,t,3} + \beta_9 \cdot x_{i,t,2} \cdot x_{i,t,3} \quad (7.)$$

Elastyczność produkcji względem, np. nakładu numer 1 jest wyrażona formułą:

$$\frac{\partial h(x_{i,t}, \beta)}{\partial x_{i,t,1}} = \beta_1 + 2 \cdot \beta_4 \cdot x_{i,t,1} + \beta_7 \cdot x_{i,t,2} + \beta_8 \cdot x_{i,t,3} \quad (8.)$$

Biorąc pod uwagę lepsze własności aproksymacyjne funkcji translogarytmicznej, jest ona często wykorzystywana w badaniach empirycznych z zakresu analizy efektywności¹³². W celu otrzymanie bezpośredniej interpretacji parametrów β_j można zastosować dodatkową transformację nakładów zmiennych: $x_{i,t,j} = \frac{z_{i,t,j}}{\bar{z}_j}$, gdzie $z_{i,t,j}$ jest wartością j -tego nakładu w przypadku i -tego banku w okresie t , a \bar{z}_j jest średnią wartością nakładu j wszystkich obserwacji ($N \cdot T$). W konsekwencji oszacowany parametr β_j (dla $j=1, 2, 3$) jest bezpośrednio interpretowalny jako elastyczność funkcji produkcji względem wybranego j -tego czynnika (analogicznie jak w przypadku funkcji Cobba i Douglasa) oszacowanego dla przeciętnej obserwacji w próbie, tj. obserwacji, dla której wartości poszczególnych nakładów są równe średniej geometrycznej z wszystkich obserwacji w próbie.

W literaturze rozważa się wiele różnych rozkładów prawdopodobieństwa dla nieefektywności. W niniejszej pracy doktorskiej analizuje się siedem różnych przypadków modeli.

W pracy G.E. Battese i T.J. Coelli (1992)¹³³ dla danych przekrojowo-czasowych zaproponowano, aby nieefektywność zmieniała się w czasie w sposób systematyczny wg następującej formuły:

$$u_{i,t} = f(t) \cdot u_i = \exp[-\eta(t - T)] \cdot u_i \quad (9.)$$

¹³² Porównaj m.in. J. Osiewalski, J. Marzec, *Bayesowska analiza efektywności kosztowej oddziałów banku: założenia i wyniki* [w:] M. Cieślak i D. Kwiatkowskiej-Ciotuchy (red.) *Prognozowanie w zarządzaniu firmą (materiały konferencyjne)*, Prace Naukowe AE we Wrocławiu nr 808/1998, s.24-33; M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89.; Y. Fang, I. Hasan, K. Marton, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 3-39.; A. Andries, *The Determinants...*, art. cyt., s. 38-59; J. Skrzypek, M. Trojak, *Pomiar efektywności...*, art. cyt., s. 201-216 lub S. Kozak, A. Wierzbowska, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 77-89.

¹³³ G. Battese, T. Coelli, *Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India*, „Journal of Productivity Analysis” nr 3/1992, s. 153-169.

gdzie składniki u_i są traktowane jako nieefektywności swoiste dla banków, podobnie jak losowe efekty indywidualne w modelu regresji panelowej z tą różnicą, że te pierwsze przyjmują wartości nieujemne. Autorzy ci zaproponowali dla każdego u_i rozkład normalny $N(\mu, \sigma_u^2)$, który podlega ucięciu w zerze, aby spełniony był warunek $u_i \geq 0$. Ponadto u_i są niezależne pomiędzy obserwacjami. Natomiast η jest nieznanym, dodatkowym parametrem podlegającym oszacowaniu i odpowiadającym za kierunek zmiany efektywności w czasie, który jest wspólny dla wszystkich obserwacji w próbie. Jeżeli $\eta > 0$, to efektywność każdej obserwacji rośnie w kolejnych okresach, natomiast gdy $\eta < 0$, to efektywność maleje. Szczególny przypadek, gdy $\eta = 0$, oznacza, że efektywność jest stała we wszystkich badanych okresach. Jeżeli w rozkładzie definiującym nieefektywność przyjmie się, że wartość oczekiwana rozkładu bazowego jest równa zero (tj. $\mu = 0$), to wtedy nieefektywność ma rozkład tzw. półnormalny (*half-normal distribution*), $u_{i,t} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$, natomiast jeżeli ta wartość oczekiwana jest dowolna (w praktyce różna od zera), to rozkład ten jest określany jako ucięty rozkład normalny (*truncated normal distribution*), $u_{i,t} \sim N^+(\mu, \sigma_u^2)$.

W innej pracy¹³⁴ ci sami autorzy zaproponowali, aby powiązać parametr położenia rozkładu normalnego uciętego (μ) z wartościami dodatkowych zmiennych objaśniających (tzw. determinantami nieefektywności), które pomogą wyjaśniać zróżnicowanie poziomów nieefektywności pomiędzy obiektami lub w czasie. Zatem w przypadku tego uogólnienia przyjmuje się:

$$u_{i,t} = N^+(\mu_{i,t}, \sigma_u^2), \text{ gdzie } \mu_{i,t} = \delta_0 + \sum_{k=1}^K z_{i,t,k} \cdot \delta_k \quad (10.)$$

gdzie $z_{i,t,k}$ oznacza determinantę nieefektywności (dla $k=0, \dots, K$), a δ_k są dodatkowymi parametrami podlegającymi oszacowaniu, oczywiście $k=0$ oznacza występowanie wyrazu wolnego. W celu uzyskania prostszych modeli (tzn. z rozkładem normalnym uciętym i półnormalnym) narzuca się restrykcje $\delta_k = 0$ dla $k=1, \dots, K$ i dodatkowo $\delta_0 = 0$. Szczegółowa definicja wszystkich rozważanych modeli z tej klasy jest przedstawiona w poniższej tabeli.

¹³⁴ G. Battese, T. Coelli, *A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data*, „Empirical Economics” nr 20/1995, s. 325-332.

Tabela 4-1 Specyfikacja rozważanych modeli ze względu na założenia dotyczące $u_{i,t}$.

Numer modelu	Założenia	Interpretacja
1.	$u_i = N^+(0, \sigma_u^2)$	Nieefektywność stała w czasie (efekt indywidualny), rozkład półnormalny.
2.	$u_i = N^+(\mu, \sigma_u^2)$	Nieefektywność stała w czasie (efekt indywidualny), ucięty rozkład normalny.
3.	$u_{i,t} = f(t) \cdot u_i = \exp[-\eta(t - T)] \cdot u_i$ gdzie: $u_i = N^+(0, \sigma_u^2)$	Nieefektywność zmienna deterministycznie po czasie, rozkład półnormalny.
4.	$u_{i,t} = f(t) \cdot u_i = \exp[-\eta(t - T)] \cdot u_i$ gdzie: $u_i = N^+(\mu, \sigma_u^2)$:	Nieefektywność zmienna deterministycznie po czasie, ucięty rozkład normalny.
5.	$u_{i,t} = N^+(0, \sigma_u^2)$	Nieefektywność zmienna swobodnie w czasie, rozkład półnormalny.
6.	$u_{i,t} = N^+(\mu, \sigma_u^2)$	Nieefektywność zmienna swobodnie w czasie, ucięty rozkład normalny.
7.	$u_{i,t} = N^+(\mu_{i,t}, \sigma_u^2)$ gdzie: $\mu_{i,t} = \delta_0 + \sum_{k=1}^K z_{i,t,k} \cdot \delta_k$	Nieefektywność zmienna po czasie, ucięty rozkład normalny, gdzie parametr położenia jest deterministyczną funkcją dodatkowych zmiennych.

Źródło: opracowanie własne.

Należy podkreślić, że modele 1.-4. przedstawiają relatywnie uproszczony sposób modelowania sprawności technicznej banków. W przypadku modeli 1. i 2. zakłada się, że poziom efektywności i -tego banku jest stały w całym badanym okresie, bo $u_{i,t} = u_i$ dla każdego i . Jest to bardzo silne założenie, ponieważ nie uwzględnia procesu uczenia w organizacji na podstawie wniosków z uzyskiwanych relacji nakład - efekt. Natomiast w przypadku modeli 3. i 4. we wszystkich bankach poziom nieefektywności zmienia się zgodnie z tym samym trendem wyrażonym poprzez wspólny parametr η ¹³⁵. Założenie to nie uwzględnia istnienia konkurencji i rywalizacji rynkowej pomiędzy poszczególnymi graczami jako „gry o sumie zero”. W przypadku modeli 5. i 6., będących uogólnieniem modeli 1. i 2., nieefektywność zmienia się swobodnie w czasie, tj. nie jest wykorzystywana struktura panelowa posiadanego zbioru, ponieważ każda obserwacja jest rozpatrywana niezależnie w modelu. Wyniki uzyskane na podstawie tych modeli stanowią przede wszystkim punkt odniesienia dla rezultatów uzyskanych na podstawie modelu 7., który

¹³⁵ W 2002 roku R. Cuesta zaproponował, aby różnicować siłę i kierunek trendu pomiędzy poszczególnymi przedsiębiorstwami w próbie por. R. Cuesta, *A Production Model With Firm-Specific Temporal Variation in Technical Inefficiency: With Application to Spanish Dairy Farms*, „Journal of Productivity Analysis” nr 13/2000, s. 139–158. Jednakże to rozwiązanie jedynie w minimalnym stopniu osłabia to założenie, ponieważ zakłada, że kierunek zmian nieefektywności w procesie produkcyjnym jest deterministyczny i nie zmienia się przez cały badany okres. W konsekwencji nie zdecydowano się na wykorzystanie tej specyfikacji w niniejszej pracy.

umożliwia uwzględnienie wpływu na efektywność banków czynników swoistych i zewnętrznych, które w różny sposób mogą oddziaływać na banki.

4.2. Estymacja parametrów stochastycznych modeli granicznych i wnioskowanie o wskaźniku efektywności

Obecnie w literaturze przedmiotu dominują dwa główne podejście do estymacji parametrów dla stochastycznych modeli granicznych: wykorzystanie Metody Największej Wiarygodności (MNW)¹³⁶ oraz zastosowanie estymacji bayesowskiej¹³⁷. Na potrzeby niniejszej pracy wykorzystano tę pierwszą metodę. W celu numerycznej realizacji estymacji parametrów powyższych modeli wykorzystano pakiet statystyczny R¹³⁸ i bibliotekę *frontier*¹³⁹. Szczegółowy opis pakietu jest zaprezentowany w pracy A. Henningsen i T. Czekał (2019)¹⁴⁰. Idea MNW sprowadza się od oszacowania parametrów, które zmaksymalizują łączną funkcję gęstości prawdopodobieństwa uzyskania wartości zmiennych objaśnianych stanowiących próbę badawczą. Przyjmuje się, że próba składa się z N obserwacji, które są realizacją niezależnych zmiennych losowych określonych przez ten sam rozkład prawdopodobieństwa. Dla tak zdefiniowanej próby funkcja wiarygodności jest iloczynem N funkcji gęstości dla każdej obserwacji, w której nieznanymi argumentami są parametry θ ¹⁴¹:

$$f(y; \theta) = \prod_{i=1}^N \prod_{t=1}^T f(y_{i,t}; \theta) \quad (11.)$$

gdzie y oznacza wektor realizacji zmiennych losowych $Y_{i,t}$, a θ jest wektorem nieznanych parametrów podlegających oszacowaniu. Biorąc pod uwagę, że proces estymacji ma na celu oszacowanie wektora θ na podstawie posiadanych danych, funkcję wiarygodności standardowo zapisuje się jako $L(\theta; y)$, aby ją odróżnić od funkcji gęstości $f(y; \theta)$. Następnie w celu uproszczenia i optymalizacji dalszych obliczeń numerycznych wykorzystuje się tzw. logarytm funkcji wiarygodności:

¹³⁶ Np. M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency...*, art. cyt., s. 67-89.; lub J. Skrzypek, M. Trojak, *Analiza porównawcza...*, art. cyt., s. 30-47.

¹³⁷ Np. J. Marzec, J. Osiewalski, *Bayesian inference on technology and cost efficiency of bank branches*, „Bank i Kredyt” nr 9/2008, s. 29–43; lub J.L. Gallizo, J. Moreno M. Salvador, *The Baltic banking...*, art. cyt., s. 1-24.

¹³⁸ R Core Team, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022, URL <https://www.R-project.org/>.

¹³⁹ T. Coelli, A. Henningsen, *frontier: Stochastic Frontier Analysis. R package version 1.1-8*, 2020. URL <https://CRAN.R-Project.org/package=frontier>.

¹⁴⁰ A. Henningsen, T. Czekał, *Introduction to Econometric Production Analysis with R (Fourth Draft Version)*, Department of Food and Resource Economics, University of Copenhagen, 2019.

¹⁴¹ W. Greene, *Econometric Analysis, Seventh Edition*, Pearson Education Limited, 2012, s.549.

$$\ln L(\theta; y) = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ln f(y_{i,t}; \theta) \quad (12.)$$

W przypadku stochastycznych modeli granicznych dla funkcji produkcji złożony składnik losowy $\varepsilon_{i,t}$ jest równy różnicy $v_{i,t}$ (błędu losowego o rozkładzie normalnym z średnią 0 i stałą wariancją) i $u_{i,t}$ (nieujemnej zmiennej losowej reprezentującej nieefektywność). W przypadku obu tych komponentów zakłada się, że są one niezależne od siebie. Zatem postać funkcji gęstości dla $y_{i,t}$ wynika z faktu, że $y_{i,t}$ jest sumą dwóch niezależnych zmiennych losowych, co następnie jest wykorzystywane na etapie konstrukcji logarytmu funkcji wiarygodności¹⁴².

4.2.1. Koncepcja estymacji parametrów modeli 5.-7. (analogiczna jak w przypadku danych przekrojowych)

Wykorzystywana próba badawcza ma charakter panelu niezbilansowanego. Jednakże w przypadku modeli o numerach od 5 do 7, w których nie występuje efekt indywidualny (u_i), dane te można traktować jak próba przekrojowa. Na gruncie modeli panelowych tego typu regresja jest określana jako *pooled regression*. Szczegółową kwestię estymacji MNW parametrów modelu 5. (nieefektywność zadana rozkładem półnormalnym) oraz modeli 6. i 7. (normalny ucięty) można sformułować odwołując się bezpośrednio do koncepcji modeli z tej klasy dla danych przekrojowych (zatem podwójne indeksy i oraz t przy zmiennych można by zastąpić pojedynczym).

We wszystkich modelach zakłócenia czysto losowe $v_{i,t}$ są określone przez ten sam rozkład normalny z nieznanym parametrem rozproszenia σ_v^2 , tj.¹⁴³

$$f(v_{i,t}) = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot \sigma_v^2)^{\frac{1}{2}}} \cdot \exp\left(\frac{-v_{i,t}^2}{2 \cdot \sigma_v^2}\right) \quad (13.)$$

W przypadku tych trzech modeli przyjmując, że $v_{i,t} = \varepsilon_{i,t} - u_{i,t}$ łączna funkcja gęstości dla $v_{i,t}$ i $u_{i,t}$ jest następująca¹⁴⁴:

$$f(u_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_u \cdot \sigma_v \cdot \Phi\left(\frac{\mu_{i,t}}{\sigma_u}\right)} \cdot \exp\left(-\frac{(u_{i,t} - \mu_{i,t})^2}{2 \cdot \sigma_u^2} - \frac{(\varepsilon_{i,t} + u_{i,t})^2}{2 \cdot \sigma_v^2}\right) \quad (14.)$$

¹⁴² S. Kumbhakar, C. Lovell, *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, 2000, s.75.

¹⁴³ Tamże.

¹⁴⁴ S. Kumbhakar, C. Lovell, *Stochastic Frontier...*, dz. cyt., s. 83-85.

gdzie σ_v i σ_u są parametrami rozproszenia odpowiednio składnika czysto losowego oraz nieefektywności, $\Phi()$ – dystrybuantą rozkładu standaryzowanej zmiennej o rozkładzie normalnej, $\varepsilon_{i,t}$ to równoważnie różnica pomiędzy zmienną objaśnianą $y_{i,t}$ i $x_{i,t} \cdot \beta$. Element $\mu_{i,t}$ określa położenie rozkładu opisującego nieefektywność. W przypadku modelu 7. $\mu_{i,t}$ jest funkcją liniową dodatkowych parametrów i determinant nieefektywności (w tym stałej), tj. $\mu_{i,t} = \delta_0 + \sum_{k=1}^K z_{i,t,k} \cdot \delta_k$, zob. równanie 10. Wtedy parametr położenia rozkładu dla $u_{i,t}$ jest swoisty dla każdej obserwacji. Natomiast narzucając odpowiednie zerowe restrykcje na parametry δ_k , gdy $\mu_{i,t} = \delta_0$, to otrzymuje się model 6. (nieefektywność określona przez rozkład normalny ucięty), a gdy $\mu_{i,t} = 0$ – model 5., w którym nieefektywność ma rozkład półnormalny¹⁴⁵. Także na potrzeby opisu metody warto zaprezentować jedynie wzory dla rozkładu normalnego-uciętego, ponieważ jest on najbardziej ogólny i poprzez narzucone restrykcje na parametry δ można go łatwo zaadoptować, aby uzyskać wyniki dla rozkładu półnormalnego.

Chcąc uzyskać funkcję gęstości rozkładu brzegowego względem zmiennej ukrytej, tj. nieefektywności dla obserwacji $y_{i,t}$, dokonuje się analitycznego całkowania względem $u_{i,t}$ (czyni się to poprzez odpowiednie przekształcenia), a w efekcie otrzymuje się funkcję wiarygodności postaci.

$$f(\varepsilon_{i,t}) = \int_0^{\infty} f(u_{i,t}, \varepsilon_{i,t}) du_{i,t} = \frac{1}{\sigma} \cdot \phi\left(\frac{\varepsilon_{i,t} + \mu_{i,t}}{\sigma}\right) \cdot \Phi\left(\frac{\mu_{i,t}}{\sigma \cdot \lambda} - \frac{\varepsilon_{i,t} \cdot \lambda}{\sigma}\right) \cdot \left[\Phi\left(\frac{\mu_{i,t}}{\sigma_u}\right)\right]^{-1} \quad (15.)$$

gdzie σ jest funkcją parametrów rozproszenia obu składników losowych, tj. $\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$, λ jest ich ilorazem ($\lambda = \sigma_u / \sigma_v$) a $\phi(.)$ jest funkcją gęstości rozkładu normalnego dla zmiennej standaryzowanej. Tak wyspecyfikowaną funkcję można wykorzystać do konstrukcji logarytmu funkcji wiarygodności, będącej sumą po obserwacjach indeksowanych przez i oraz t elementów $\ln(f(\varepsilon_{i,t}))$, a następnie wyznacza się estymator MNW, używając zaawansowanych metod numerycznych¹⁴⁶.

¹⁴⁵ Por. G. Battese, T. Coelli, *A model for technical inefficiency...*, art. cyt., s. 325-332.

¹⁴⁶ Pełna funkcja wiarygodności jest przedstawiona m.in. w pracy S. Kumbhakar, C. Lovell, *Stochastic Frontier...*, dz. cyt., s. 85, wzór 3.2.48.

Jak zostało wspomniane w poprzednim podrozdziale, miernik efektywności jest wyznaczany poprzez wartości oczekiwane przekształcenia wykładniczego nieefektywności w rozkładzie warunkowym względem składnika $\varepsilon_{i,t}$ ¹⁴⁷.

$$TE_{i,t} = E(\exp\{-u_{i,t}\}|\varepsilon_{i,t}) = \left[\frac{1 - \Phi(\sigma_* - a_{i,t})}{1 - \Phi(-a_{i,t})} \right] \cdot \exp(-\mu_{*,i,t} + \frac{1}{2}\sigma_*^2) \quad (16.)$$

gdzie $a_{i,t} = \frac{\mu_{*,i,t}}{\sigma_*}$, $\mu_{*,i,t} = \frac{(-\varepsilon_{i,t} \cdot \sigma_u^2 + \mu_{i,t} \cdot \sigma_v^2)}{\sigma^2}$ a $\sigma_*^2 = \sigma_u^2 \cdot \sigma_v^2 / \sigma^2$. W praktyce oszacowanie miernika efektywności wyznacza się poprzez zastąpienie $\varepsilon_{i,t}$ resztą $e_{i,t}$, a pozostałych parametrów – poprzez ich oceny MNW.

Dla nieefektywności oszacowanej powyższym wzorem można skonstruować odpowiednie przedziały ufności. Odpowiednia metoda została zaproponowana w pracy Horrace i Schmidt (1996)¹⁴⁸. Autorzy Ci zaproponowali, że skoro $u_{i,t}|\varepsilon_{i,t}$ jest określone rozkładem normalnym z parametrem położenia μ_* i parametrem rozproszenia σ_*^2 , to przedziały ufności można oszacować na podstawie jej funkcji gęstości. Tak więc dla poziomu istotności równego α odpowiednio dolny ($L_{i,t}$) i górny ($U_{i,t}$) przedział ufności dla $TE_{i,t}$ jest zadany następującym równaniem:

$$\begin{aligned} L_{i,t} &= \exp(-\mu_{*,i,t} - z_L \cdot \sigma_*) \\ U_{i,t} &= \exp(-\mu_{*,i,t} - z_U \cdot \sigma_*) \end{aligned}$$

gdzie

$$\begin{aligned} \Pr(Z > z_L) &= \left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \left(1 - \Phi(-a_{i,t})\right) \\ \Pr(Z > z_U) &= \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \left(1 - \Phi(-a_{i,t})\right) \end{aligned} \quad (17.)$$

gdzie Z jest standaryzowaną zmienną losową o rozkładzie normalnym, więc:

$$\begin{aligned} z_L &= \Phi^{-1}\left(\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \left(1 - \Phi(-a_{i,t})\right)\right) \\ z_U &= \Phi^{-1}\left(1 - \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \left(1 - \Phi(-a_{i,t})\right)\right) \end{aligned} \quad (18.)$$

Metoda ta wskazuje niepewność wokół indywidualnych miar efektywności. Jednakże w przypadku danych empirycznych, gdzie liczba obserwacji w próbie jest bardzo duża, zdaje się to być niepraktycznym rozwiązaniem. W przypadku niniejszych badań niezbędnym

¹⁴⁷ G. Battese, T. Coelli, *Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data*, „Journal of Econometrics” nr 38/1988, s. 387-399.

¹⁴⁸ W. Horrace, P. Schmidt, *Confidence statements for efficiency estimates from stochastic frontier model*, The journal of Productivity Analysis nr 7/1996, s. 257-282.

byłaby analiza i raportowanie 110 indywidualnych przedziałów (dla modeli 1.-4.) lub też 898 przedziałów (dla modeli 5.-7.). W przypadku analizy efektywności sektorów krajowych bardziej praktycznym i prostszym rozwiązaniem była konstrukcja empirycznych przedziałów ufności wokół średniej efektywności obliczonej dla danego kraju lub też kraju i roku. Wykorzystanie średniej próbkowej pozwoli formułować wnioski na temat całych sektorów, ponieważ jest ona funkcją wszystkich obserwacji w próbie. Dla średniej wartości TE zawierającej n obserwacji i zapisanej jako \overline{TE} , w której odchylenie standardowe jest równe sd , przedziały ufności dla poziomu istotności równego α zostały obliczone jako $\overline{TE} \pm t_{1-\alpha/2} \cdot (sd/\sqrt{n})$, gdzie $t_{1-\alpha/2}$ oznacza wartość krytyczną uzyskaną z rozkładu t-Studenta¹⁴⁹ dla zdefiniowanego poziomu istotności alfa i określonej liczby stopni swobody. Wykorzystanie rozkładu t-Studenta, który wymaga jedynie wielkości próby do konstrukcji funkcji gęstości, jest wygodnym, ale uproszczonym rozwiązaniem.

4.2.2. Estymacja parametrów modeli 1.-4. z nieefektywnością jako efektem indywidualnym

W niniejszej pracy rozważa się również modele, które w pełni wykorzystują strukturę przekrojowo-czasową (panelową) danych. Różnią się one rozkładem dla nieefektywności u_i traktowanej jak efekt indywidualny (rozkład półnormalny lub ucięty) oraz tym, czy występuje dodatkowe uzmiennienie nieefektywności w czasie. W pierwszych specyfikacjach różniących się rozkładem dla nieefektywności zakłada się, że nieefektywność ta jest tylko i wyłącznie efektem indywidualnym dla każdego banku, a więc jest ona stała w całym badanym okresie (modele 1. i 2.), więc równanie 3. ma formę:

$$y_{i,t} = h(x_{i,t}; \beta) + v_{i,t} - u_i \quad (19.)$$

Natomiast w drugim przypadku, zjawisko nieefektywności każdego banku zmienia się w sposób deterministyczny w czasie, gdzie kierunek, jak i siła zmian (reprezentowana przez parametr η) jest wspólna dla wszystkich obserwacji (modele 3. i 4.), czyli:

$$y_{i,t} = h(x_{i,t}; \beta) + v_{i,t} - u_{i,t}, \text{ gdzie } u_{i,t} = f(t) \cdot u_i = \exp[-\eta(t - T)] \cdot u_i \quad (20.)$$

W przypadku wszystkich modeli sposób estymacji przebiega prawie identycznie a jedyna różnica polega na założeniach względem parametrów μ i η . Najbardziej ogólną postać ma model 4., gdy $\mu \neq 0 \wedge \eta \neq 0$. Po narzuceniu restrykcji $\mu = 0$ estymacja jest przeprowadzona dla modelu 3., natomiast jeżeli narzuci się restrykcję $\eta = 0$, to uzyska się oszacowanie modelu 2. Restrykcja złożona o postaci $\mu = \eta = 0$ prowadzi do wzorów dla

¹⁴⁹ W. Greene, *Econometric Analysis...*, dz. cyt., s. 1106.

modelu 1. W konsekwencji na potrzeby prezentacji metody można ograniczyć się do modelu 4., który uogólnia modele 1.-3.

Przechodząc do postaci funkcji wiarygodności, warto przypomnieć, że składnik czysto losowy $v_{i,t}$ ma jak w poprzednich modelach rozkład normalny o zerowej wartości i wariancji σ_v^2 . Z uwagi na występowanie w modelu nieefektywności jako efektu indywidualnego, u_i , wygodnie jest sformułować funkcję wiarygodności dla i -tego obiektu. Niech ε_i będzie wektorem o wymiarach $T_i \times 1$, który zawiera elementy $\varepsilon_{i,t} = v_{i,t} - \eta_{i,t} \cdot u_i$, gdzie $\eta_{i,t} = \exp[-\eta(t - T)]$.

W przypadku modelu 4., w którym nieefektywność o rozkładzie normalnym uciętym zmienia się zgodnie z trendem deterministycznym (η), łączna funkcja gęstości dla obu składników losowych ε_i i u_i ma postać¹⁵⁰:

$$f(u_i, \varepsilon_i) = \left((2 \cdot \pi)^{\frac{T_i+1}{2}} \cdot \sigma_u \cdot \sigma_v^{T_i} \cdot (1 - \Phi(-\mu/\sigma_u)) \right)^{-1} \cdot \exp \left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{(u_i - \mu)^2}{\sigma_u^2} + \frac{(\varepsilon_i + \eta_i \cdot u_i)'(\varepsilon_i + \eta_i \cdot u_i)}{\sigma_v^2} \right) \right) \quad (21.)$$

gdzie η_i to wektor o wymiarach $T_i \times 1$ zawierający elementy $\eta_{i,t}$.

W konsekwencji otrzymuje się funkcję wiarygodności dla i -tego obiektu (funkcja gęstości brzegowej względem u_i) w formie:

$$f(\varepsilon_i) = \left((2 \cdot \pi)^{\frac{T_i}{2}} \cdot \sigma_v^{(T_i-1)} \cdot (\sigma_v^2 + \eta_i' \eta_i \cdot \sigma_u^2)^{\frac{1}{2}} (1 - \Phi(-\mu/\sigma_u)) \right)^{-1} \cdot \exp \left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\varepsilon_i' \varepsilon_i}{\sigma_v^2} + \frac{\mu^2}{\sigma_u^2} - \frac{(\mu_{*,i})^2}{(\sigma_{*,i})^2} \right) \right) \cdot (1 - \Phi(-\frac{\mu_{*,i}}{\sigma_{*,i}})) \quad (22.)$$

gdzie $\mu_{*,i} = \frac{\mu \cdot \sigma_v^2 - \eta_i' \varepsilon_i \cdot \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \eta_i' \eta_i \cdot \sigma_u^2}$ oraz $(\sigma_{*,i})^2 = \frac{\sigma_v^2 \cdot \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \eta_i' \eta_i \cdot \sigma_u^2}$.

Na podstawie powyższej formuły konstruuje się logarytm łącznej funkcji wiarygodności dla zbioru wszystkich obserwacji ($i=1, \dots, N$), a następnie wyznacza się estymator MNW, używając zaawansowanych metod numerycznych¹⁵¹.

Efektywność poszczególnego banku jest zadana następującym równaniem (które jest analogiczne do tego dla danych przekrojowych, uwzględniające jedynie wartość trendu deterministycznego):

¹⁵⁰ G. Battese, T. Coelli, *Frontier Production Functions...*, art. cyt., s. 153-169.

¹⁵¹ Por. Tamże, wzory A12 i A14 oraz S. Kumbhakar, C. Lovell, *Stochastic Frontier...*, dz. cyt., s. 105, wzór 3.3.21.

$$TE_{i,t} = E(\exp\{-u_{i,t}\}|\varepsilon_i) \\ = \left[\frac{1 - \Phi\left(\eta_{it} \cdot \sigma_{*,i} - \frac{\mu_{i*}}{\sigma_*}\right)}{1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{i*}}{\sigma_{*,i}}\right)} \right] \cdot \exp(-\eta_{it} \cdot \mu_{i*} + \frac{1}{2} \cdot \eta_{it}^2 \cdot \sigma_{*,i}^2) \quad (23.)$$

gdzie w szczególnym przypadku, gdy $\eta = 0$, a więc wówczas $\eta_{it} = 1$, otrzymuje się formułę dla miernika efektywności stałej w czasie, tj. TE_i w modelu 2. Natomiast formułę dla modelu 1. otrzymuje się, zakładając dodatkowo, że $\mu = 0$.

4.2.3. Kilka uwag dotyczących konstrukcji modelu dla danych międzynarodowych

Estymację parametrów modeli, które omówiono powyżej, przeprowadzono wykorzystując wszystkie obserwacje z siedmiu krajów. Dodatkowo parametry określające mikroekonomiczną funkcję produkcji (β) są wspólne dla banków we wszystkich krajach. W literaturze można znaleźć krytykę tego podejścia, która wskazuje na brak uwzględnienia możliwej heterogeniczności w technologii pomiędzy państwami a także wpływu czynników specyficznych¹⁵². Założenie, że banki z różnych krajów wykorzystują tę samą technologię, jest bardzo silnym założeniem, gdyż nie uwzględnia ono m.in. różnic pomiędzy rynkami. Niemniej jednak autor niniejszej pracy uważa, że przyjęte rozwiązanie, tj. wykorzystywanie wszystkich obserwacji w próbie do estymacji wspólnych parametrów (β), nie jest niedopuszczalne. Prezentowana analiza dotyczy rynków państw, które geopolitycznie są zlokalizowane w tym samym regionie Europy i jako państwa należące w przeszłości do organizacji Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej i Układu Warszawskiego mają podobną historię gospodarczo-polityczną po II wojnie Światowej i po upadku symbolicznego muru berlińskiego. Zatem ewentualny problem heterogeniczności może mieć dużo słabsze znaczenie. Niemniej jednak uzyskane wyniki empiryczne wskazują, że wprowadzenia elementu uwzględniającego zróżnicowanie próby istotnie poprawia dopasowanie oszacowanych parametrów do danych (por. podrozdziały 5.2. i 5.3.). Problem z heterogenicznością może dotyczyć też nieefektywności, co było już pośrednio eksponowane w pracach Battese i Coelli (1988, 1992), w których nieefektywność była traktowana jako efekt indywidualny banku¹⁵³, tj. założenie kontrolujące zróżnicowanie próby jest wprowadzone na poziomie miernika nieefektywności. Z jednej strony to podejście

¹⁵² Por. Ch. Lee, T. Huang, *Cost efficiency and technological gap in Western European banks: A stochastic metafrontier analysis*, „International Review of Economics and Finance” nr 48/2017, s. 161-178.

¹⁵³ G. Battese, T. Coelli, *Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data*, „Journal of Econometrics” nr 38/1988, s. 387-399; oraz G. Battese, T. Coelli, *Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India*, „Journal of Productivity Analysis” nr 3/1992, s. 153-169.

wprowadza element panelowy do estymacji (co istotnie poprawia wyniki por. rezultaty zaprezentowane w podrozdziale 5.2.), jednakże bazuje na bardzo silnym założeniu, że pewien poziom nieefektywności jest cechą indywidualną banku i nie podlega zmianie w czasie, albo że ta zmiana w czasie jest określona np. trendem deterministycznym. Jednym z sposobów rozwiązującym ten problem, obecnie proponowanym w literaturze, jest podejście oparte na meta-granicy, gdzie wyniki z funkcji oszacowanych dla poszczególnych krajów są porównywane do meta-granicy będącej funkcją oszacowaną dla wszystkich obserwacji w próbie¹⁵⁴. Niemniej jednak wymaga ono estymacji funkcji dla każdego kraju oddzielnie, co jest trudnym zadaniem w przypadku krajów z silnie skoncentrowanym rynkiem, jak np. Estonia i Litwa. W przypadku tych krajów próba badawcza zawiera zaledwie 8 banków z Estonii (66 obserwacji łącznie), a z Litwy – 4 banki (34 obserwacje). W konsekwencji oceny modelu oszacowane na tak niewielkiej próbie byłyby obciążone dużymi błędami estymacji. Kolejnym podejściem, które zostało zaproponowane w literaturze, jest rozwinięcie klasycznej postaci funkcji produkcji do postaci z efektami indywidualnymi dla banków, czyli wykorzystanie znanej w literaturze z zakresu danych panelowych koncepcji modeli z efektami indywidualnymi¹⁵⁵. Dla funkcji typu Cobba i Douglasa można to zapisać jako:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{j=1}^J \beta_j \cdot x_{i,t,j} + v_{i,t} - u_{i,t} \quad (24.)$$

gdzie α_i jest tradycyjnym dla modeli danych panelowych efektem indywidualnym dla każdego banku (losowym albo stałym), a nieefektywność zmienia się zgodnie z przyjętymi założeniami co do $u_{i,t}$. Podejście to zostało zaproponowane pierwotnie w pracy Greene (2005)¹⁵⁶. Podobnie jak w przypadku modeli z nieefektywnością stałą w czasie (u_i), nie uwzględnia ono bezpośrednio heterogeniczności pomiędzy krajami, lecz skupia się na zróżnicowaniu poziomów produkcji poszczególnych podmiotów (banków). Niemniej jednak podejście to będzie prowadziło do zawyżenia ocen efektywności poszczególnych banków ze względu na lepsze dopasowanie tak skonstruowanej funkcji produkcji do danych. Ponadto w przypadku danych zawierających dużą liczbę podmiotów, gdy α_i jako efekt indywidualny jest dodatkowym parametrem, będzie to prowadziło do istotnego wzrostu

¹⁵⁴ Ch. Lee, T. Huang, *Cost efficiency and technological gap in Western European banks: A stochastic metafrontier analysis*, „*International Review of Economics and Finance*” nr 48/2017, s. 161-178.

¹⁵⁵ Por. J. Wooldridge, *Introductory Econometric, Modern approach, Fifth edition*, Cengage Learning, 2012, s. 484-492.

¹⁵⁶ W. Greene, *Fixed and Random Effects in Stochastic Frontier Models*, „*Journal of Productivity Analysis*” nr 23/2005, s. 7-32.

liczby szacowanych parametrów, co może prowadzić do problemów numerycznych (w przypadku wykorzystanej w niniejszej pracy próby badawczej po uwzględnieniu wyrazu wolnego, który jest w obecnie estymowanych modelach, jest to dodatkowe 109 parametrów). W konsekwencji zdecydowano się na rozwiązanie pośrednie. W przypadku modelu z determinantami nieefektywności (model 7.) testowano, czy wprowadzenie efektów indywidualnych (poprzez zmienne zero-jedynkowe) określających kraj, w którym działa bank lub specjalizację banku a także inne zmienne charakterystyczne dla danego banku (np. wskaźniki finansowe), istotnie polepsza jakość dopasowania modelu. Pełna prezentacja uzyskanych wyników jest przedstawiona w podrozdziale 5.3. Należy jednak podkreślić, że jest to mocne założenie, iż heterogeniczność pomiędzy krajami/specjalizacjami istnieje na poziomie występujących poziomów nieefektywności, a nie w procesie produkcji.

5. Badania empiryczne – opis wyników

5.1. Wstępna procedura doboru determinant nieefektywności

W przypadku modeli uwzględniających determinanty nieefektywności pomocnym jest zastosowanie procedury, która pozwoli wyłonić z szerokiej grupy potencjalnych czynników te najbardziej istotne z punktu widzenia opisywanego zjawiska. W konsekwencji oczekuje się, że z pomocą tej procedury otrzyma się model, który jest najprostszy ze względu na liczbę determinant (parametrów), a równocześnie będzie opisywał zjawisko (zróznicowanie nieefektywności) nieznacznie gorzej w relacji do najogólniejszego modelu, który zawiera wszystkie te determinanty. W przedstawianych badaniach procedura ta została zastosowana w odniesieniu do modelu z rozkładem normalnym uciętym, w którym parametr położenia jest funkcją tychże determinant – rozważania teoretyczne dla wszystkich wykorzystanych specyfikacji są przedstawione w podrozdziale 4.1. niniejszej pracy.

W celu określenia istotnych ze statystycznego punktu widzenia determinant nieefektywności zdecydowano się zastosować procedurę eliminacji wstecznej, tj. punktem wyjścia jest model najogólniejszy, a poprzez stosowanie restrykcji na parametry (redukcję wybranych determinant) w kolejnych krokach uzyskuje się model prostszy przy minimalnej utracie informacji wnoszonych przez poszczególne pomijane determinant. Procedura „od ogółu do szczegółu” jest obecnie preferowanym rozwiązaniem. Alternatywnym rozwiązaniem jest rozpoczęcie od modelu najprostszego (bez determinant) i rozbudowywanie go poprzez sukcesywne dodawanie kolejnych determinant. To drugie podejście nie jest rekomendowane, ponieważ może ona wykluczyć niektóre zmienne, które indywidualnie nie opisują wystarczająco dobrze badanego zagadnienia i ich wartość objaśniająca realizuje się dopiero w połączeniu z innymi zmiennymi¹⁵⁷. W tym celu opracowano czterostopniową procedurę doboru do modelu tych determinant:

- analiza jednoczynnikowa była przeprowadzona oddzielnie ze względu na typ następujących zmiennych:
 - dla zmiennych polichotomicznych (kraj oraz specjalizacja banku) – oszacowano modele, które zawierały tylko jedną z tych zmiennych polichotomicznych (ujętych poprzez zbiór zmiennych zero-jedynkowych). Następnie testowano hipotezę czy parametry są statycznie różne od zera przy

¹⁵⁷ W. Greene, *Econometric Analysis...*, dz. cyt., s. 178.

prawdopodobieństwie błędu pierwszego rodzaju (poziomie istotności) ustalonym na poziomie 0,1;

- dla pozostałych zmiennych – oszacowano pulę modeli, w których pojawia się tylko jedna determinanta nieefektywności. Na podstawie logarytmu wiarygodności dla każdego modelu oceniano, ile informacji każda zmienna wnosi do opisu badanego zjawiska. Jeżeli jakaś zmienna występuje pod postacią różnych transformacji, wybierano jedynie tę transformację, która maksymalizowała uzyskany logarytm wiarygodności. Biorąc pod uwagę pierwotną listę zmiennych, krok ten miał na celu głównie wybranie tej transformacji zmiennych makroekonomicznych, która wnosi najwięcej informacji o zjawisku. Procedura ta odpowiadała wykorzystaniu kryterium informacyjnego Akaike lub innego do porównania modeli z różnymi (pojedynczymi) zmiennymi objaśniającymi;
- analiza wieloczynnikowa: na podstawie wyników uzyskanych z analizy jednoczynnikowej oszacowano najogólniejszy model, który zawiera wszystkie determinanty i weryfikowano czy parametry przy determinantach nieefektywności są równe zero na poziomie istotności równym 0,1. Następnie z modelu była usuwana zmienna, w przypadku której dla hipotezy istotności sformułowanej dla jej parametru *p-value* (graniczny poziom istotności) było największe¹⁵⁸. Następnie model był ponownie estymowany z pominięciem wspomnianej zmiennej. Procedura była powtarzana tak długo, aż pozostałe determinanty nieefektywności okazały się być istotne statystycznie;
- adekwatność ekonomiczna uzyskanego modelu: model uzyskany na podstawie analizy wieloczynnikowej był weryfikowany, biorąc pod uwagę interpretowalność uzyskanych wyników. Model uzyskany na podstawie takiej procedury był również formalnie testowany z wykorzystaniem testu logarytmu wiarygodności. Zmienne usunięte w punkcie „analiza wieloczynnikowa” i „adekwatność ekonomiczna” były jeszcze raz poddane falsyfikacji w formie hipotezy złożonej i z użyciem testu logarytmu wiarygodności. W konsekwencji porównywano model uzyskany z analizy jednoczynnikowej z modelem „finalnym”.

¹⁵⁸ Rozumianej jako prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju w trakcie testowania czy oszacowany parametr jest statystycznie różny od zera.

Jak wspomniano powyżej, głównym celem tej procedury było uzyskanie modelu najprostszego, który dostatecznie dobrze wyjaśnia zjawisko. Alternatywnie istniała możliwość pominięcia kroku pierwszego, tj. analizy jednoczynnikowej i testowanie hipotez związanych z redukcją liczby determinant na pełnej puli. Jednakże wówczas w ramach modelu najogólniejszego, który zawierał wszystkie 63 potencjalne determinanty nieefektywności, pojawiał się problem silnej współliniowości, zwłaszcza w przypadku zmiennych makroekonomicznych, które występowały pod postacią różnych transformacji. Rodziło to poważne problemy numeryczne z estymacją. W konsekwencji oszacowane parametry (oraz logarytm wiarygodności) były niestabilne. Ponadto pominięcie analizy jednoczynnikowej mogło doprowadzić do końcowej postaci modelu, która zawierałaby różne transformacje tej samej zmiennej makroekonomicznej, co wydaje się być wątpliwe np. z punktu widzenia interpretacji wyników.

Formalnie testowanie, czy proponowana pojedyncza determinanta ma istotny statystycznie wpływ na nieefektywność, zostało przeprowadzone z wykorzystaniem dwustronnego testu t-Studenta, gdzie statystyka testowa jest obliczona jako iloraz oszacowanego parametru i jego błędu¹⁵⁹. Gdy przedmiotem testowania jest grupa zmiennych, to można zastosować asymptotyczny test ilorazu wiarygodności (*Likelihood-ratio test*, *LR test*) oparty na rozkładzie Chi-kwadrat lub test Walda wykorzystujący statystykę o rozkładzie F. Liczba restrykcji narzuconych na parametry definiuje liczbę stopni swobody obu statystyk. W przypadku testu LR, statystyka testowa λ jest zadana następującym wzorem¹⁶⁰:

$$\lambda = 2 \cdot (L_U - L_R) \quad (25.)$$

gdzie L_R oznacza logarytm wiarygodności modelu z narzuconą restrykcją (dotyczącą wybranych parametrów), natomiast L_U – logarytm wiarygodności modelu bez restrykcji.

Oba testy są powszechnie stosowane w statystyce i ekonometrii¹⁶¹¹⁶², ale wymagają ustalenia – jak w każdym teście klasycznym – wartości krytycznej lub *p-value*, co jest przedmiotem krytyki w ostatnich latach¹⁶³. Amerykańskie Stowarzyszenie Statystyków

¹⁵⁹ W. Greene, *Econometric Analysis...*, dz. cyt., s. 155-157.

¹⁶⁰ D. Gujarati, *Basic Econometrics, Fourth Edition*, The McGraw-Hill Companies, 2004., s. 295-296.

¹⁶¹ Por. m.in. J. Wooldridge, *Introductory Econometric...*, dz. cyt., s. 112-113 i 905-906; W. Greene, *Econometric Analysis...*, dz. cyt., s. 549-563 i 1102-1105.

¹⁶² Alternatywnym podejściem jest testowanie hipotez z wykorzystaniem przedziałów ufności por. m.in. J. Wooldridge, *Introductory Econometric...*, dz. cyt., s. 906-910; lub W. Greene, *Econometric Analysis...*, dz. cyt., s. 1105-1106.

¹⁶³ R. Wasserstein, N. Lazar, *The ASA Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose*, „The American Statistician” nr 70/2016, s. 129-133.

(*American Statistical Association - ASA*) w cytowanym oświadczeniu wskazuje, że *p-value* często jest niewłaściwie interpretowana lub też, że jej odpowiednio niska wartość jest wystarczającą przesłanką do przyjęcia czy badana zależność (charakterystyka) istnieje i nie wymaga dodatkowych analiz. Mimo tej krytyki, ASA nie neguje korzystania z testów statystycznych i *p-value*. Autorzy podkreślają, że wykorzystanie testów i reguł statystycznych powinno również być uzupełnione rozważaniami na gruncie teoretycznym lub też poprzez stosowanie alternatywnych miar statystycznych (np. przedziałów ufności lub też miar oparte na logarytmie wiarygodności). Należy także podkreślić, że *p-value* był tylko jednym z składników całej opisanej procedury. Jej wykorzystanie zostało poprzedzone przygotowaniem listy potencjalnych determinant opartej na literaturze oraz rozważaniach teoretycznych (więcej szczegółów jest zaprezentowane w podrozdziale 3.3. przedstawianej pracy).

5.2. Wyniki estymacji parametrów, pomiar efektywności oraz testowanie hipotez na podstawie wykorzystanych stochastycznych modeli granicznych

W niniejszym podrozdziale zgodnie z klasyfikacją zaprezentowaną w podrozdziale 4.1. przedstawiono wyniki uzyskane na podstawie modeli „uproszczonych”. Modele te nie wykorzystują dodatkowych zmiennych egzogenicznych potencjalnie identyfikujących zróżnicowanie banków w tym zakresie. Główne założenia każdego z rozważanych modeli wraz z ich krótkim opisem zaprezentowano w tabeli poniżej.

Tabela 5-1 Uproszczone model – założenia.

Numer modelu	Założenia	Interpretacja
1.	$u_i = N^+(0, \sigma_u^2)$	Niefektywność stała w czasie (efekt indywidualny), rozkład półnormalny.
2.	$u_i = N^+(\mu, \sigma_u^2)$	Niefektywność stała w czasie (efekt indywidualny), ucięty rozkład normalny.
3.	$u_{i,t} = f(t) \cdot u_i = \exp[-\eta(t - T)] \cdot u_i$ gdzie: $u_i = N^+(0, \sigma_u^2)$	Niefektywność zmienia się w sposób deterministyczny w czasie, rozkład półnormalny.
4.	$u_{i,t} = f(t) \cdot u_i = \exp[-\eta(t - T)] \cdot u_i$ gdzie: $u_i = N^+(\mu, \sigma_u^2)$	Niefektywność zmienia się w sposób deterministyczny w czasie, ucięty rozkład normalny.
5.	$u_{i,t} = N^+(0, \sigma_u^2)$	Niefektywność zmienia się swobodnie w czasie, rozkład półnormalny.

Źródło: opracowanie własne.

W podrozdziale 4.1., zwrócono uwagę, że modele 1.-4. są skonstruowane przy bardzo silnych założeniach. Ignorują one proces uczenia się organizacji (nieefektywność jest stała w czasie, modele 1. i 2.) lub też zakładają, że proces uczenia się jest stały w czasie, określony przez wspólny dla wszystkich banków trend (modele 3. i 4.). Model 5. jest uproszczony w tym znaczeniu, że nieefektywność zmienia się swobodnie w czasie i jest ona niezależna od jakichkolwiek czynników zewnętrznych lub wewnętrznych. Ponadto nie uwzględnia się heterogeniczności rynków bankowych w poszczególnych krajach. Dla wszystkich obserwacji nieefektywność jest zadana tym samym rozkładem prawdopodobieństwa (półnormalnym). Podobny rozkład został wykorzystany w modelu 6. (normalny ucięty), jednakże wyniki z tego modelu będą zaprezentowane jako punkty odniesienia dla bardziej zaawansowanej specyfikacji, która uwzględnia determinanty nieefektywności (model 7.). Prezentacja wyników dla modeli 6. i 7. jest przedstawiona w podrozdziale 5.3.

W poniższej tabeli przedstawiono oceny parametrów wraz z *p-value* (w nawiasie) dla modeli 1.-5. W dalszej części tabeli dla każdego modelu zaprezentowano informacje o logarytmie wiarygodności, średniej wartość z ocen mierników efektywności obliczonych dla wszystkich obserwacji i oceny efektu skali wraz z błędem szacunku policzonymi dla typowego banku (określonego na podstawie średnich wartości z wszystkich obserwacji). W celu przeprowadzenia diagnostyki każdego z modeli przetestowano, czy są podstawy do zredukowania translogarytmicznej funkcji produkcji do prostszej funkcji typu Cobba i Douglasa. W tym celu wykorzystano test ilorazu wiarygodności.

Pomocnicze parametry σ^2 oraz γ reprezentują odpowiednio sumę wariancji obu składników losowych ($\sigma_v^2 + \sigma_u^2$) i udział σ_u^2 w tejże sumie, będącej wariancją złożonego składnika losowego. W konsekwencji w przypadku tej parametryzacji wariancja nieefektywność (σ_u^2) jest równa iloczynowi σ^2 i γ . Wszystkie wartości w tabeli zostały zaprezentowane z dokładnością do dwóch miejsc lub do pierwszej niezerowej cyfry po przecinku.

Tabela 5-2 Oceny parametrów modeli uproszczonych.

Parametr	Model 1.	Model 2.	Model 3.	Model 4.	Model 5.
Wyraz wolny	0,42 (0,00)	0,35 (0,00)	0,42 (0,00)	0,35 (0,00)	0,23 (0,65)
N. rzeczowy i intelektualny (RI)	0,07 (0,00)	0,06 (0,00)	0,07 (0,00)	0,06 (0,00)	-0,04 (0,96)
N. finansowy (Fin)	0,77 (0,00)	0,78 (0,00)	0,76 (0,00)	0,78 (0,00)	0,91 (0,27)
N. pracy (L)	0,05 (0,01)	0,04 (0,03)	0,06 (0,01)	0,05 (0,02)	0,14 (0,87)
(RI) ²	0,01 (0,10)	0,02 (0,07)	0,01 (0,15)	0,01 (0,10)	-0,04 (0,92)

(Fin)²	0,04 (0,00)	0,05 (0,00)	0,04 (0,00)	0,04 (0,00)	0,09 (0,78)
(L)²	-0,02 (0,15)	-0,01 (0,21)	-0,02 (0,15)	-0,01 (0,20)	-0,04 (0,95)
RI·Fin	-0,05 (0,00)	-0,05 (0,00)	-0,05 (0,00)	-0,05 (0,00)	-0,02 (0,98)
RI·L	0,01 (0,68)	0,00 (0,85)	0,01 (0,61)	0,00 (0,77)	0,12 (0,88)
Fin·L	0,03 (0,03)	0,04 (0,02)	0,03 (0,03)	0,04 (0,01)	-0,05 (0,94)
σ^2	0,54 (0,00)	1,76 (0,00)	0,53 (0,00)	1,71 (0,00)	0,33 (0,70)
γ	0,93 (0,00)	0,98 (0,00)	0,93 (0,00)	0,98 (0,00)	0,89 (0,35)
μ	-	-2,62 (0,00)	-	-2,59 (0,00)	-
Trend (η)	-	-	0,003 (0,44)	0,005 (0,45)	-
Dodatkowe statystyki					
Logarytm wiarygodności	13,44	18,45	13,72	18,75	-403,67
Średnia efektywność	0,64	0,68	0,65	0,69	0,71
Efekt skali (błąd)	0,89 (0,01)	0,89 (0,01)	0,89 (0,01)	0,89 (0,01)	1,01 (0,32)
Test ilorazu wiarygodności					
Chi2 (<i>p-value</i>): C-D vs. translog	65,99 (0,00)	64,11 (0,00)	62,80 (0,00)	60,38 (0,00)	187,93 (0,00)

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku modeli 1.-4. wyniki są bardzo zbliżone do siebie, zarówno w odniesieniu do ocen parametrów, jak i nieefektywności oraz efektu skali. Podobieństwa są widoczne dla par modeli, w których nieefektywność ma taki sam rozkład prawdopodobieństw (modele 1. i 3. – rozkład półnormalny oraz 2. i 4. – rozkład normalny ucięty). Warto zauważyć, że w przypadku modeli 3. i 4. oceny parametru η (trendu deterministycznego) są bardzo małe i obciążone dużym błędem estymacji. W konsekwencji trend deterministyczny w nieefektywności jest słaby, tj. nieefektywność jest relatywnie stała w badanym okresie.

W przypadku modelu 5. wartość logarytmu wiarygodności jest zdecydowanie mniejsza niż w pozostałych modelach. Oznacza to, że na tle tych pozostałych model ten (jako układ konkretnych założeń probabilistycznych) relatywnie słabo odzwierciedla opisywane zjawisko, które jest reprezentowane przez zbiór danych. Próba ma charakter panelowy i ten charakter danych został uwzględniony w modelach 1.-4., w których nieefektywność jest estymowana jako efekt indywidualny banku (u_i). W przypadku modelu 5. panelowa struktura danych nie jest uchwycona w żadnym z parametrów modelu, w konsekwencji model ten odpowiada danym przekrojowym, tj. każda obserwacja jest rozpatrywana indywidualnie. Biorąc pod uwagę istotną heterogeniczność próby¹⁶⁴,

¹⁶⁴ Szersza dyskusja na temat struktury próby badawczej jest zaprezentowana w rozdziałach 3.5.1. oraz 3.5.3.

doprowadziło to do trudno interpretowalnych, ze względu na znak, ocen parametrów i dużych błędów ich estymacji, co łącznie ma wyraz w niskiej wartości logarytmu wiarygodności. Prowadzi to do wniosku, że niezbędne jest wprowadzenie dodatkowych zmiennych mających na celu kontrolę wspomnianej heterogeniczności lub zindywidualizowanie parametrów, jak to czyni się w modelach dla danych panelowych. Na potrzeby niniejszej pracy aspekt ten jest realizowany poprzez uwzględnienie determinant nieefektywności charakterystycznych dla poszczególnych banków, krajów i okresów, które ostatecznie pozwolą lepiej opisać badane zjawisko tj. występującą nieefektywność techniczną banków oraz proces produkcji (poprzez elastyczności).

Uzyskane wyniki umożliwiają potwierdzenie hipotezy pierwszej i drugiej, które zostały sformułowane we wstępie do tej pracy. Uzyskane oceny parametrów, a co za tym idzie mierniki nieefektywności, wskazują, że banki nie działały w pełni efektywnie i zjawisko to można było uchwycić z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych (hipoteza 1.). Ponadto w przypadku wszystkich rozważanych modeli, test ilorazu wiarygodności zdecydowanie wskazał, że dane odrzucają hipotezę, która mówiła, iż do opisu procesu produkcji wystarczy funkcja typu Cobba i Douglasa (hipoteza 2.).

W kontekście testu ilorazu wiarygodności najlepszym, spośród rozważanych w tym podrozdziale, modelem okazał się model 2. Model 5. został odrzucony ze względu na słabe dopasowanie ocen parametrów do danych. Modele 3. i 4. są uogólnieniem modeli 1. i 2., jednakże uzyskany trend deterministyczny jest bardzo słaby. Prowadzi to do wniosku, że rozbudowanie modeli o ten trend nie jest konieczne, co jest potwierdzone przez test LR. Ten sam test ostatecznie wskazuje, że model 2 istotnie lepiej opisuje proces produkcji banków komercyjnych (tj. nie jest zasadnym narzucenie restrykcji $\mu = 0$). Wyniki z powyższych rozważań są zaprezentowane w tabeli poniżej:

Tabela 5-3 Test logarytmu wiarygodności dla modeli uproszczonych.

Ogólny model	Model z restrykcjami	Rodzaj restrykcji	Statystyka testowa	<i>p-value</i>
Model 4.	Model 2.	$\eta = 0$	0,60	0,44
Model 3.	Model 1.	$\eta = 0$	0,56	0,45
Model 2.	Model 1.	$\mu = 0$	10,2	0,002

Źródło: opracowanie własne.

Następna tabela 5.4. przedstawia podstawowe statystyki opisowe na poziomie krajów sporządzone na podstawie ocen miernika efektywności dla wszystkich obserwacji, które uzyskano w ramach wspomnianych modeli.

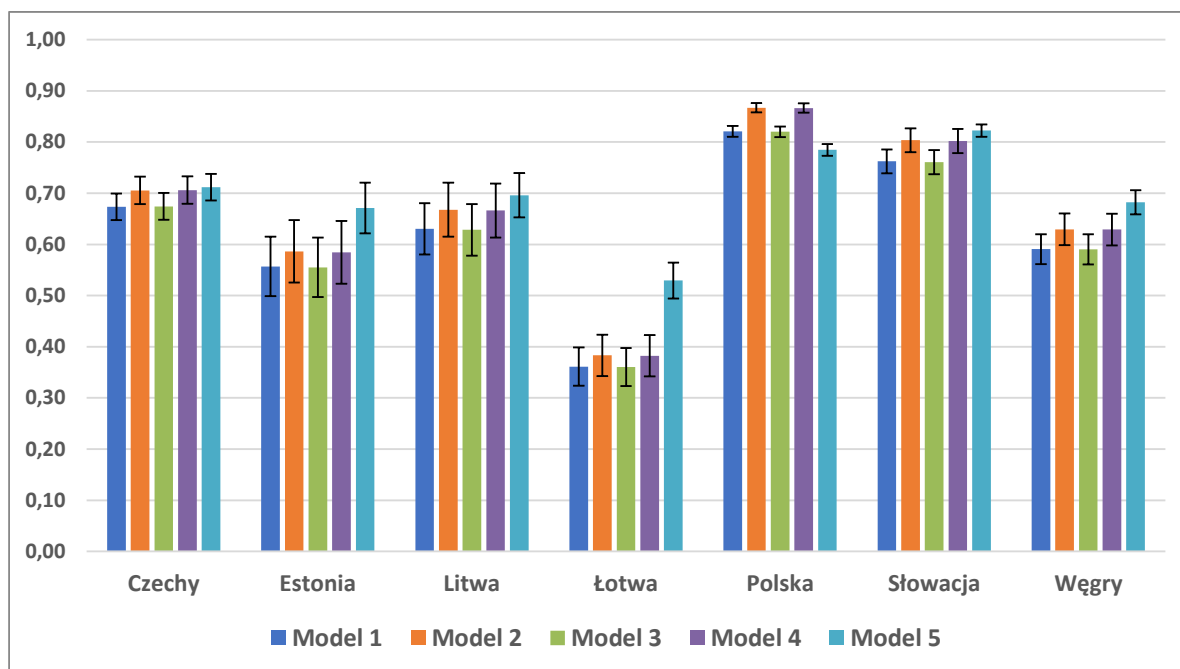
Tabela 5-4 Oceny miernika efektywności uzyskane z modeli uproszczonych – statystyki opisowe.

Model	Kraj	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum
Model 1.	Polska	0,82	0,07	0,69	0,94
	Czechy	0,67	0,19	0,24	0,97
	Estonia	0,56	0,24	0,11	0,85
	Węgry	0,59	0,20	0,13	0,97
	Litwa	0,63	0,14	0,43	0,78
	Łotwa	0,36	0,19	0,15	0,73
	Słowacja	0,76	0,13	0,53	0,97
Model 2.	Polska	0,87	0,06	0,75	0,95
	Czechy	0,71	0,20	0,24	0,97
	Estonia	0,59	0,25	0,11	0,89
	Węgry	0,63	0,21	0,14	0,97
	Litwa	0,67	0,15	0,46	0,83
	Łotwa	0,38	0,21	0,16	0,77
	Słowacja	0,80	0,13	0,56	0,98
Model 3.	Polska	0,82	0,07	0,68	0,94
	Czechy	0,67	0,19	0,23	0,97
	Estonia	0,56	0,24	0,10	0,85
	Węgry	0,59	0,20	0,13	0,97
	Litwa	0,63	0,14	0,42	0,77
	Łotwa	0,36	0,19	0,15	0,73
	Słowacja	0,76	0,13	0,52	0,97
Model 4.	Polska	0,87	0,06	0,74	0,95
	Czechy	0,71	0,20	0,24	0,98
	Estonia	0,58	0,25	0,11	0,89
	Węgry	0,63	0,21	0,14	0,97
	Litwa	0,67	0,15	0,45	0,83
	Łotwa	0,38	0,21	0,16	0,77
	Słowacja	0,80	0,13	0,55	0,98
Model 5.	Polska	0,78	0,08	0,51	0,93
	Czechy	0,71	0,19	0,14	0,93
	Estonia	0,67	0,21	0,14	0,89
	Węgry	0,68	0,16	0,13	0,94
	Litwa	0,70	0,12	0,45	0,86
	Łotwa	0,53	0,18	0,12	0,84
	Słowacja	0,82	0,07	0,67	0,97

Źródło: opracowanie własne.

Powyższe wyniki wskazują, że nie ma dużych różnic w poziomach efektywności pomiędzy rozpatrywanymi modelami. Potwierdzają to również 95-procentowe przedziały ufności dla średnich (na poziomie krajów) wartości wskaźnika. Przeciętne poziomy

efektywności uzyskane z jednego modelu dla danego kraju często zawierają się w przedziałach ufności oszacowanych dla wyników z innych modeli (np. w przypadku Czech, Estonii, Litwy, Łotwy i Węgier).



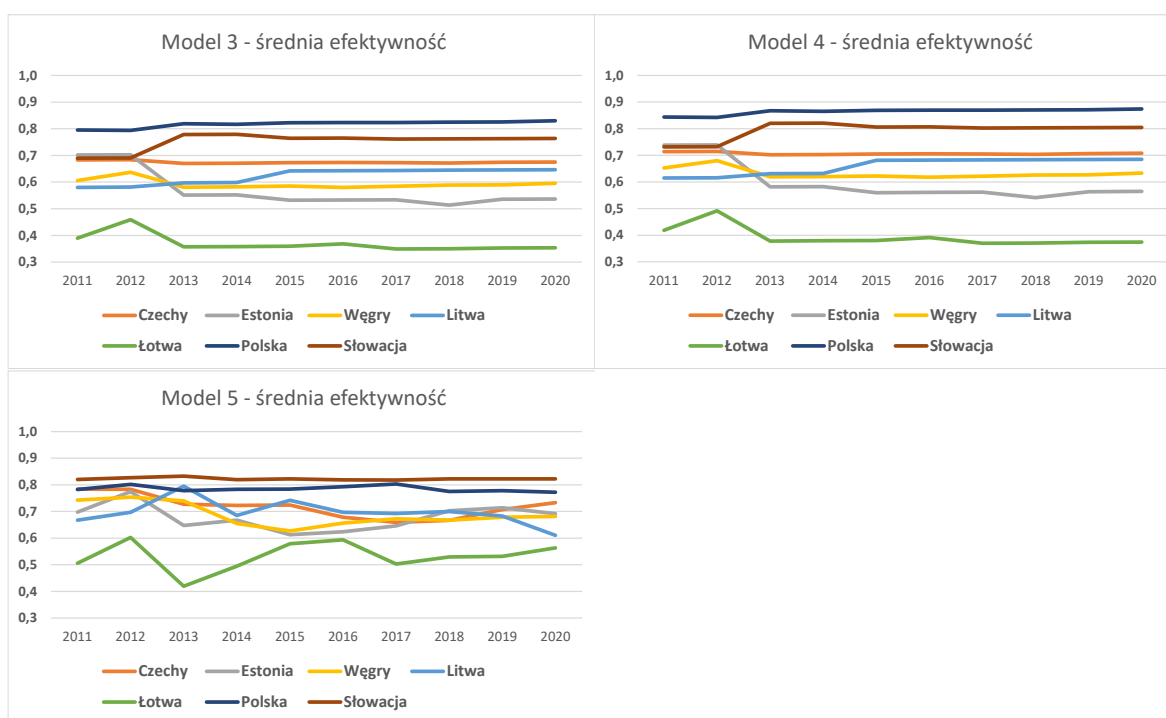
Rys. 5.1 Oceny miernika efektywności uzyskane z modeli uproszczonych – graficzna reprezentacja z przedziałami ufności¹⁶⁵.

Dla przykładowego modelu 2. średnia efektywność techniczna policzona dla wszystkich obserwacji w próbie wynosiła 0,69. Ten wyniki wskazuje, że w sektorze bankowym w krajach Europy Środkowo-Wschodniej, korzystając z obecnie posiadanych zasobów, uzyskano jedynie 69% produkcji maksymalnej, więc może by uzyskać produkcję wyższą o około 45% w sytuacji pełnej efektywności. Nieefektywność na poziomie całego regionu była relatywnie niska, jednakże analizując uzyskane wyniki na poziomie poszczególnych krajów, można zauważyć istotne zróżnicowanie między nimi. Najbardziej efektywne były banki działające w Polsce i Słowacji (odpowiednio 0,87 i 0,80), następnie sektory bankowe z Czech i Litwy (0,71 i 0,67), Węgier i Estonii (0,63 i 0,59), a na końcu tego rankingu są banki pochodzące z Łotwy (0,38). Oszacowane przedziały ufności wskazują, że jedynie w przypadku Litwy przeciętny poziom ufności nie jest statystycznie różny od przeciętnego poziomu w Czechach i Węgrach oraz w przypadku pary Estonia i Węgry. Wstępnie potwierdza to hipotezę badawczą postawioną na wstępie do niniejszej pracy o istotnych różnicach w przeciętnych poziomach efektywności pomiędzy krajami (hipoteza 3.). Formalne testowanie tej hipotezy zostanie przeprowadzone z wykorzystaniem

¹⁶⁵ Źródło: opracowanie własne.

modelu 7., który umożliwia uwzględnienie odpowiednich zmiennych w modelu. Ranking efektywności na poziomie poszczególnych obserwacji był relatywnie spójny pomiędzy modelami 1.-4., gdyż dla każdej z par tych modeli współczynnik korelacji Spearmana wynosił aż około 0,99. Na tle pierwszych czterech modeli wyjątkowy był model 5., gdyż jego wyniki odbiegały od tych uzyskanych dla pozostałych. Współczynniki korelacji rang pomiędzy modelem 5. a modelami 1.-4. wynosił zaledwie ok. 0,68. Warto wspomnieć, że to właśnie model 5. był najmniej adekwatny w kontekście danych.

Poziom efektywności był również relatywnie stabilny w czasie. Dotyczy to zarówno modeli 1. i 2., które na mocy definicji charakteryzują się stałym poziom efektywności, ale także modeli 3. i 4. (oszacowany trend deterministyczny dla nieefektywności jest bardzo słaby), jak również w przypadku modelu 5. (nieefektywność zmienia się w sposób swobodny). Graficzna reprezentacja zmian średniego poziomu nieefektywności w czasie dla modeli 3., 4. i 5. została zaprezentowana na wykresach poniżej¹⁶⁶.



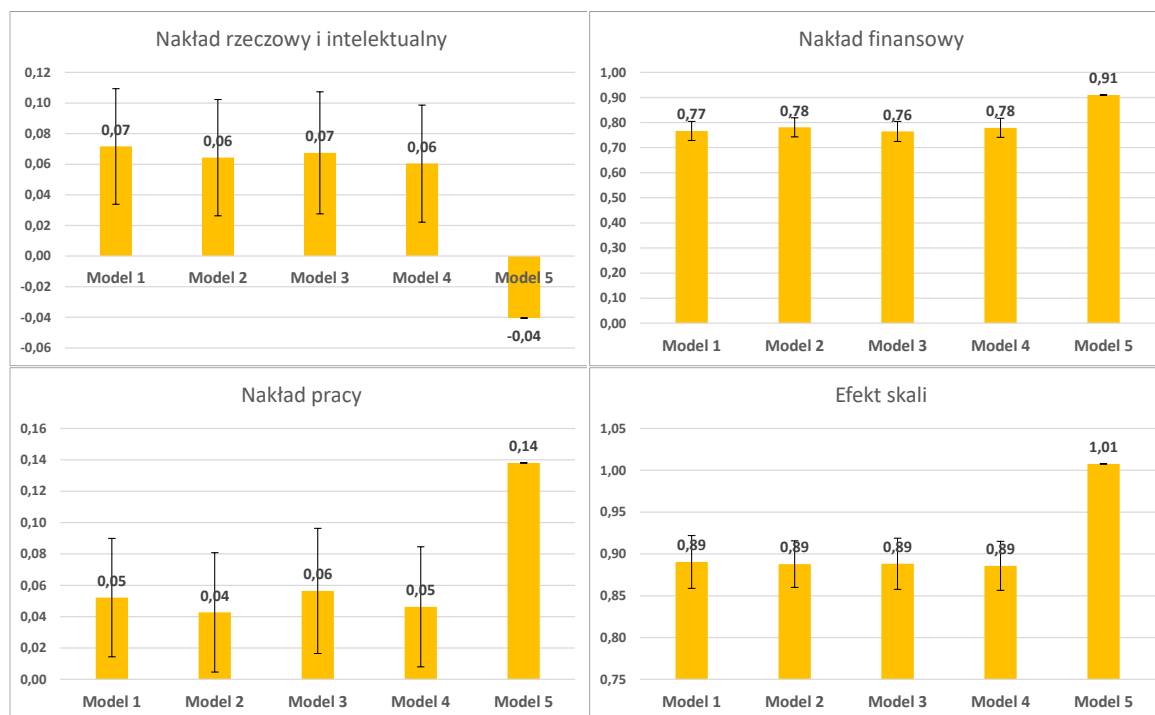
Rys. 5.2 Zmiana średniego poziomu efektywności wg modeli uproszczonych¹⁶⁷.

Podobna analiza została przeprowadzona dla elastyczności produkcji względem poszczególnych nakładów oraz efektu skali. Poniższe wykresy prezentują elastyczności dla typowego banku, tj. którego nakłady są na poziomie średniej geometrycznej nakładów dla wszystkich obserwacji w próbie. Wyniki są zaprezentowane wraz z przedziałami ufności

¹⁶⁶ W przypadku tych wykresów celowo nie dodano przedziałów ufności, ponieważ liczba obserwacji na każdy kraj i rok jest relatywnie mała co skutkuje bardzo szerokimi przedziałami (dużym błędem estymacji).

¹⁶⁷ Źródło: opracowanie własne.

skonstruowanymi wokół parametrów. W przypadku modelu 5. celowo ich nie zaprezentowano ze względu na bardzo duże błędy estymacji, które w konsekwencji prowadziły do nieinterpretowalnych przedziałów (szerokość przedziałów była większa od 2).



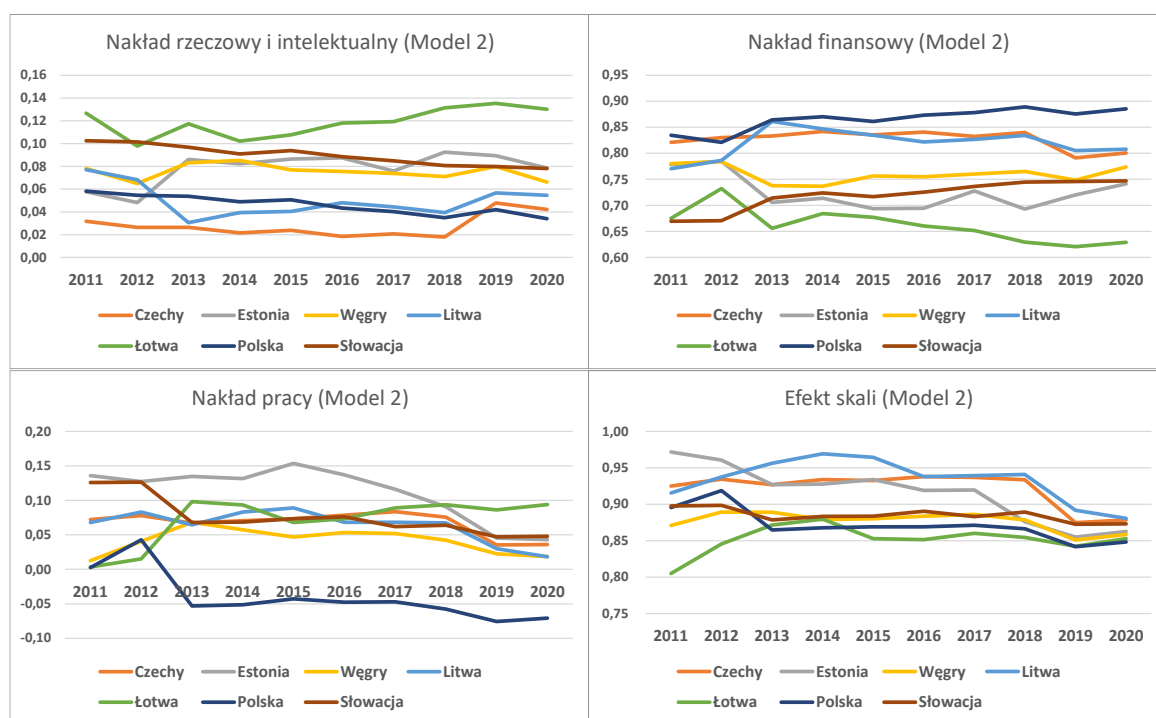
Rys. 5.3 Elastyczności dla typowego banku – wyniki wg modeli uproszczonych¹⁶⁸.

Rozkład ocen elastyczności w obserwacji był bardzo podobny we wszystkich rozważanych modelach i zgodny z wiedzą ekonomiczną. W przypadku wszystkich modeli (z wyjątkiem modelu 5.) , wartości uzyskane z poszczególnych modeli mieściły się w przedziałach ufności dla pozostałych. Najważniejszym nakładem w procesie produkcji był nakład finansowy, który należy interpretować jako główny „surowiec” wykorzystywany przez bank w procesie transformacji nakładów w produkt. Dla modeli 1.-4. wartość elastyczności względem tego nakładu wynosiła około 0,77 a dla modelu 5. była na bardzo wysokim poziomie 0,91. Zdecydowanie mniejszy udział w procesie produkcji miały dwa pozostałe nakłady, tj. nakład rzeczowy i intelektualny oraz nakład pracy. Dla modeli 1.-4. wartości elastyczności względem obu nakładów były bardzo podobne, rzędu 0,04-0,07. W przypadku modelu 5. elastyczność względem czynnika rzeczowego i intelektualnego jest ujemna (-0,04), więc rezultaty ten jest trudno interpretowalny. Może to wynikać ze słabego dopasowania oszacowanych parametrów do danych (logarytm wiarygodności tego modelu wynosił -403). Ujemna wartość tej charakterystyki była kompensowana przez relatywnie

¹⁶⁸ Źródło: opracowanie własne.

wysoką (w porównaniu do modeli 1.-4.) wartość elastyczności dla nakładu pracy (0,14). W połączeniu z bardzo wysoką wartością elastyczności dla nakładu finansowego, prowadziło do także wysokiej wartości efektu skali (1,01), podczas gdy w przypadku pozostałych modeli wartość ta była wyraźnie niższa (0,89). Stosunkowo duże różnice w poziomach elastyczności w modelu 5. w porównaniu do innych modeli w połączeniu z bardzo niską wartością logarytmu wiarygodności sugerują, że ten model nie daje zadowalających wyników. Założenia modelu 5. są zbyt silne i nieadekwatne w kontekście danych. Osłabienie tych założeń polegało na potraktowaniu nieefektywności jako efektu indywidualnego banku (modele 1.-4.) lub zróżnicowaniu nieefektywności poprzez funkcję dodatkowych czynników (model 7. rozważany w podrozdziale 5.3.).

Poniższe wykresy przedstawiają zmianę w czasie elastyczności oszacowanej dla obserwacji przeciętnej z każdego kraju i roku. Dla uproszczenia analiza jest ponownie przeprowadzona tylko dla modelu 2.



Rys. 5.4 Elastyczności dla typowego banku na poziomie kraju – wyniki na podstawie modelu 2¹⁶⁹.

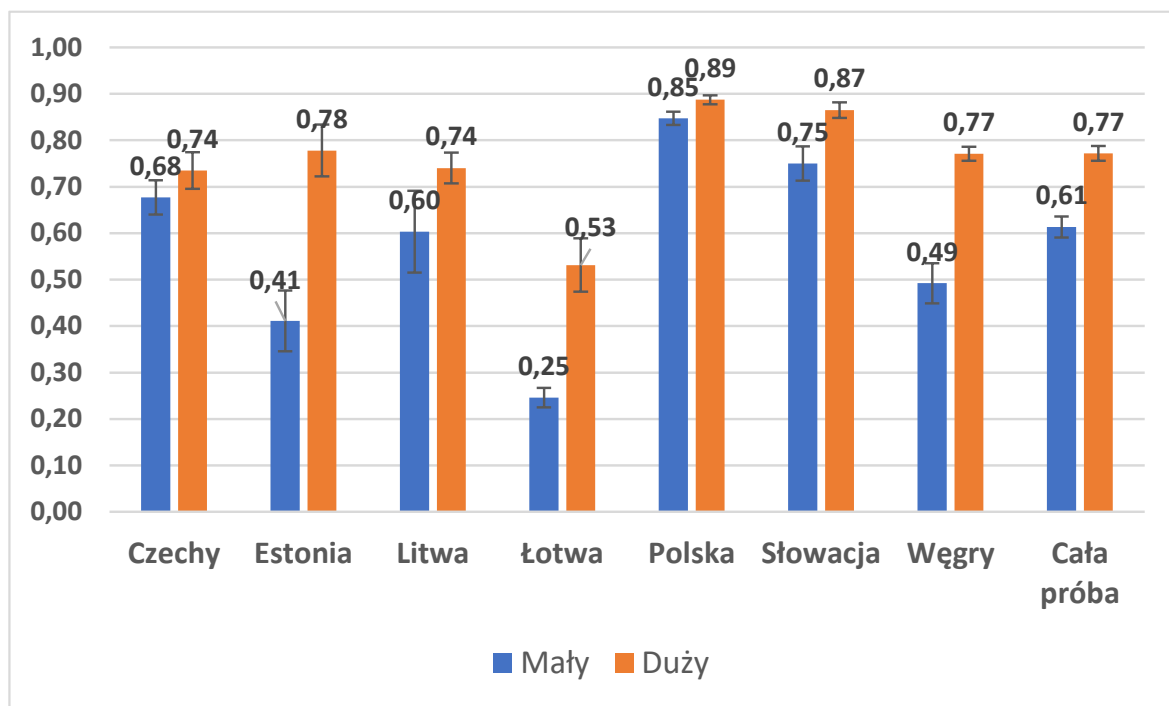
W przypadku wszystkich nakładów i dla poszczególnych krajów wyniki te były relatywnie podobne i spójne. W przypadku elastyczności względem pracy można zauważyć, że dla Polski przyjmowała ona wartości ujemne niemalże w całym badanym okresie. Prawdopodobnie jest to rezultat procesu redukcji zatrudnienia w polskim sektorze

¹⁶⁹ Źródło: opracowanie własne.

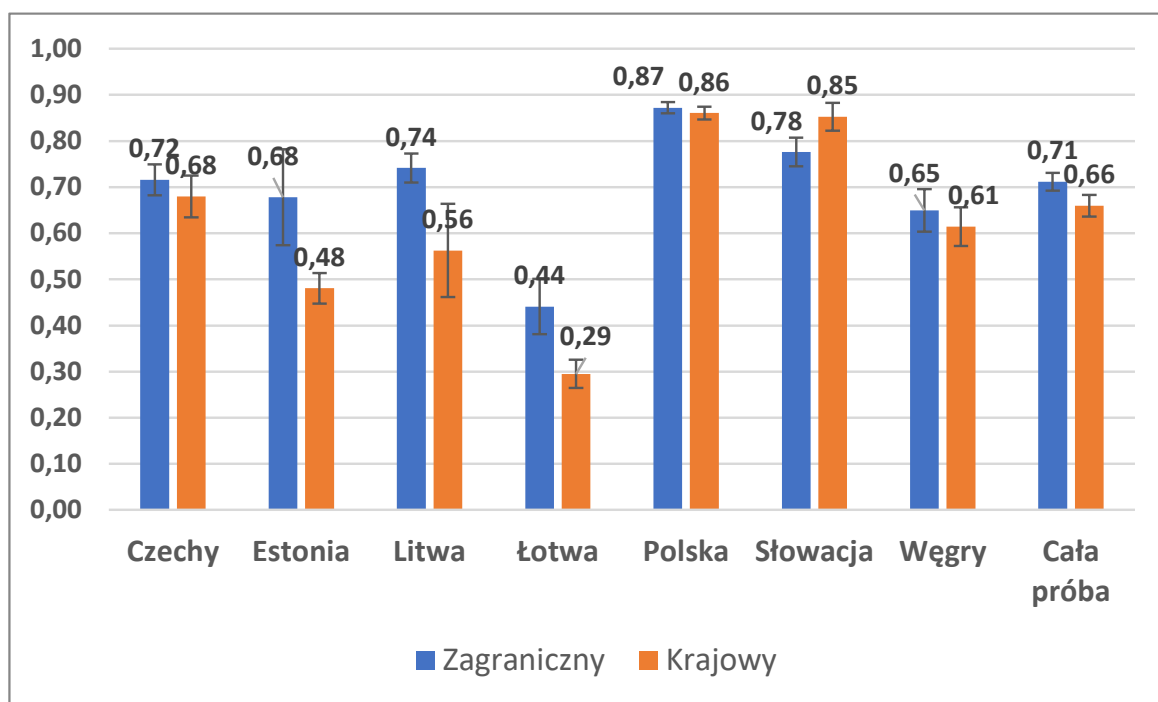
bankowym, który trwa co najmniej od 2011 roku¹⁷⁰. W przypadku współczynnika efektu skali można zauważyć, że w początkowym okresie różnił się on wyraźnie pomiędzy poszczególnymi krajami, jednakże z każdym kolejnym okresem wartości były coraz bardziej podobne. Co ważne, w całym badanym okresie mieliśmy do czynienia z malejącym efektem skali dla wszystkich krajów i we wszystkich przypadkach (z wyjątkiem Łotwy) można zauważyć trend malejący. W 2011 roku wynosił on przeciętnie 0,89, natomiast w 2020 roku był równy 0,86

We wstępie do niniejszej pracy sformułowano hipotezę, że poziom efektywności technicznej banków jest uzależniony od pewnych determinant opisujących środowisko makroekonomiczne i rynkowe, w jakim działa bank, oraz od jego pozycji na rynku (hipoteza 4.). Formalne testowanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem modelu 7., który umożliwia uwzględnienie tych determinant w procesie estymacji parametrów. Jednakże warto również ją przeanalizować poprzez porównanie poziomów efektywności, dzieląc próbę badawczą na dalsze podgrupy. Na potrzeby tej analizy podzielono banki ze względu na a) pochodzenie kapitału dominującego (krajowy lub zagraniczny) oraz b) czy jest on „duży” czy „mały” na rynku, na którym działa. Hipotezy o wpływie tych cech na efektywność banków są również poddawane analizie w literaturze. Ponadto zmienne te mają charakter dychotomiczny, co umożliwia proste podzielenie oryginalnej próby badawczej. Dla tak stworzonych podgrup oszacowano przeciętne poziomy efektywności technicznej wraz z 95-procentowymi przedziałami ufności dla średnich. Wyniki są zaprezentowane na wykresach poniżej.

¹⁷⁰ Por. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2015 roku*, Warszawa 2016 (Tabela 1); Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2017 roku*, Warszawa 2018 (Tabela 1); Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2018 roku*, Warszawa 2019 (Tabela 5) i Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Informacja na temat sytuacji sektora bankowego w 2020 roku*, Warszawa 2021 (Wykres 4).



Rys. 5.5 Przeciętne poziomy efektywności dla banków dużych i małych – wyniki na podstawie modelu 2¹⁷¹.



Rys. 5.6 Przeciętne poziomy efektywności dla banków ze względu na pochodzenie kapitału dominującego – wyniki na podstawie modelu 2¹⁷².

Na podstawie uzyskanych wyników wyraźnie można zauważyć, że banki „duże” charakteryzowały się wyższym poziomem efektywności technicznej. Różnice pomiędzy

¹⁷¹ Źródło: opracowanie własne.

¹⁷² Źródło: opracowanie własne.

poszczególnymi grupami wykraczały poza oszacowane przedziały ufności. W przypadku pochodzenia kapitału dominującego wyniki te nie były tak jednoznaczne. Można zauważyć, że dla wszystkich krajów i całej próby banki, które należą do zagranicznego inwestora, charakteryzują się przeciętnie większym poziomem efektywności technicznej, jednakże różnica ta była o wiele mniejsza niż w przypadku podziału na banki duże i małe. Dla banków działających na rynkach czeskim, polskim i węgierskim różnice te mieściły się w oszacowanych przedziałach ufności. Natomiast w przypadku Słowacji to banki z kapitałem narodowym charakteryzowały się wyższym poziomem efektywności.

5.3. Wpływ determinant na zróżnicowanie nieefektywności

W poprzednim podrozdziale zostały przedstawione wyniki dla modeli uproszczonych, w których zakłada się, że nieefektywność banku jest niezależna od sytuacji makroekonomicznej, rynkowej, wewnętrznej struktury organizacyjnej lub też wyników finansowych banku. Jednym ze sposobów osłabienia tego założenia jest uwzględnienie potencjalnych determinant wyjaśniających zróżnicowanie nieefektywności, zmieniającej się w badanych latach i pomiędzy bankami. W tym celu został wykorzystany model 7., w którym nieefektywność ma rozkład normalny ucięty i parametr położenia tego rozkładu jest funkcją dodatkowych ustalonych czynników (determinant nieefektywności). Jako punkt odniesienia dla tego modelu został wykorzystany model 6., w którym nieefektywność także ma ten sam rozkład, jednakże parametr położenia rozkładu jest wspólny dla wszystkich obserwacji w próbie, czyli jedyną determinantą jest stała, która odpowiada wspólnemu wyrazowi wolnemu. W ten sposób model 6. jest szczególnym przypadkiem pierwszego modelu, więc z pomocą testu LR można dokonać porównania obu specyfikacji w kontekście danych.

Początkowy zbiór potencjalnych determinant obejmował 51 indywidualnych zmiennych oraz grupę zmiennych informujących o kraju, w którym działa bank oraz o jego specjalizacji. Pełna lista rozważanych determinant została zaprezentowana w podrozdziale 3.3. Niezbędnym było zastosowanie procedury wyboru tych determinant, które najlepiej opisują badane zjawisko. Została ona szczegółowo opisana w podrozdziale 5.1. Poniższa tabela przedstawia wyniki z analizy wieloczynnikowej oraz oceny adekwatności ekonomicznej modelu. Oddzielne raportowanie wyników z analizy jednoczynnikowej nie wydaje się konieczne, gdyż jej jedynym celem było wybranie tych transformacji zmiennych makroekonomicznych, które najlepiej opisują badane zjawisko. Ponadto na podstawie

wyników testów zdecydowano się zostawić zmienne informujące o kraju, w którym działa bank.

Tabela 5-5 Proces doboru determinant nieefektywności - model 7.

Proces doboru determinant nieefektywności					
1) Analiza wieloczynnikowa – testowanie					
Krok	Determinanta		Logarytm wiarygodności		
	Nazwa zmiennej	<i>p-value</i>	Przed usunięciem zmiennej	Po usunięciu zmiennej	<i>p-value</i> testu LR
1.	Stopa bezrobocia (różnica rok do roku)	1,00	208,70	208,70	1,00
2.	Poziom inflacji (ustandaryzowany, opóźnienie o 1 rok)	0,64	208,70	208,60	0,65
3.	Rentowność kapitału własnego (ROE)	0,53	208,60	208,44	0,58
4.	Wskaźnik Herfindahla-Hirschmana	0,36	208,44	208,06	0,38
5.	Indeks cen nieruchomości HPI (różnica rok do roku, opóźnienie o 1 rok)	0,47	208,06	207,77	0,45
6.	Poziom koncentracji	0,39	207,77	207,44	0,42
7.	Udział złych kredytów w portfelu kredytowym	0,25	207,44	206,80	0,26
2) Ocena adekwatność ekonomicznej uzyskanego modelu					
Krok	Zmienna	Komentarz			
8.	PKB (różnica rok do roku, ustandaryzowany, opóźnienie o 1 rok)	Oszacowany parametr miał wartość dodatnią, co oznaczało, że wzrost wartości PKB prowadzi do wzrostu wartości nieefektywności Zmienna usunięta, ze względu na nieinterpretowalny znak parametru ¹⁷³ .			
9.	PKB per capita (różnica rok do roku, ustandaryzowany, opóźnienie o 1 rok)	Po redukcji dokonanej w kroku 8., parametr przyjął wartość dodatnią. W konsekwencji zdecydowano się go usunąć ze względu na nieinterpretowalny wynik.			
3) Końcowy wynik					
Krok	Liczba determinant		Logarytm wiarygodności		
	Początkowy model	Końcowy model	Początkowy model	Końcowy model	<i>p-value</i> testu LR
10.	17	8	208,70	203,82	0,37

Źródło: opracowanie własne.

¹⁷³ W przypadku pogorszenia się warunków makroekonomicznych, banki będą skłonne ograniczyć akcję kredytową, aby zmniejszyć poziom potencjalnego ryzyka por. np. J. Hull, *Zarządzanie ryzykiem...*, dz. cyt., s. 621. Ponadto oszacowany parametr jest niezgodny z obserwowaną procyklicznością działalności kredytowej banków por. np. P.P. Athanasoglou, I. Daniilidis, M. Delis, *Bank procyclicality and output: Issues and policies*, „Journal of Economics and Business”, nr 72/2014, s. 58–83.

Po przeprowadzeniu analizy wieloczynnikowej usunięto siedem potencjalnych determinant. Zdecydowaną większość z nich stanowiły zmienne informujące o sytuacji makroekonomicznej lub rynkowej. Jedynym usuniętym wskaźnikiem finansowym był ten, który informował o udziale złych kredytów w portfelu kredytowym banku. W przypadku oceny adekwatności ekonomicznej uzyskanych parametrów, napotkano problem interpretowalności znaków oszacowanych parametrów dla transformacji PKB. Biorąc pod uwagę, że oceny parametrów wskazujące, że gorsze warunki makroekonomiczne prowadzą do większej efektywności technicznej, nie są nieinterpretowalne¹⁷⁴, zdecydowano się usunąć te determinanty z ostatecznego zbioru czynników opisujących zjawisko nieefektywności. W konsekwencji uzyskano osiem determinant nieefektywności, które na podstawie przyjętej procedury statystycznej najlepiej opisują badane zagadnienie i jednocześnie spełniają kryteria ekonomiczne. Adekwatność przeprowadzonej procedury została potwierdzona przez wynik testu logarytmu wiarygodności, który porównywał najbardziej ogólny model uzyskany na podstawie analizy jednoczynnikowej z końcowym, zredukowanym modelem. Graniczny poziom istotności (*p-value*) przeprowadzonego testu wynosi 0,37, co oznacza, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, że wskazane zmienne nie niosą istotnej informacji o badanych zależnościach.

Oceny parametrów wraz z *p-value* (w nawiasach) dla modeli 6. i 7. są przedstawione w tabeli poniżej.

Tabela 5-6 Oceny parametrów modeli z determinantami nieefektywności i bez determinant.

Parametry	Model 6.	Model 7.
Wyraz wolny	0,23 (0,68)	0,24 (0,00)
N. rzeczowy i intelektualny (RI)	-0,04 (0,96)	0,04 (0,00)
N. finansowy (Fin)	0,91 (0,27)	0,84 (0,00)
N. pracy (L)	0,14 (0,87)	0,03 (0,02)
(RI) ²	-0,04 (0,92)	0,02 (0,01)
(Fin) ²	0,09 (0,77)	0,08 (0,00)
(L) ²	-0,04 (0,95)	-0,02 (0,01)
RI·Fin	-0,02 (0,98)	-0,09 (0,00)
RI·L	0,12 (0,88)	0,02 (0,12)
Fin·L	-0,05 (0,94)	0,04 (0,00)
Wyraz wolny (nieefektywność)	-	-0,29 (0,49)
Czechy (0-1)	-	1,99 (0,00)
Estonia (0-1)	-	3,11 (0,00)
Węgry (0-1)	-	2,43 (0,00)

¹⁷⁴ Znak ujemny dla PKB mógłby być adekwatny w przypadku pomiaru nieefektywności kosztowej banków, ponieważ w trakcie recesji banki będą szukały oszczędności, aby zredukować wpływ spowolnienia gospodarczego na wyniki finansowe. Niemniej jednak zagadnienie to nie jest rozpatrywane w niniejszej pracy.

Parametry	Model 6.	Model 7.
Łotwa (0-1)	-	2,78 (0,00)
Litwa (0-1)	-	2,53 (0,00)
Słowacja (0-1)	-	1,96 (0,00)
Strefa Euro (0-1)	-	-0,22 (0,05)
Zyski zatrzymane/Kapitał własny	-	0,01 (0,00)
Kredyty/Depozyty	-	-2,19 (0,00)
Rentowność aktywów (ROA)	-	-6,9 (0,00)
Kapitał własny/Aktywa ogółem	-	-0,98 (0,01)
Kapitał narodowy (0-1)	-	-0,15 (0,00)
Stopa referencyjna banku centralnego	-	-0,1 (0,00)
Pozycja rynkowa (wielkość): Duży (0-1)	-	-0,55 (0,00)
σ^2	0,33 (0,70)	0,16 (0,00)
γ	0,89 (0,34)	0,95 (0,00)
μ	-0,03 (0,98)	-0,60 ¹⁷⁵
Dodatkowe statystyki		
Logarytm wiarygodności	-402,32	203,82
Średnia efektywność	0,72	0,75
Efekt skali (błąd)	1,01 (0,30)	0,91 (0,01)
Test ilorazu wiarygodności		
Chi2 (<i>p-value</i>): C-D vs. translog	158,5 (0,00)	534,05 (0,00)

Zródło: opracowanie własne

Można zaobserwować, że wprowadzenie determinant istotnie poprawia właściwości statystyczne modelu, tj. wartość logarytmu wiarygodności dla tego modelu (7.) wynosi 203,82, gdy w przypadku modelu bez determinant (6.) jest dużo niższa i równa -402,32. Zatem dalsza redukcja modelu 7. do modelu 6. byłaby bezzasadna, o czym świadczy znacząca różnica logarytmów wiarygodności. Poprawiła się także statystyczna istotność poszczególnych parametrów w tym pierwszym modelu, gdy tymczasem w przypadku modelu bez determinant wszystkie parametry charakteryzują się bardzo dużym błędem estymacji, co skutkuje wysokim *p-value* statystyki testowej dla hipotezy $\beta_j = 0$. Ponadto można zaobserwować, że jeden z kluczowych elementów, tj. elastyczność względem nakładu rzeczowego i intelektualnego dla typowego banku była ujemna. Sugeruje to, że zwiększenie tego nakładu zmniejsza ogólną wielkość produktu bankowego. Po wprowadzeniu determinant, niemalże wszystkie parametry są istotne statystycznie i pierwsze trzy (pominąwszy wyraz wolny) parametry są dodatnie, co jest zgodne z teorią ekonomiczną. W modelu 7., ocena parametru przy kwadracie nakładu pracy była ujemna, więc jest spełniony warunek wystarczający dla prawa malejącego produktu krańcowego.

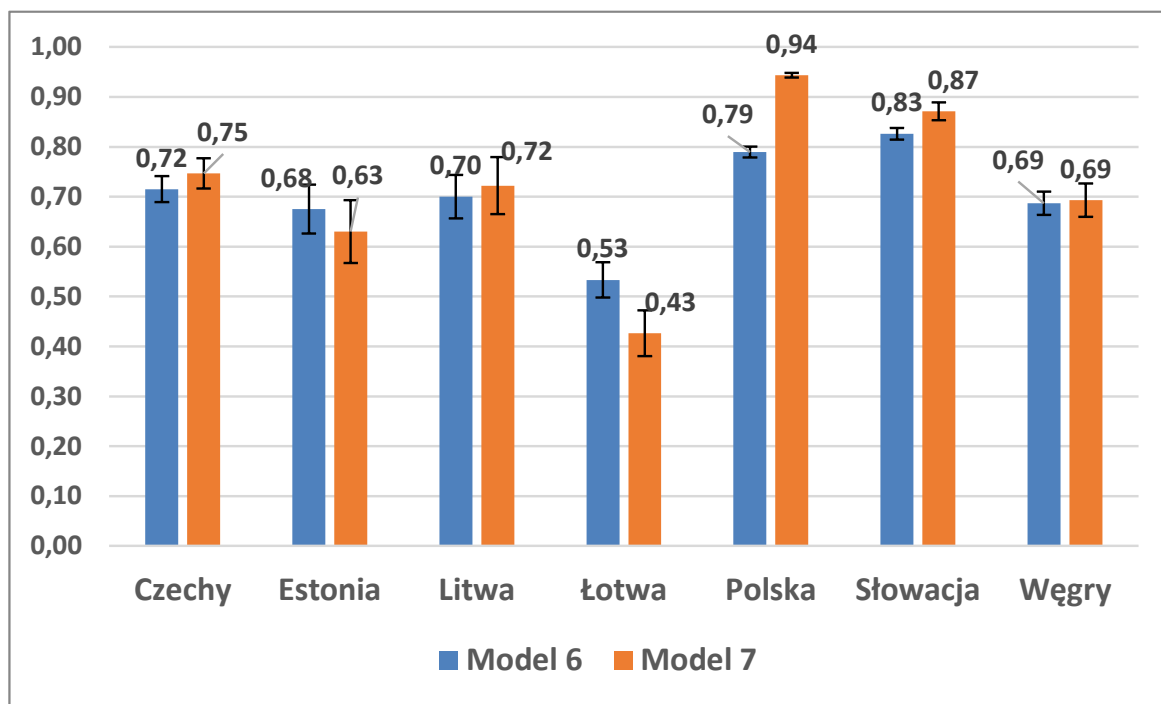
¹⁷⁵ Wartość średnia dla wszystkich obserwacji w próbie.

W przypadku wybranych determinant nieefektywności, te istotne obejmowały głównie wskaźniki finansowi opisujące strukturę finansową banków. Jedynym wyjątkiem jest zmienna informująca o przynależności do strefy Euro oraz zmienne dychotomiczne wskazujące, w którym kraju działa bank, a także zmienna informująca o stopie referencyjnej banku centralnego. Ocena parametru dla zmiennej „Euro” ma znak ujemny, co oznacza, że sektory bankowe w krajach, które należą do strefy Euro charakteryzowały się mniejszym poziomem nieefektywności. W przypadku zmiennej informującej, w którym kraju działa bank, wszystkie oceny parametrów mają znak dodatni. Zmienną referencyjną jest „Polska”, czyli banki we wszystkich pozostałych krajach są przeciętnie mniej efektywne niż w Polsce. W przypadku zmiennej informującej o stopie referencyjnej banku centralnego, oszacowany parametr miał znak ujemny, tj. wzrost stóp procentowych prowadzi do spadku poziomu nieefektywności. Cały badany okres charakteryzował się bardzo niskim poziomem stóp procentowych w analizowanych krajach i banki w krajach o wyższej stopie referencyjnej były mniej efektywne od tych działających w warunkach niższych stóp. Ponadto uzyskane wyniki wskazują, że banki z większym udziałem kapitału własnego charakteryzują się wyższym poziomem efektywności. Podsumowując, wykorzystana procedura doboru zmiennych wskazała, że to czynniki swoiste istotnie wpływają na poziom efektywności technicznej, podczas gdy środowisko makroekonomiczne i rynkowe, w jakim działa bank, nie przekładają się na jego sprawność działania. Ten rezultat częściowo potwierdza postawioną na wstępie hipotezę, że efektywność techniczna banków jest uzależniona od pewnych determinant opisujących środowisko makroekonomiczne i rynkowe (konkurencyjne), w jakim działa bank, oraz od jego pozycji na rynku. Dodatkowe porównanie średniej efektywności banków ze względu na ich pozycję rynkową (duży/mały) a także ze względu na pochodzenie kapitału narodowego jest przedstawione na końcu tego podrozdziału.

Podobnie jak w przypadku konkluzji dla modeli uproszczonych, uzyskane wyniki umożliwiają potwierdzenie hipotez pierwszej i drugiej, które zostały sformułowane we wstępie do niniejszej pracy. Banki nie działają w pełni efektywnie i zjawisko to można uchwycić z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych (hipoteza 1.). Ponadto w przypadku obu rozważanych modeli, test ilorazu wiarygodności zdecydowanie wskazał, że dane odrzucają hipotezę, która mówiła, iż do opisu procesu produkcji wystarczy funkcja typu Cobba i Douglasa (hipoteza 2.).

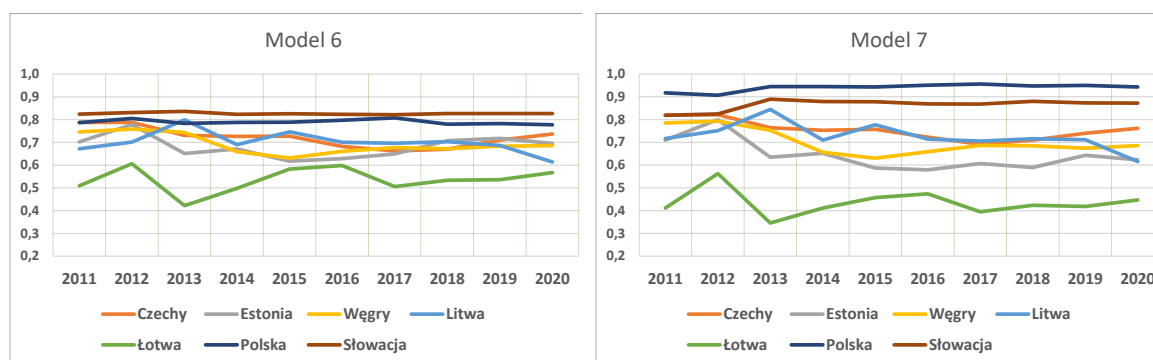
Poniższe wykresy przedstawiają porównanie przeciętnego poziomu efektywności banków w poszczególnych państwach pomiędzy oboma modelami. Można zauważyć, że

wprowadzenie determinant tylko w przypadku trzech państw (Łotwy, Polski i Słowacji) istotnie wpłynęło na poziom efektywności. W przypadku Łotwy wartość ta spadła o przeciętnie 0,1, natomiast w przypadku Polski – wzrosła o 0,15. W przypadku Słowacji jest to wzrost o 0,04, co nominalnie zdaje się nie być dużą zmianą, jednakże przedziały ufności dla tego sektora bankowego są relatywnie małe. Ranking efektywności banków był niemalże identyczny w obu modelach: najbardziej efektywne są banki z Polski i Słowacji (0,94 i 0,87), następnie banki z Litwy i Czech (0,75 i 0,72), Węgier i Estonii (0,69 i 0,63), a najmniej efektywnym sektorem bankowym charakteryzuje się Litwa (0,43). Oszacowane przedziały ufności wskazują, że jedynie w przypadku par Czechy i Litwa oraz Węgry i Estonia nie ma statystycznie istotnej różnicy w przeciętnych poziomach efektywności, tj. mieści się ona w przedziałach ufności oszacowanych dla poszczególnych krajów. Dominująca pozycja polskiego sektora bankowego ze względu na jego poziom efektywności technicznej jest również potwierdzona przez oszacowane parametry. Wnioski te, tj. statystyczna istotność parametrów informujących o kraju, w którym działa bank oraz istotnie statystycznie różnice pomiędzy przeciętnymi poziomami efektywności w poszczególnych krajach, pozwalają potwierdzić hipotezę o istotnych różnicach w poziomie efektywności sektorów bankowych w poszczególnych krajach. Na poziomie poszczególnych obserwacji ranking efektywności również jest bardzo podobny, gdyż dla całego zbioru danych współczynnik korelacji rang Spearmana wynosi 0,75.



Rys. 5.7 Różnice w poziomach średniej efektywności technicznej – porównanie wyników z modelu z determinantami nieefektywności (7.) i bez (6.) – analiza statyczna¹⁷⁶.

W przypadku analizy zmian przeciętnej efektywności w badanym okresie i w podziale na kraje można zauważyć, że w modelu 6. wskaźnik ten jest bardzo podobny dla wszystkich krajów i jest relatywnie stały w czasie. Wprowadzenie determinant prowadzi do istotnego rozróżnienia w efektywności technicznej i pozwala zauważyć trzy grupy państw: 1) Polska i Słowacja - najbardziej efektywne; 2) Czechy, Litwa, Estonia i Węgry w środku wykresu oraz 3) Łotwa - najmniej efektywna. Wprowadzenie determinant generalnie spowodowało wzrost efektywności w przypadku wszystkich państw z wyjątkiem Łotwy.

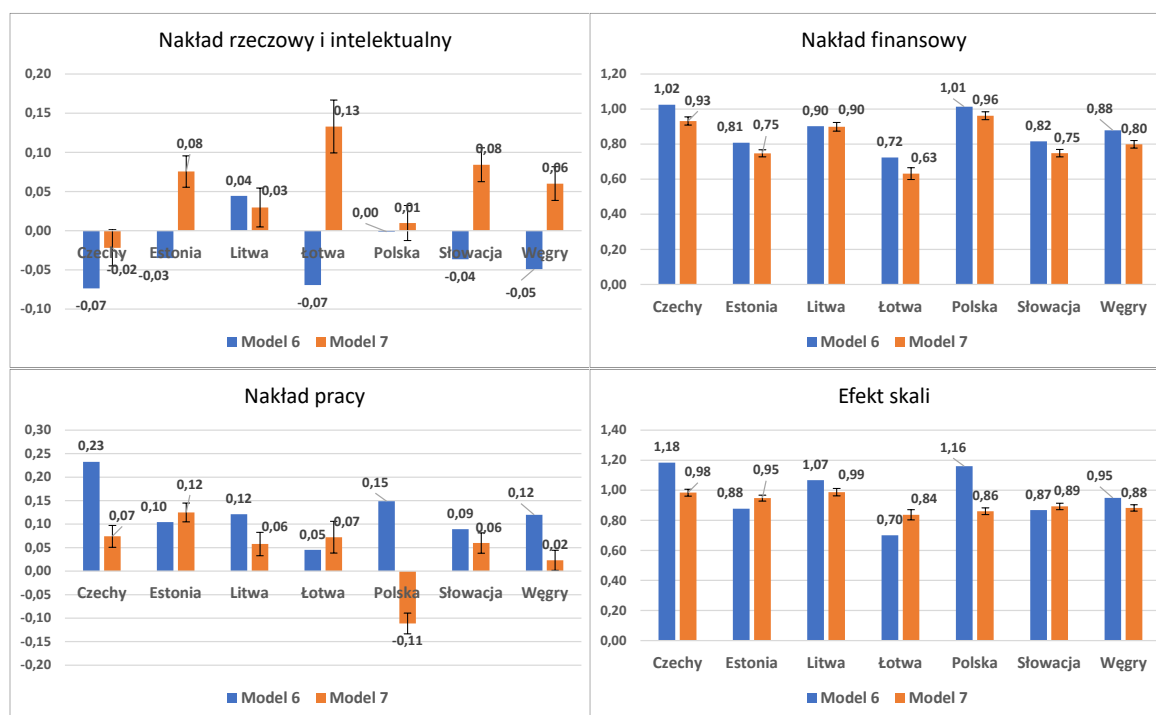


Rys. 5.8 Różnice w poziomach średniej efektywności technicznej – porównanie wyników z modelu z determinantami nieefektywności (7.) i bez (6.) - zmiana w czasie¹⁷⁷.

¹⁷⁶ Źródło: opracowanie własne.

¹⁷⁷ Źródło: opracowanie własne.

Ważnym źródłem informacji, z punktu widzenia opisu zależności między produktem bankowym a nakładami, są elastyczności produkcji względem poszczególnych czynników produkcji oraz efekt skali. Przedstawione wyniki, w ujęciu statycznym, jak i dynamicznym, zostały zaprezentowane dla typowego banku, dla którego wielkości nakładów są średnią geometryczną z wartości dla wszystkich obserwacji z danego kraju (analiza statyczna) lub też dla obserwacji z danego kraju i roku (analiza dynamiczna). Wyniki są zaprezentowane wraz z przedziałami ufności wokół ocen elastyczności¹⁷⁸.



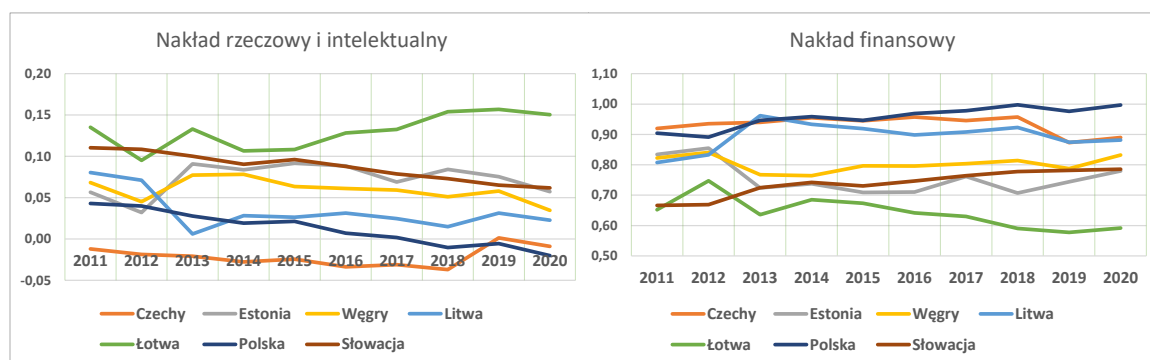
Rys. 5.9 Różnice w poziomach elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów i efekt skali – porównanie wyników z modelu z determinantami nieefektywności (7.) i bez (6.) - analiza statyczna¹⁷⁹.

Zgodnie z wiedzą ekonomiczną, najważniejszym nakładem w procesie produkcji dla banku był nakład finansowy, który można interpretować jako główny „surowiec”, z którego banki tworzą kredyty bezpośrednio udzielone konsumentom detalicznym i komercyjnym oraz inne aktywa w formie papierów wartościowych. W obu modelach przeciętna wartość elastyczności tego nakładu wynosiła 0,84 dla modelu z determinantami i 0,91 dla modelu bez determinant. Pozostałe dwa nakłady miały o wiele niższy wpływ na proces produkcji, tj. dla nakładu rzeczowego wartość elastyczności wynosiła około 0,04, a dla nakładu pracy 0,03. Można zauważyć, że wprowadzenie determinant istotnie stabilizuje oceny

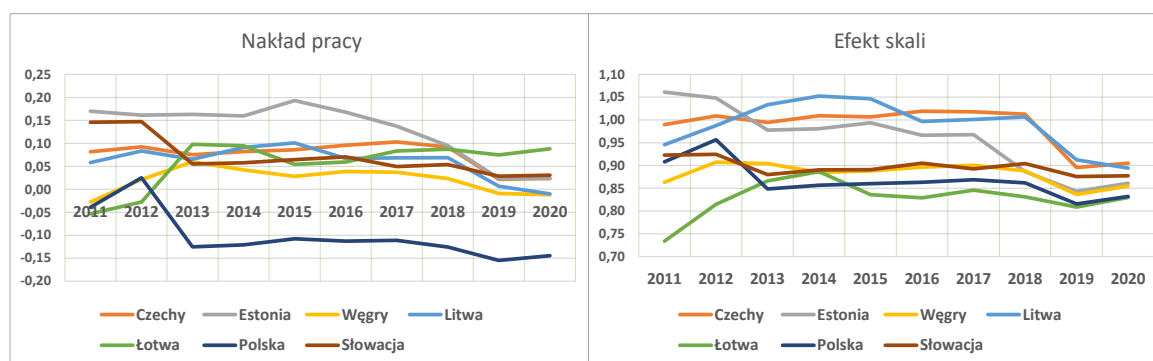
¹⁷⁸ W przypadku modelu 6 celowo ich nie zaprezentowano, ze względu na bardzo duże błędy estymacji, które w konsekwencji prowadzą do nieinterpretowalnych przedziałów (szerokość przedziału jest większa od 2).

¹⁷⁹ Źródło: opracowanie własne.

elastyczności względem nakładu rzeczowego. W modelu bez determinant elastyczności względem tego nakładu są ujemne dla niemalże wszystkich krajów, co nie jest w pełni interpretowalnym wynikiem. Po wprowadzeniu determinant jedynie w przypadku Czech mamy do czynienia z ujemną, ale bliską zera (-0,02) wartością tej elastyczności. W przypadku nakładu pracy elastyczności były dodatnie dla wszystkich krajów z wyjątkiem Polski, analogicznie jak w przypadku wyników pochodzących z modeli uproszczonych (por. podrozdział 5.2). Wynik ten jest zgodny postępującą redukcją zatrudnienia w sektorze bankowym, która trwa od 2011 roku¹⁸⁰, podczas gdy wielkość sektora mierzona aktywami ogółem istotnie rośnie w całym badanym okresie, por. podrozdział 3.5.1. W przypadku pomiaru efektu skali można zauważyć, że wprowadzenie determinant do modelu spowodowało mniejsze zróżnicowanie tego wskaźnika pomiędzy państwami i wynosił on przeciętnie 0,91, co wskazuje na malejące korzyści skali, więc banki są zbyt duże (prowadzą zbyt dużą działalność) w kontekście optymalnego (minimalnego) kosztu jednostkowego produkcji. Duży stopień podobieństwa wartości tego wskaźnika dla państw z krajów Europy Środkowo-Wschodniej jest oczekiwanym rezultatem, ponieważ można go interpretować jako wyznacznik stopnia „dojrzałości” rynku. Wszystkie państwa z tego regionu mają podobną historię ekonomiczną w ostatnich 30 latach, ponieważ proces urynkowienia gospodarki został rozpoczęty w podobnym momencie, więc ten rezultat potwierdza to, że te sektory bankowe są na podobnym poziomie rozwoju.



¹⁸⁰ Por. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2015 roku*, Warszawa 2016 (Tabela 1); Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2017 roku*, Warszawa 2018 (Tabela 1); Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2018 roku*, Warszawa 2019 (Tabela 5) i Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Informacja na temat sytuacji sektora bankowego w 2020 roku*, Warszawa 2021 (Wykres 4).



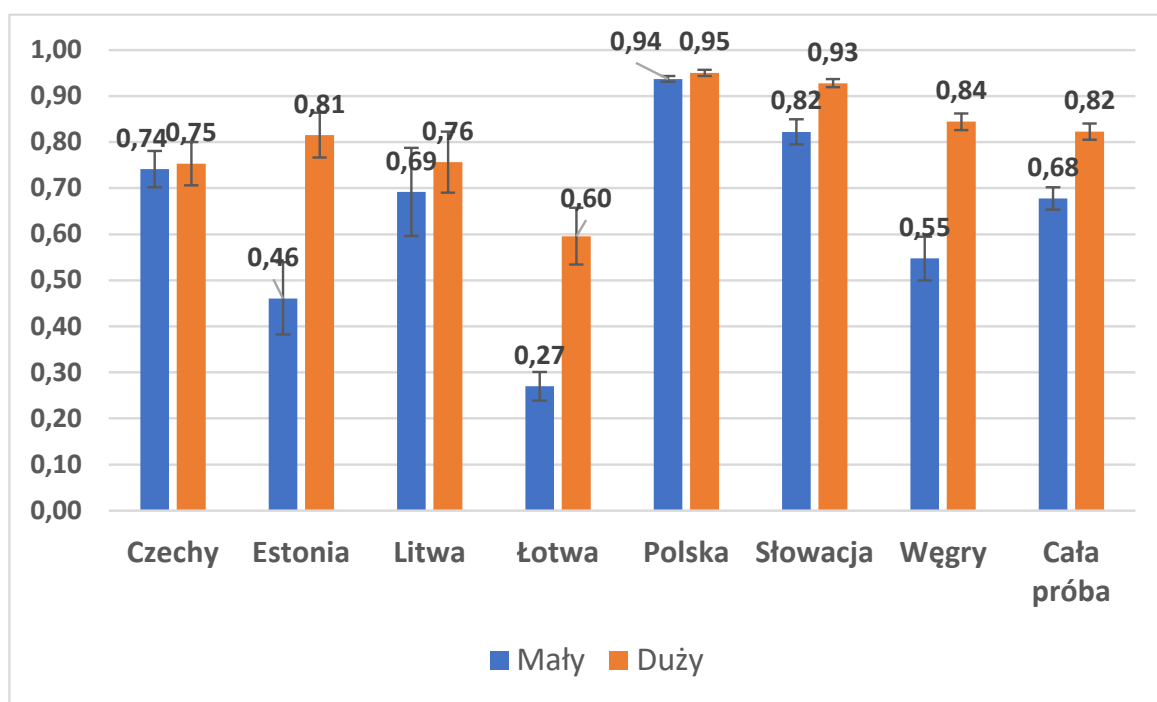
Rys. 5.10 Różnice w poziomach elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów i efekt skali – model z determinantami nieefektywności – porównanie wyników pomiędzy krajami¹⁸¹.

Analiza w ujęciu czasowym wskazuje, że udział nakładu finansowego i pracy w procesie produkcji był relatywnie stały w całym badanym okresie dla wszystkich państw, natomiast w przypadku nakładu rzeczowego i intelektualnego można zauważyć wyraźną tendencję malejącą w przypadku wszystkich krajów z wyjątkiem Łotwy. Interesujące jest to, że w początkowych okresach badania można zauważyć istotne różnice w poziomie efektu skali pomiędzy krajami, jednakże z każdym kolejnym rokiem te różnice są coraz mniejsze.

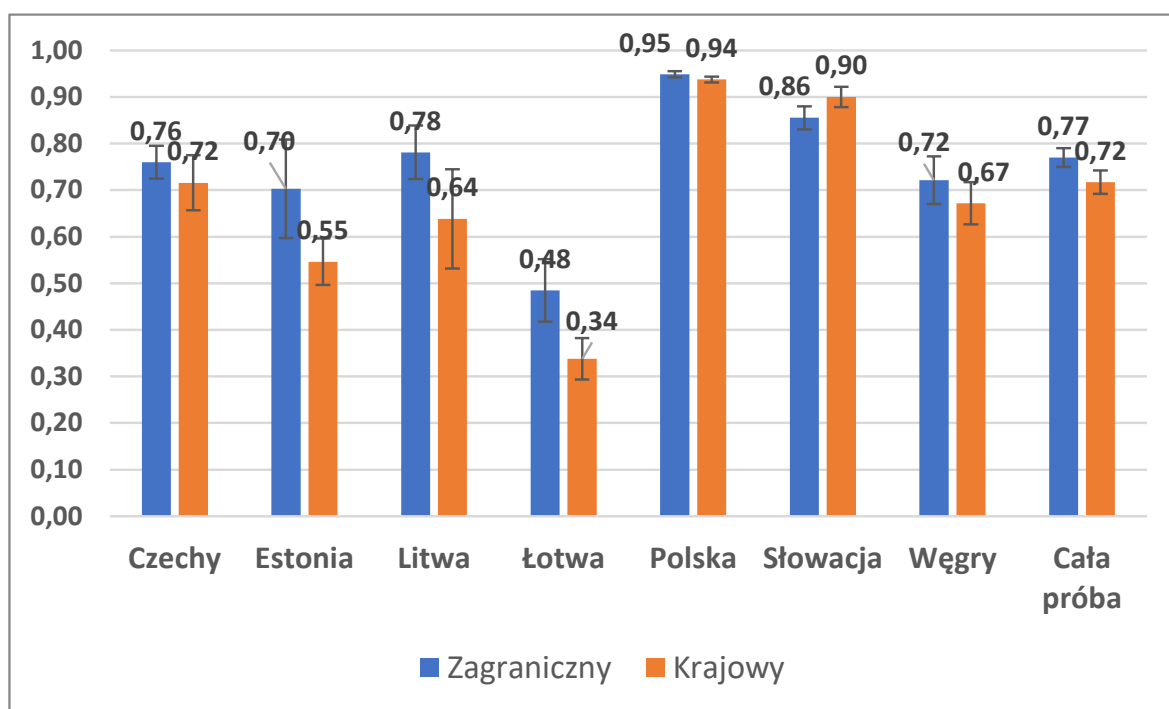
Testowanie parametrów wykazało, że środowisko makroekonomiczne i rynkowe, w którym działa bank, nie wpływało istotnie na jego poziom efektywności technicznej. Jednakże jego pozycja rynkowa (duży/mały) oraz pochodzenie kapitału dominującego (tj. krajowy lub zagraniczny) były istotnymi determinantami nieefektywności. Uzyskane znaki ocen parametrów wskazują, że banki duże i te z dominującym kapitałem krajowym charakteryzowały się większym poziomem efektywności. Mimo że ta druga zmienna (cecha) nie była uchwycona w postawionych na wstępie hipotezach, to jest ona przedmiotem badania innych autorów¹⁸². W konsekwencji w przypadku obu tych zmiennych zdecydowano się, analogicznie jak to miało miejsce w przypadku analizy dla modeli uproszczonych, na dodatkową analizę. Szczegółowe wyniki zamieszczone w poniższym rysunku prezentują zróżnicowanie przeciętnych wartości efektywności w podziale na banki duże i małe oraz w podziale na banki z dominującym kapitałem krajowym i zagranicznym w poszczególnych krajach oraz łącznie we wszystkich. Dodano także 95-procentowe przedziały ufności dla tych średnich.

¹⁸¹ Źródło: opracowanie własne.

¹⁸² Por. dyskusja w podrozdziale 3.3.3.



Rys. 5.11 Przeciętne wartości wskaźnika efektywności dla banków dużych i małych – wyniki na podstawie modelu 7¹⁸³.



Rys. 5.12 Przeciętne wartości wskaźnika efektywności dla banków ze względu na pochodzenie kapitału dominującego – wyniki na podstawie modelu 7¹⁸⁴.

Na podstawie uzyskanych wyników można zauważyć, że banki „duże” charakteryzują się wyższym poziomem efektywności technicznej. W przypadku wszystkich

¹⁸³ Źródło: opracowanie własne.

¹⁸⁴ Źródło: opracowanie własne.

krajów, z wyjątkiem Czech i Litwy, różnica pomiędzy poszczególnymi grupami wykracza poza oszacowane przedziały ufności dla średnich wskaźników. Ponadto w przypadku pochodzenia kapitału dominującego ponownie mamy do czynienia z wyższym przeciętnym poziomem efektywności banków z kapitałem zagranicznym (z wyjątkiem rynku słowackiego). Jednakże różnice te są mniejsze niż w przypadku podziału na banki duże i małe, bo oceny parametrów przy obu zmiennych wynoszą odpowiednio -0,15 i -0,55, co wskazuje, że siła wielkości banku była ponad trzykrotnie większa od wpływu pochodzenie kapitału.

5.4. Analiza wrażliwości wyników na pomiar produkcji i kapitału ludzkiego (nakładu pracy)

W prezentowanych powyżej badaniach dobór czynników produkcji został przeprowadzony zgodnie z tradycyjnym podejściem. W pracach empirycznych częstym problemem jest brak dostępu do danych, w tym przypadku chodzi o brak informacji dotyczących zatrudnieniu w bankach. Wykorzystanie aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy jest powszechnie stosowaną rozwiązaniem w badaniach empirycznych z zakresu efektywności sektora bankowego¹⁸⁵. Jednak wpływ tej aproksymacji na uzyskane wyniki w ramach funkcji produkcji według wiedzy autora nie był dotychczas przedmiotem badań. W celu sprawdzenia tego założenia postawiono następujące pytania badawcze:

- Czy dynamika zmian w czasie wielkości zatrudnienia i wielkości aktywów ogółem jest porównywalna?
- W jaki sposób wykorzystanie aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy wpływa na oceny parametrów granicznej funkcji produkcji?
- Czy alternatywna definicja nakładu pracy wpływa istotnie na przeciętne wartości wskaźnika efektywności oraz elastyczności?

Czy dynamika zmian w czasie wielkości zatrudnienia i wielkości aktywów ogółem jest porównywalna?

Nakład pracy ma na celu odzwierciedlenie wpływu „czynnika ludzkiego” w procesie produkcji. Klasyczne podejście definiuje nakład pracy jako wielkość zatrudnienia, które można także mierzyć poprzez czas pracy wszystkich zatrudnionych w danym roku (np. w godzinach)¹⁸⁶. Czy wykorzystanie aktywów ogółem, mimo że nie jest to w zgodzie

¹⁸⁵ Pełna dyskusja na temat jest przedstawiona w rozdziale 3.2.1.

¹⁸⁶ Koncepcja ta jest wykorzystana w badaniach autora poprzez przeskalowanie wielkości zatrudnienia w poszczególnych pracach przez przeciętne tygodniową liczbę godzin pracy w gospodarkach poszczególnych krajów. Szersza dyskusja na ten temat jest przedstawiona w rozdziale 3.2.1.

z teorią, może być alternatywnym pomiarem pracy, jeżeli dynamika zmian obu wielkości byłaby bardzo zbliżona? W celu odpowiedzi na to pytanie obliczono przeciętne poziomy wartości obu zmiennych dla każdego roku na poziomie poszczególnych państw, a następnie oszacowano współczynnik korelacji liniowej Pearsona między oboma szeregami (o wartościach w formie średnich arytmetycznych dla logarytmów), których przebiegi zaprezentowano na rysunkach.

Poniższa tabela prezentuje uzyskane mierniki korelacji wraz z statystyką testową testu t-Studenta oraz *p-value* (H1 oznacza, że korelacja jest dodatnia, tj. oba szeregi zmieniają się w tych samych kierunkach), a także przedziały ufności z współczynnikiem ufności na poziomie 95%¹⁸⁷.

Tabela 5-7 Korelacja liniowa Pearsona pomiędzy wielkością aktywów ogółem a zatrudnieniem (dla wartości średnich geometrycznych).

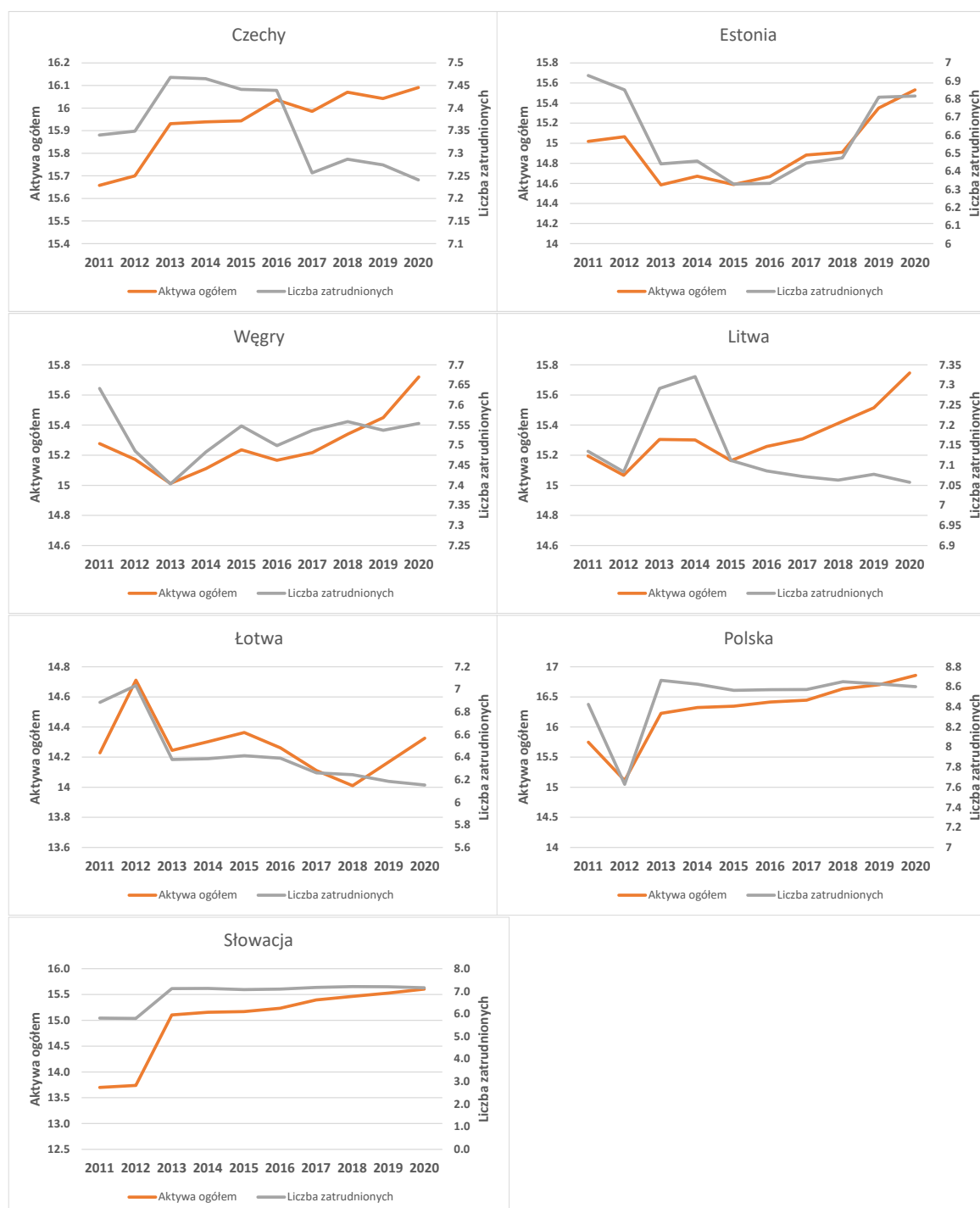
Państwo	Wartość korelacji (ρ)	Statystyka testowa (H0: $\rho=0$ vs. H1 $\rho>0$)	<i>p-value</i>	Dolny 95% przedział ufności	Górny 95% przedział ufności
Czechy	-0,21	-0,62	0,73	-0,74	0,48
Estonia	0,80	3,80	0,003	0,35	0,95
Węgry	0,55	1,87	0,05	-0,12	0,88
Litwa	-0,22	-0,63	0,73	-0,74	0,48
Łotwa	0,67	2,55	0,02	0,07	0,91
Polska	0,87	5,07	0,0002	0,54	0,97
Słowacja	0,98	14,55	$2 \cdot 10^{-8}$	0,92	1,00

Źródło: opracowanie własne.

Występują istotne różnice w poziomach korelacji pomiędzy poszczególnymi państwami, tj. dla Estonia, Polski i Słowacji poziom korelacji jest relatywnie wysoki (powyżej 0,8), dla Węgier i Łotwy jest on wciąż dodatni, chociaż znacznie mniejszy (0,55 i 0,67), natomiast metryka oszacowana dla Czech i Litwy jest ujemna, co wskazuje na przeciwny trend w obu szeregach. Ponadto dla tych dwóch krajów rezultaty testu t-Studenta wskazały, że nie ma podstaw od odrzucenia H0 na rzecz H1 mówiącej, że korelacja pomiędzy oboma zmiennymi jest dodatnia. Niemniej jednak wyniki te zostały oszacowane na bardzo małej próbie (10 obserwacji), a w konsekwencji oszacowania są obciążone bardzo dużym błędem estymacji, co powoduje, że przedziały ufności są bardzo szerokie (przeciętna szerokość przedziałów ufności wynosi 0,88 i w trzech przypadkach na

¹⁸⁷ Przedziały ufności zostały skonstruowane na podstawie transformacji Fishera, zob. np. A. Bishara, J. Li, T. Nash, *Asymptotic confidence intervals for the Pearson correlation via skewness and kurtosis*, „British Journal of Mathematical and Statistical Psychology” nr 71/2017, s. 167-185.

siedem zawiera wartość zero). W rezultacie wyniki te nie są w pełni przekonujące, wskazują raczej, że dynamiki zmian obu alternatywnych nakładów pracy są bardzo podobne jedynie w trzech krajach na siedem będących przedmiotem badań.



Rys. 5.13 Przeciętna wielkość aktywów ogółem a przeciętne zatrudnienie – zmiana w czasie (dla wartości średnich geometrycznych)¹⁸⁸.

¹⁸⁸ Źródło: opracowanie własne.

W przypadku wszystkich krajów, z wyjątkiem Estonii, dynamika zmian pomiędzy wielkością aktywów ogółem a wielkością zatrudnienia jest zdecydowanie inna. Mimo że poszczególne linie są relatywnie zbliżone do siebie, to można zauważyć, że monotoniczność poszczególnych szeregów jest inna, np. w przypadku Polski wielkość aktywów ogółem istotnie rośnie od 2013 roku, natomiast wielkość zatrudnienia jest relatywnie stabilna pomiędzy 2013 a 2020 rokiem. Biorąc pod uwagę miary korelacji obarczone bardzo dużym błędem pomiaru oraz różne trendy zmian w czasie obu szeregów czasowych, można dojść do wniosku, że wielkość aktywów ogółem i poziom zatrudnienia w bankach nie podlegają tym samym zmianom w czasie.

Jak wykorzystanie aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy wpływa na oceny parametrów?

Już w pierwszych pracach naukowych, w których wykorzystano wielkość aktywów ogółem jako substytut nakładu pracy, autorzy wskazują, że ta aproksymacja musi mieć jakiś wpływ na uzyskane oceny parametrów. Aby przeanalizować to zagadnienie, oszacowano parametry modeli, w których jest wykorzystana dyskutowana aproksymacja i następnie porównano uzyskane oceny dla parametrów (oznaczonych przez $\tilde{\beta}_i$) z oszacowaniami uzyskanymi dla modeli z tą samą formą funkcyjną, gdzie nakład pracy jest wyrażony poprzez zatrudnienie (β_i). W celu porównania istotności różnic ocen obu parametrów wykorzystano test dla dwóch średnich, tj. test Welsha¹⁸⁹, gdzie H_0 mówi, że nie ma statystycznie istotnych różnic pomiędzy parametrami w obu modelach ($\beta_i = \tilde{\beta}_i$), natomiast H_1 głosi, że oba parametry są istotnie różne od siebie ($\beta_i \neq \tilde{\beta}_i$). Jeżeli *p-value* przeprowadzonego testu jest duża (np. większa niż 0,1), to wielkość aktywów ogółem jest dobrym substytutem pracy. Analiza została przeprowadzona dla modeli 1.-6. (pełna definicja poszczególnych modeli jest zaprezentowana w podrozdziale 4.1.).

Tabela 5-8 Wpływ wykorzystania aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy na oceny parametrów.

Model	Parametr	Ocena parametru (aktywa ogółem)	Ocena parametru (zatrudnienie)	Statystyka testowa	<i>p-value</i>
1.	Wyraz wolny	0,38	0,42	19,43	0,00
	Nakład rzeczowy i intelektualny (RI)	0,06	0,07	16,04	0,00
	Nakład finansowy (Fin)	0,04	0,77	212,20	0,00
	Nakład pracy (L)	0,85	0,05	-223,34	0,00
	(RI) ²	0,005	0,01	29,20	0,00

¹⁸⁹ M. Sobczyk, Statystyka, aspekty praktyczne I teoretyczne, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006, s. 125-131.

Model	Parametr	Ocena parametru (aktywa ogółem)	Ocena parametru (zatrudnienie)	Statystyka testowa	<i>p-value</i>
	(Fin) ²	-0,08	0,04	126,75	0,00
	(L) ²	-0,23	-0,02	75,03	0,00
	RI·Fin	-0,01	-0,05	-20,71	0,00
	RI·L	0,03	0,01	-9,73	0,00
	Fin·L	0,29	0,03	-75,68	0,00
	σ^2	0,32	0,54	73,14	0,00
	γ	0,90	0,93	53,72	0,00
Model 2.	Wyraz wolny	0,33	0,35	11,87	0,00
	RI	0,05	0,06	18,10	0,00
	Fin	0,05	0,78	213,59	0,00
	L	0,85	0,04	-229,70	0,00
	(RI) ²	0,005	0,02	34,57	0,00
	(Fin) ²	-0,09	0,05	135,41	0,00
	(L) ²	-0,25	-0,01	83,38	0,00
	RI·Fin	-0,02	-0,05	-19,19	0,00
	RI·L	0,03	0,003	-14,22	0,00
	Fin·L	0,32	0,04	-82,80	0,00
	σ^2	0,97	1,76	58,55	0,00
	γ	0,97	0,98	38,50	0,00
	μ	-1,93	-2,62	-33,69	0,00
	Model 3.	Wyraz wolny	0,38	0,42	24,14
RI		0,06	0,07	9,70	0,00
Fin		0,03	0,76	214,23	0,00
L		0,87	0,06	-226,66	0,00
(RI) ²		0,01	0,01	23,59	0,00
(Fin) ²		-0,09	0,04	132,76	0,00
(L) ²		-0,24	-0,02	77,57	0,00
RI·Fin		-0,00	-0,05	-24,34	0,00
RI·L		0,02	0,01	-3,49	0,00
Fin·L		0,31	0,03	-80,53	0,00
σ^2		0,33	0,53	65,77	0,00
γ		0,90	0,93	46,58	0,00
η		-0,01	0,00	59,56	0,00
Model 4.		Wyraz wolny	0,33	0,35	17,41
	RI	0,05	0,06	14,69	0,00
	Fin	0,05	0,78	213,62	0,00
	L	0,86	0,05	-229,72	0,00
	(RI) ²	0,01	0,01	28,73	0,00
	(Fin) ²	-0,09	0,04	139,77	0,00
	(L) ²	-0,26	-0,01	86,94	0,00
	RI·Fin	-0,01	-0,05	-22,09	0,00

Model	Parametr	Ocena parametru (aktywa ogółem)	Ocena parametru (zatrudnienie)	Statystyka testowa	p-value
	RI·L	0,02	0,00	-8,16	0,00
	Fin·L	0,34	0,04	-88,38	0,00
	σ^2	0,99	1,71	50,27	0,00
	γ	0,97	0,98	33,55	0,00
	μ	-1,96	-2,59	-26,46	0,00
	(η)	-0,01	0,00	59,71	0,00
5.	Wyraz wolny	0,36	0,23	-7,65	0,00
	RI	-0,03	-0,04	-0,25	0,80
	Fin	0,05	0,91	30,87	0,00
	L	0,96	0,14	-29,94	0,00
	(RI) ²	-0,01	-0,04	-2,19	0,03
	(Fin) ²	-0,16	0,09	23,57	0,00
	(L) ²	-0,36	-0,04	17,02	0,00
	RI·Fin	0,06	-0,02	-3,34	0,00
	RI·L	-0,02	0,12	5,16	0,00
	Fin·L	0,49	-0,05	-21,86	0,00
	σ^2	0,26	0,33	2,27	0,02
	γ	1,00	0,89	-3,24	0,00
	6.	Wyraz wolny	0,33	0,23	-5,44
RI		-0,03	-0,04	-0,56	0,58
Fin		0,10	0,91	29,33	0,00
L		0,91	0,14	-28,04	0,00
(RI) ²		-0,01	-0,04	-2,17	0,03
(Fin) ²		-0,14	0,09	22,60	0,00
(L) ²		-0,43	-0,04	20,27	0,00
RI·Fin		-0,04	-0,02	1,22	0,22
RI·L		0,08	0,12	1,52	0,13
Fin·L		0,54	-0,05	-24,09	0,00
σ^2		0,87	0,33	-19,08	0,00
γ		1,00	0,89	-3,36	0,00
μ		-1,86	-0,03	54,59	0,00

Źródło: opracowanie własne.

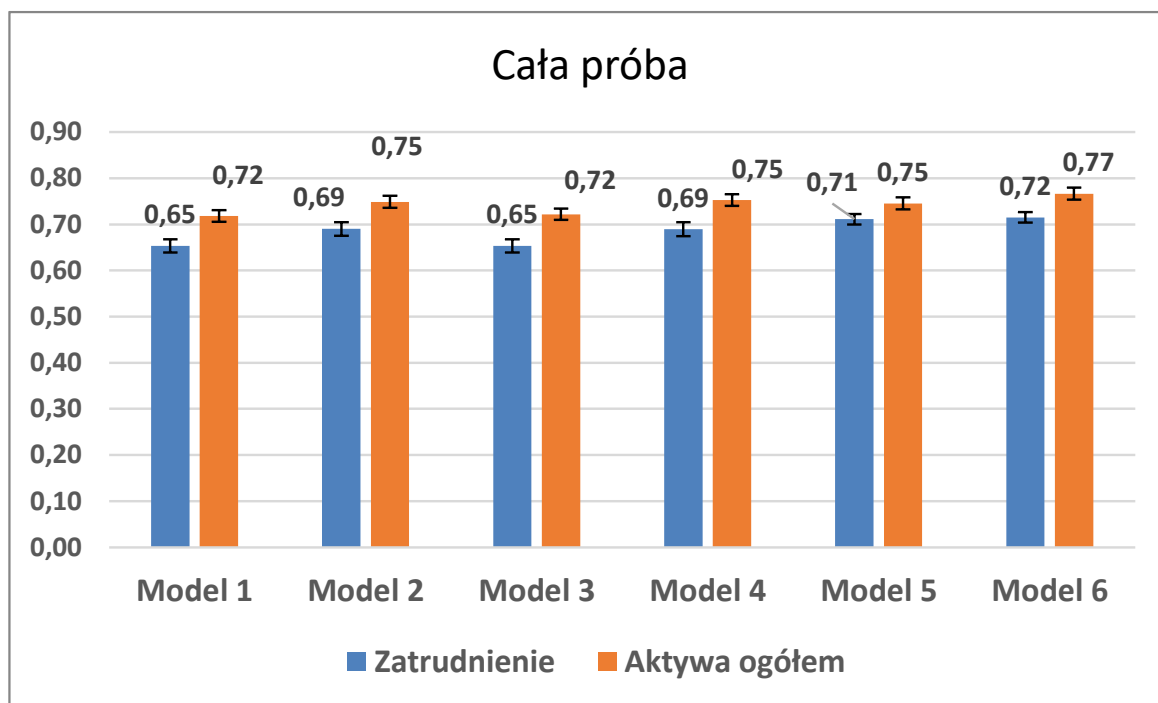
Przeprowadzone testy statystyczne wskazują, że wykorzystanie aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy istotnie zmienia wyniki oszacowań parametrów w porównaniu do nakładu pracy mierzonego liczbą zatrudnionych. Prócz parametrów, które bezpośrednio opisują proces produkcji, wykorzystana aproksymanta istotnie wpływa też na oceny parametrów opisujących całościową zmienność składnika losowego (σ^2) i jej podział (γ) pomiędzy składnik czysto losowy (σ_v^2) i składnik opisujący nieefektywność (σ_u^2). Na 77

parametrów w sześciu modelach jedynie w czterech przypadkach przeprowadzony test statystyczny wskazał, że nie ma istotnych różnic w ocenach parametrów.

Czy alternatywna definicja nakładu pracy wpływa istotnie na przeciętne poziomy efektywności oraz elastyczności?

Ostatnim krokiem w procesie weryfikacji zasadności alternatywnej definicji nakładu pracy było zbadanie jej wpływu na uzyskane wyniki dotyczące wskaźnika efektywności oraz oszacowania elastyczności. Analiza została przeprowadzona z wykorzystaniem modeli, o których była mowa powyżej.

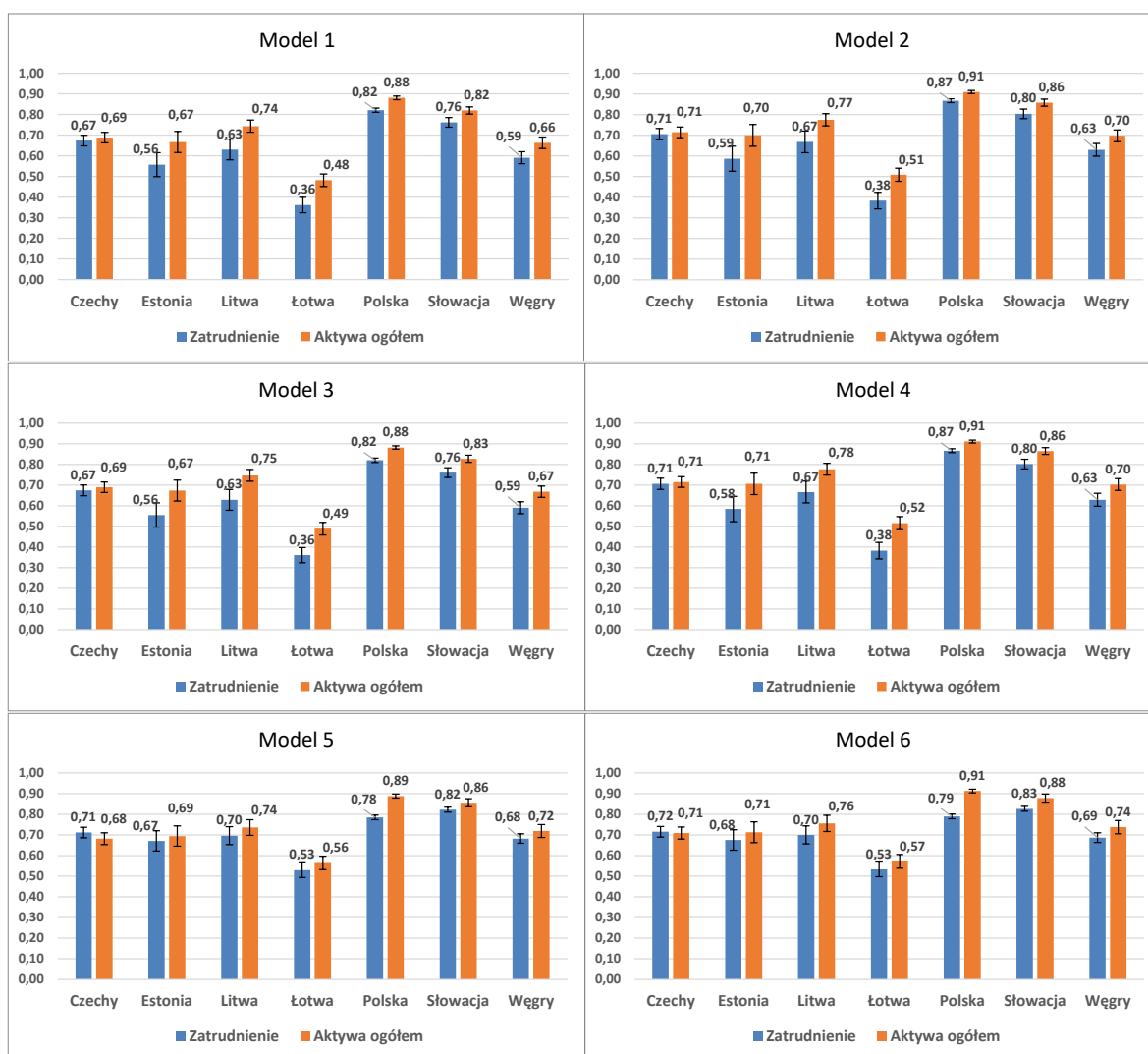
W celu określenia wpływu użycia tej aproksymanty dla nakładu pracy na efektywność, porównano średnie wartości ocen tych wskaźników, które uzyskano z każdego modelu na poziomie całej próby oraz na poziomie każdego z siedmiu krajów.



Rys. 5.14 Średnia efektywność w zależności od sposobu pomiaru nakładu pracy¹⁹⁰.

W przypadku wszystkich modeli, wykorzystanie aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy prowadziło do wzrostu przeciętnej wartości wskaźnika efektywności technicznej. Bardziej szczegółowa analiza na poziomie poszczególnych krajów została przedstawiona na wykresach poniżej.

¹⁹⁰ Źródło: opracowanie własne.

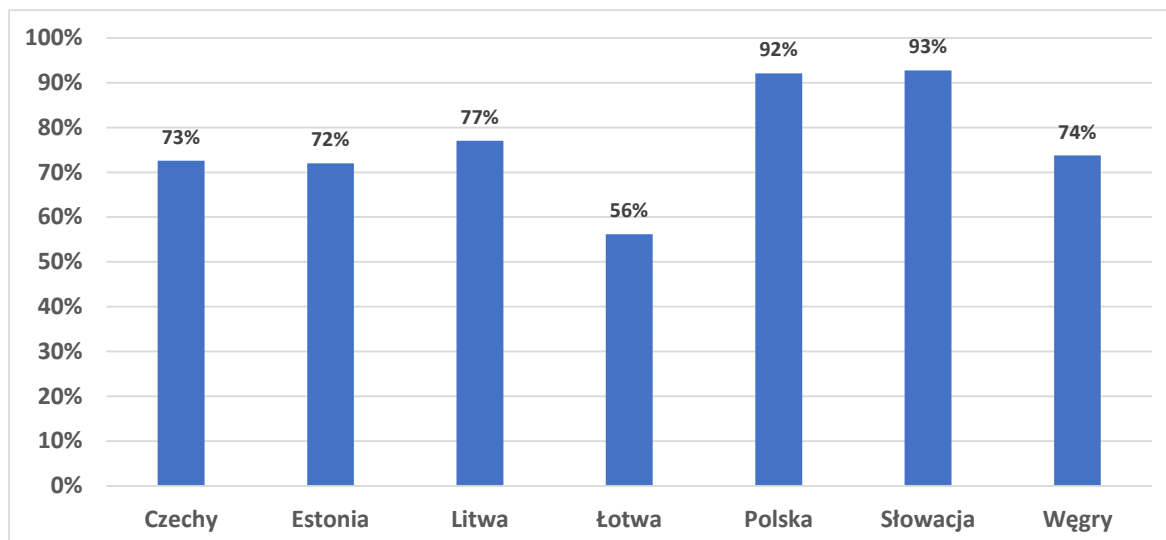


Rys. 5.15 Średnia efektywność w zależności od sposobu pomiaru pracy – analiza na poziomie poszczególnych krajów¹⁹¹.

Na poziomie poszczególnych krajów również można zauważyć, że dla niemalże wszystkich analizowanych przypadków (krajów i modeli) wykorzystanie nowej aproksymanty nakładu pracy prowadziło do wzrostu przeciętnego poziomu efektywności. Jedynym wyjątkiem jest sektor bankowy z Czech, gdzie jednakże wpływ ten był niewielki a w przypadku modeli 5. i 6. – wykorzystana aproksymanta prowadziła do niewielkiego spadku w przeciętnym poziomie nieefektywności. Wzrost efektywności technicznej wynika z lepszego dopasowania funkcji produkcji do danych, ponieważ zdefiniowany produkt stanowi istotny składnik aktywów ogółem, które są wykorzystane jako zmienna objaśniająca (tj. kredyty stanowią ponad 70% aktywów w przypadku wszystkich krajów z wyjątkiem Łotwy). W konsekwencji mamy silną zależność, która istnieje w sensie statystycznym, ale z punktu widzenia jej interpretacji nie daje istotnej wartości poznawczej ze względu na silne

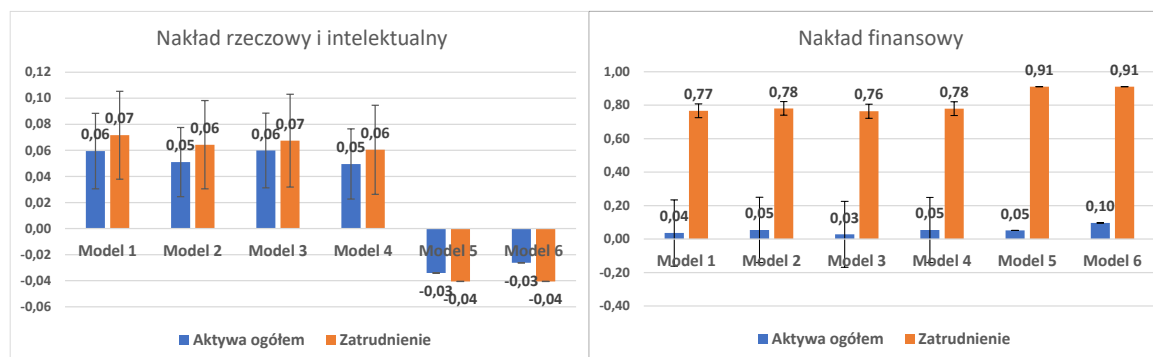
¹⁹¹ Źródło: opracowanie własne.

powiązanie obu zmiennych. Poza tym użycie tej aproksymanty wywołuje problem endogeniczności zmiennej objaśniającej (aktywów ogółem), która przez swą konstrukcję zawiera w dużym stopniu zmienną objaśnianą.



Rys. 5.16 Przeciętny udział produktu brutto w wielkości aktywów ogółem banków¹⁹².

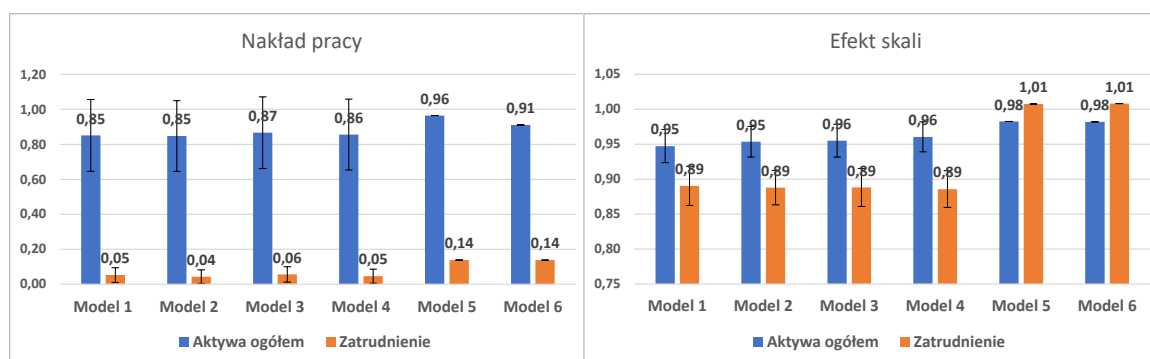
Podobna analiza została przeprowadzona dla elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów oraz efektu skali dla typowej obserwacji^{193,194}.



¹⁹² Źródło: opracowanie własne.

¹⁹³ Gdzie wartości poszczególnych nakładów zostały policzone jako średnia geometryczna nakładów z wszystkich obserwacji w próbie

¹⁹⁴ Ze względu na zbyt dużą liczbę wymiarów (liczba nakładów i efekt skali (4) razy liczba państw (7) i razy liczba modeli (6)) nie zdecydowano się zaprezentować wyników na poziomie poszczególnych krajów. Jednakże wyniki uzyskane na podstawie typowego banku i na podstawie całej próby badawczej odzwierciedlają rezultaty na poziomie poszczególnych państw.



Rys. 5.17 Elastyczności dla typowego banku w zależności od sposobu pomiaru pracy¹⁹⁵.

W przypadku wszystkich modeli, gdy jako nakład pracy przyjęto aktywa ogółem, to ocena elastyczności produkcji względem tego nakładu jest bardzo wysoka w porównaniu do innych, a przede wszystkim do przypadku, gdy nakład pracy był mierzony zatrudnieniem. Równocześnie istotnie spada rola nakładu finansowego kosztem tak zmierzonego nakładu pracy, więc ma miejsce pewna „substytucja” między tymi czynnikami produkcji.

W przypadku nakładu rzeczowego i intelektualnego aproksymacja nie ma istotnego wpływu (wartość elastyczności zmienia się o około 0,01). W modelach 1.-4. alternatywna definicja nakładu pracy prowadzi do wzrostu wartości efektu skali o około 0,06. Jest to spowodowane nierównomierną swoistą wymianą wartości elastyczności względem nakładu pracy z względem czynnika finansowego, czyli substytucja między oboma czynnikami produkcji. Na skutek zastosowanej aproksymacji wartość elastyczności nakładu pracy istotnie wzrosła (o około 0,8), natomiast elastyczność nakładu finansowego spadła o ok. 0,73. Różnica w poziomach zmian tych obu elastyczności prowadzi do wzrostu wartości efektu skali (będącego sumą elastyczności poszczególnych nakładów) dla modelu 1.-4. W przypadku modeli 5. i 6. Można zaobserwować spadek wartości efektu skali. Jednakże oceny parametrów dla tych modeli 5. i 6. są obarczone większym błędem estymacji niż pozostałe rozważane formy funkcyjne (por. podrozdziały 5.2. i 5.3.).

Podsumowanie

Na podstawie powyższej analizy można sformułować kilka wniosków. Wykorzystanie aktywów ogółem ma istotny wpływ na uzyskane wyniki. Na skutek wykorzystania tej aproksymacji nakładu pracy oszacowane parametry są statystycznie różne od tych uzyskanych w modelu, w którym wykorzystano wielkości zatrudnienia. W konsekwencji ta różnica wpływa na pomiar efektywności (której pomiar jest głównym celem w wykorzystywaniu stochastycznych modeli granicznych), a także oceny

¹⁹⁵ Źródło: opracowanie własne.

elastyczności poszczególnych nakładów i w konsekwencji efektu skali. Przeprowadzone analiza wskazuje, że wykorzystanie tej aproksymanty prowadzi do konsekwentnego zawyżenia wskaźnika efektywności niezależnie od analizowanej formy funkcyjnej. Ponadto analizując rolę poszczególnych czynników (poprzez wartości elastyczności), uzyskuje się nieintuicyjny rezultat sugerujący, że nakład pracy (wyrażony przez wielkość aktywów ogółem) jest najważniejszym czynnikiem produkcji w banku.

Warto podkreślić, że celem autora nie jest krytyka wykorzystywania tej aproksymanty w badaniach empirycznych. Autor jest świadomy, że w przypadku braku danych niezbędnym jest przyjęcie pewnych uproszczeń dotyczących pomiaru zmiennych. Niemniej jednak wpływ tych założeń na uzyskane wyniki powinien podlegać analizie, gdyż powodują one silną zmianę wniosków merytorycznych dotyczących zależności między produktem bankowym, a czynnikami wytwórczymi.

5.5. Jakości kredytów a pomiar produktu - wpływ na poziom efektywności banków

Wyniki przedstawione w poprzednich podrozdziałach zostały uzyskane, gdy produkt banku był wyrażony przez wartość kredytów brutto, czyli m.in. uwzględniając wartość kredytów udzielonych klientom, którzy nie spłacali rat kapitałowo-odsetkowych zgodnie z umową. Jak zostało wspomniane w podrozdziale 3.4., taki pomiar produktu bankowego, mimo że powszechnie wykorzystywany w literaturze, nie uwzględnia jakości udzielonych kredytów. Zatem wielkość produktu bankowego będzie zawyżona w przypadku banków, które prowadzą bardzo agresywną politykę kredytową i udzielają kredytów kredytobiorcom o niskiej wiarygodności i zdolności kredytowej. W prezentowanym podrozdziale dokonano badania, jak wyłączenie wielkości złych kredytów z produktu wpływa na ocenę efektywności technicznej banków.

Analiza została przeprowadzona na podstawie dwóch form funkcyjnych: 1) modelu 2., w którym nieefektywność jest stała w czasie i określona rozkładem uciętym normalnym oraz 2) modelu 7. w przypadku, którego nieefektywność ma rozkład normalny uciętym, gdzie parametr położenia jest funkcją determinant wyjaśniających nieefektywność¹⁹⁶. Model 2. zostały wybrany do prezentowanej analizy, gdyż spośród grupy modeli prostszych charakteryzował się on najlepszymi własnościami i dobrym dopasowaniem do danych. Natomiast model 7. jest modelem o najogólniejszej postaci.

¹⁹⁶ Pełna lista wykorzystanych form funkcyjnych wraz z ich numeracją jest przedstawiona w podrozdziale 4.1.

W przypadku modelu 7. niezbędnym było przeprowadzenie procesu wyboru determinant nieefektywności, które najlepiej opisują zróżnicowanie nieefektywności pomiędzy bankami, reprezentujących m.in. różnej kraje itp. Procedura ta jest szczegółowa opisana w podrozdziale 5.1. Poniższa tabela przedstawia wyniki z analizy wieloczynnikowej oraz oceny adekwatności ekonomicznej modelu.

Tabela 5-9 Proces doboru determinant nieefektywności - model 7 oszacowany dla produktu netto.

Proces doboru determinant nieefektywności					
1) Analiza wieloczynnikowa					
Krok	Testowana determinanta		Logarytm wiarygodności		
	Nazwa zmiennej	p-value	Przed usunięciem zmiennej	Po usunięciu zmiennej	p-value testu LR
1.	Indeks cen nieruchomości HPI (różnica rok do roku, opóźnienie o 1 rok)	0,89	159,08	159,07	0,89
2.	Stopa bezrobocia (różnica rok do roku, opóźnienie o 1 rok)	0,85	159,07	159,06	0,86
3.	Rentowność kapitału własnego (ROE)	0,65	159,06	158,98	0,70
4.	Wskaźnik Herfindahla-Hirschmana	0,45	158,98	158,70	0,45
5.	Poziom inflacji (ustandaryzowany, opóźnienie o 1 rok)	0,45	158,70	158,48	0,51
6.	Stopa referencyjna banku centralnego	0,15	158,48	157,65	0,20
7.	Kapitał narodowy	0,11	157,65	156,65	0,16
2) Ocena adekwatność ekonomicznej uzyskanego modelu					
Krok	Zmienna	Komentarz			
8.	PKB (różnica względna rok do roku, ustandaryzowany, opóźnienie o 1 rok)	Oszacowany parametr miał wartość dodatnią, co oznaczało, że wzrost wartości PKB prowadzi do wzrostu wartości nieefektywności. Zmienna usunięta, ze względu na nieinterpretowalny znak.			
9.	PKB per capita (różnica względna rok do roku, opóźnienie o 1 rok)	Po redukcji dokonanej w kroku 8, parametr przyjął wartość dodatnią. W konsekwencji zdecydowano się go usunąć ze względu na nieinterpretowalny wynik ¹⁹⁷ .			
3) Końcowy wynik					
Krok	Liczba determinant		Logarytm wiarygodności		
	Oryginalny model	Zredukowany model	Początkowy model	Końcowy model	p-value testu LR
10.	17	8	159,08	150,80	0,056

Źródło: opracowanie własne.

¹⁹⁷ Takie samo podejście zostało wykorzystane w przypadku modelu dla kredytów brutto por. podrozdział 5.3., Tabela 5-5.

Analiza wieloczynnikowa zakończyła się po usunięciu siedmiu zmiennych. Zdecydowaną większość determinant stanowiły zmienne makroekonomiczne. Ta konkluzja jest zgodna z tą uzyskaną dla modelu oszacowanego dla produktu brutto (por. podrozdział 5.3.). W przypadku oceny adekwatności ekonomicznej interpretowalności uzyskanych parametrów ponownie napotkano na problem ze znakami oszacowanych parametrów dla transformacji PKB. Biorąc pod uwagę, że oceny parametrów wskazujące, że gorsze warunki makroekonomiczne prowadzą do większej efektywności technicznej, nie są interpretowalne, zdecydowano się usunąć te determinanty z ostatecznej puli zmiennych opisujących zjawisko nieefektywności. Po dziewięciu krokach uzyskano zbiór ośmiu determinant nieefektywności, które na podstawie przyjętej procedury redukcji modelu najlepiej opisują badane zagadnienie. Adekwatność przeprowadzonej procedury redukcji jest potwierdzona przez wynik testu ilorazu logarytmu wiarygodności (LR), który porównywał najbardziej ogólny model uzyskany na podstawie analizy jednoczynnikowej z ostatecznym, zredukowanym modelem. Graniczny poziom istotności dla statystyki testowej wyniósł 0,056, czyli jest nieznacznie wyższy od 0,05, które jest jednym z powszechnie przyjętych punktów wartości krytycznej dla testów statystycznych. Uzyskane parametry dla modeli 2. i 7. są przedstawione w tabeli poniżej.

Tabela 5-10 Oceny parametrów (i p-value) modeli dla produkcji wyrażonej przez kredyty netto.

Parametry	Model 2	Model 7
Wyraz wolny	0,34 (0,00)	0,23 (0,00)
N. rzeczowy i intelektualny (RI)	0,07 (0,00)	0,05 (0,00)
N. finansowy (Fin)	0,82 (0,00)	0,88 (0,00)
N. pracy (L)	0,01 (0,52)	0,00 (0,77)
(RI) ²	0,02 (0,01)	0,03 (0,00)
(Fin) ²	0,04 (0,00)	0,07 (0,00)
(L) ²	-0,01 (0,34)	-0,02 (0,00)
RI·Fin	-0,06 (0,00)	-0,12 (0,00)
RI·L	-0,01 (0,49)	0,01 (0,70)
Fin·L	0,06 (0,00)	0,08 (0,00)
Wyraz wolny (nieefektywność)	-	-1,7 (0,31)
Czechy (0-1)	-	5,3 (0,00)
Estonia (0-1)	-	7,1 (0,00)
Węgry (0-1)	-	5,29 (0,00)
Łotwa (0-1)	-	6,72 (0,00)
Litwa (0-1)	-	6,63 (0,00)
Słowacja (0-1)	-	5,52 (0,00)
Strefa Euro (0-1)	-	-0,3 (0,01)

Zyski zatrzymane/Kapitał własny	-	0,01 (0,00)
Udział złych kredytów w portfelu kredytowym	-	0,01 (0,00)
Kredyty/Depozyty	-	-2,34 (0,00)
Rentowność aktywów (ROA)	-	-8,79 (0,00)
Kapitał własny/Aktywa ogółem	-	-0,68 (0,13)
Poziom koncentracji	-	-3,09 (0,00)
Duży	-	-0,52 (0,00)
σ^2	1,70 (0,00)	0,21 (0,00)
γ	0,98 (0,00)	0,94 (0,00)
μ	-2,57 (0,00)	-1,44 ¹⁹⁸
Dodatkowe informacje		
Logarytm wiarygodności	-13,72	150,80
Średnia efektywność	0,69	0,77
Efekt skali	0,91 (0,01)	0,92 (0,01)

Źródło: opracowanie własne.

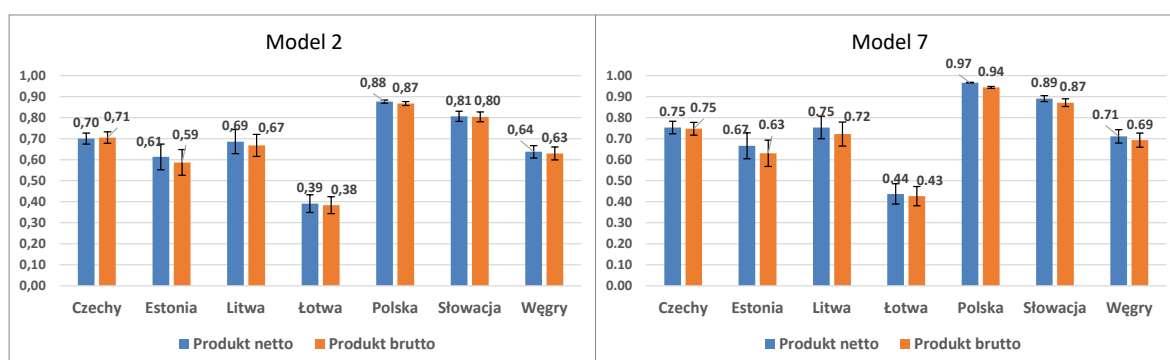
W przypadku analizowanych modeli warto zauważyć, że elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów dla obserwacji typowej (pierwsze trzy parametry z pominięciem wyrazu wolnego) są dodatnie, co jest zgodne z teorią ekonomiczną. Ponadto ocena parametru przy kwadracie nakładu pracy, której znak jest identyczny z drugą pochodną funkcji produkcji względem tego nakładu, jest ujemny, co jest warunkiem wystarczającym na to, aby był spełniony postulat malejącego produktu krańcowego. Niemniej jednak należy zauważyć, że ocena ta charakteryzuje się dużym błędem estymacji, podczas gdy w modelu dla produktów brutto (por. podrozdział 5.3. ten błąd jest relatywnie o wiele mniejszy.

Wyniki dotyczące wyboru determinant nieefektywności są spójne dla obu modeli i obejmują one wskaźniki finansowe opisujące strukturę finansową banków. Jedynym wyjątkiem są zmienne informujące o przynależności kraju do walutowej strefy Euro, wielkości banku oraz opisujący strukturę rynku, na którym działa bank. W przypadku tej drugiej oszacowany parametr wskazuje, że im większy bank, tym jest on bardziej efektywny (co jest zgodne z innymi badaniami, por. podrozdział 3.3.3.). Ocena przy zmiennej „Poziom koncentracji” wskazuje, że im bardziej rynek jest zdominowany przez paru największych graczy, tym banki na tym rynku są bardziej efektywne. Rezultat ten nie jest w pełni intuicyjny, ponieważ można by przypuszczać, że większe rozdrobnienie rynku powinno służyć większej efektywności poszczególnych graczy ze względu na bardziej konkurencyjną

¹⁹⁸ Wartość średnia dla wszystkich obserwacji w próbie.

grę rynkową. Jednakże można go alternatywnie interpretować w ten sposób, że najwięksi gracze korzystają z uprzywilejowanej pozycji i zgarniają premię wynikającą ze swej dominującej roli, ponieważ klienci mają ograniczony wybór.

Poniższy wykres przedstawia porównanie przeciętnego poziomu efektywności banków w poszczególnych krajach pomiędzy modelami w których przyjęto pomiar produktu przez kredyty brutto albo netto wraz z oszacowanymi 95-procentowymi przedziałami ufności wokół średnich. Można zauważyć, że wskaźniki efektywności dla kredytów netto są nieznacznie wyższe, co jest rezultatem oczekiwanym. Kredyty netto (jako wartość produkcji sektora bankowego) nie są większe od kredytów brutto (obie miary będą takie same w przypadku, jeżeli bank nie ma klientów oznaczanych jako bankruci na koniec roku kalendarzowego), więc efektywna granica technologiczna (benchmark dla pomiaru efektywności) będzie „niższa” niż w przypadku produkcji wyrażonej przez kredyty brutto. Niemniej jednak różnica w efektywności jest minimalna i wynosi przeciętnie 0,03 dla obu modeli (dla wartości bezwzględnej różnic mierników dla wszystkich obserwacji). W przypadku niemalże wszystkich krajów różnica ta mieści się w oszacowanych przedziałach ufności. Jednym wyjątkiem jest wynik dla Polski uzyskany przy pomocy modelu 7. W tym przypadku mamy do czynienia z wzrostem przeciętnego poziomu efektywności o ok. 0,02 podczas gdy oszacowane przedziały dla produktu brutto to +/- 0,005. Również ranking efektywności banków jest bardzo zbliżony, gdyż dla obu modeli miara korelacji rang Spearmana pomiędzy efektywnościami uzyskanymi w obu modelach wynosi 0,95. Tak więc należy stwierdzić, że rozróżnienie kredytów brutto i netto jako produktu nie ma istotnego wpływu na wyniki dotyczące pomiaru efektywności technicznej banków.



Rys. 5.18 Zróznicowanie poziomu efektywności technicznej banku w kontekście pomiaru produktu bankowego poprzez kredyty brutto i netto¹⁹⁹.

¹⁹⁹ Źródło: opracowanie własne.

Głównym celem przedstawionej analizy było sprawdzenie wpływu wielkości „złych” kredytów na poziom efektywności technicznej. Ponadto analiza uzyskanych rezultatów nie wskazuje na istotne różnice w elastycznościach w porównaniu do modeli oszacowanych dla produktu brutto (które są tematem pogłębionej analizy w podrozdziałach 5.2. i 5.3.). W konsekwencji nie było potrzeby prezentacji wartości elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów dla modeli skonstruowanych dla produktu w formie kredytów netto.

Podsumowanie

Głównym celem prezentowanej pracy była analiza efektywności technicznej banków komercyjnych działających w wybranych krajach Europy Środkowo-Wschodniej (tj. w Czechach, Litwie, Łotwie, Estonii, Polsce, Słowacji i Węgrzech). W tym celu wykorzystano stochastyczne modele graniczne, w ramach których przeprowadzono także identyfikację determinant różnicowania efektywności pomiędzy bankami i krajami. Próba badawcza obejmowała łącznie 110 banków obserwowanych w różnych latach (próba niezbilansowana), obejmujących okres od 2011 do 2020 r.

Na wstępie niniejszej pracy postawiono sześć hipotez badawczych. Wszystkie są powtórzone poniżej i uzupełnione o konkluzje z przeprowadzonych badań.

- H1.: Badane banki nie działają w pełni efektywnie (w sensie technicznym), więc adekwatnymi modelami opisującymi zależność między obserwowanym produktem banku a poniesionymi nakładami są stochastyczne modele graniczne.

Postawiona hipoteza została potwierdzona. Wykorzystane do analizy formy funkcyjne wskazały, że istnieje nieefektywność techniczna w procesie produkcyjnym banku, która może zostać zidentyfikowana i opisana z wykorzystaniem stochastycznych modeli granicznych. W trakcie badania przeanalizowano rezultaty uzyskane dla modeli, w których nieefektywność jest a) estymowana jako efekt indywidualny banku (modele 1.-4.), b) zmienia się swobodnie w czasie (modele 5.-6.) oraz c) jest determinowana przez dodatkowe czynniki, tzw. determinanty nieefektywności (model 7.). Wszystkie rozważane modele wskazały na relatywnie podobny poziom efektywności technicznej poszczególnych banków oraz sektorów na poziomie krajów. Porównując wyniki z poszczególnych modeli, przeciętny poziom efektywności wahał się od 65% (dla modelu 1.) do 74% (dla modelu 7.). Spośród wszystkich rozważanych form funkcyjnych model 7. charakteryzował się najlepszymi własnościami statystycznymi (mierzonymi poprzez wartość logarytmu wiarygodności oraz istotność statystyczną oszacowanych parametrów). W przypadku wszystkich modeli skala efektywności była relatywnie stabilna w całym badanym okresie bez wyraźnej tendencji malejącej czy rosnącej zarówno dla całej próby badawczej, jak również z podziałem na poszczególne kraje. Analizując wyniki uzyskane z modelu 7. Zauważono, że najwyższym poziomem efektywności charakteryzowały się banki działające w Polsce i Słowacji (94% i 87%), następnie banki z Czech i Litwy (75% i 72%), Węgier i Estonii (69% i 63%), a najmniejszą sprawność wykazywały banki z Łotwy (43%). Ponadto rankingi efektywności poszczególnych banków uzyskane na podstawie modeli były

zbliżone, gdyż współczynniki korelacji Spearmana dla rankingów były wysokie. Porównując wyniki pomiędzy poszczególnymi modelami, przeciętna wartość tej metryki wynosiła 0,83. Modele uproszczone (1.-4.) wskazywały na niemalże identyczny ranking efektywności poszczególnych banków (korelacja na poziomie 0,99), co być może wynikało z bardzo podobnych założeń (nieefektywność była interpretowana jako swoiste efekty indywidualne). Porównanie rezultatów rankingów otrzymanych z tych czterech modeli do tego uzyskanego na podstawie modelu 7. (który uwzględniał determinanty) zaowocowało wartością współczynnika korelacji na poziomie 0,89. Wyniki uzyskane z wykorzystaniem kolejnych modeli 5. i 6. wskazywały na inny ranking banków w stosunku do pozostałych, gdyż korelacja ta wyniosła jedynie 0,67. Jednakże modele te charakteryzowały się najsłabszymi własnościami statystycznymi (mierzonymi poprzez logarytm wiarygodności i statystyczną istotność parametrów) spośród wszystkich rozważanych.

Odnosząc się do wyników dotyczących ekonomicznego opisu procesu produkcji w bankach, uzyskanych przy pomocy modelu 7. dla „przeciętnego” (typowego) banku, warto zauważyć, że wartości elastyczności produkcji względem poszczególnych nakładów miały właściwe, dodatnie znaki. Najważniejszym czynnikiem produkcji okazał się nakład finansowy (tj. posiadane środki finansowe), względem którego elastyczności wynosiły 0,84, podczas gdy znaczenie nakładu rzeczowego i intelektualnego oraz nakładu pracy było o wiele mniejsze, gdyż elastyczności względem obu wynosiły odpowiednio ok. 0,04 i 0,03. Model wskazał na malejący efekt skali produkcji, który wynosił 0,91. Jednakże w przypadku tej charakterystyki można zauważyć wyraźną, chociaż słabą tendencja malejącą dla obserwacji przeciętnej obliczonej na podstawie wszystkich banków, jak również dla jej odpowiedników na poziomie poszczególnych krajów. Dla całej próby jest to obniżenie wielkości efektu od około 0,92 do 0,86. Ponadto można zauważyć, że w początkowych latach kraje były zróżnicowane ze względu na korzyści skali. Jednak z każdym kolejnym rokiem różnice pomiędzy nimi były coraz mniejsze. W przypadku wszystkich rozważanych krajów, sektor bankowy działający w ramach gospodarki rynkowej zaczął się szybko rozwijać trzydzieści lat temu, przechodząc transformację ustrojową i gospodarczą. W konsekwencji można przypuszczać, że jest on już po okresie intensywnego rozwoju i zmierza w kierunku stabilizacji.

- H2.: Z punktu widzenia zależności między maksymalnym produktem a poniesionymi nakładami lepszym tego opisem (w sensie zgodności z danymi) jest funkcja translogarytmiczna niż funkcja potęgowa (Cobba i Douglasa).

Postawiona hipoteza została potwierdzona. W przypadku wszystkich rozważanych modeli przeprowadzono test statystyczny, aby zweryfikować, czy istnieją podstawy do redukcji funkcji translogarytmicznej do jej prostszej postaci, tj. funkcji typu Cobba i Douglasa. Przeprowadzona analiza jednoznacznie wskazała, że w przypadku wszystkich modeli funkcja translogarytmiczna zdecydowanie lepiej opisuje proces produkcji banków komercyjnych.

- H3.: Istnieją istotne różnice w poziomie efektywności sektorów bankowych pomiędzy krajami państw Europy Środkowo-Wschodniej.

Postawiona hipoteza została potwierdzona. Wynik ten został potwierdzony zarówno poprzez uzyskane oceny parametrów dla modelu 7., jak i poprzez porównanie uzyskanych przeciętnych poziomów efektywności pomiędzy sektorami bankowymi w poszczególnych krajach. W przypadku modelu 7. zmienne dychotomiczne wskazujące kraj, w którym działa bank, okazały się istotnie statystycznie, co wskazuje, że istniały różnice pomiędzy poszczególnymi krajami, które istotnie wpływały na obserwowane poziomy efektywności. Jako zmienną referencyjną przyjęto „Polskę”, a uzyskane parametry dla pozostałych krajów są dodatnie. Oznacza to, że sektory bankowe w pozostałych krajach charakteryzowały się mniejszym poziomem efektywności technicznej. Obserwacja ta została potwierdzona poprzez analizę uzyskanych poziomów efektywności dla modelu z determinantami. Najbardziej efektywne były banki z Polski i Słowacji (przeciętna efektywność techniczna wynosiła odpowiednio 94% i 87%), następnie banki z Czech i Litwy (75% i 72%), Węgier i Estonii (69% i 63%) a najmniej efektywnym sektorem bankowym charakteryzowała się Litwa (43%). Oszacowane przedziały ufności wskazały, że jedynie w przypadku par Czechy i Litwa oraz Węgry i Estonia nie było statystycznie istotnej różnicy w przeciętnych poziomach efektywności, tj. mieściła się ona w przedziałach ufności oszacowanych dla poszczególnych krajów.

- H4.: Poziom efektywności technicznej banków komercyjnych jest istotnie uzależniony od pewnych determinant opisujących środowisko makroekonomiczne i rynkowe (konkurencyjne), w jakim działa bank, oraz od jego pozycji na rynku.

Postawiona hipoteza została częściowo potwierdzona. W trakcie prowadzonych badań, wykorzystując model 7., wyodrębniono te determinanty, które istotnie wpływają na zróżnicowanie poziomu nieefektywności banków. W tym celu testowano trzy grupy zmiennych: 1) makroekonomiczne, 2) opisujące środowisko rynkowe, w jakim działają banki oraz 3) swoiste czynniki dla poszczególnych banków. Przeprowadzona analiza

wskazała, że najważniejsze były czynniki swoiste, takie jak struktura kapitałowo-finansowa banków oraz jego pozycja na rynku mierzona skalą działalności (podział na banki duże i małe). Środowisko makroekonomiczne i rynkowe, w którym działają banki, w ograniczonym stopniu determinowało ich sprawność techniczną. Jedynie informacje wskazujące czy kraj, w którym jest prowadzona działalność banku, znajduje się w strefie euro oraz stopa referencyjna banków centralnych okazały się istotne statystycznie. Ponadto poddano dodatkowej analizie hipotezy analizowane przez innych badaczy, tj. czy wielkość banku oraz czy pochodzenie kapitału dominującego mają wpływ na przeciętne poziomy efektywności. Dobór determinant nieefektywności wyraźnie wskazał, że oba czynniki były istotne w opisie efektywności banków komercyjnych. W przypadku zmiennej, informującej o wielkości, uzyskana ocena parametru wskazała, że banki zaklasyfikowane jako „duże” (na rynku w którym działają) charakteryzowały się większym poziomem efektywności technicznej. Konkluzja ta została także potwierdzona przez porównanie przeciętnych poziomów efektywności technicznej pomiędzy bankami dużymi i małymi, gdzie te pierwsze jednoznacznie charakteryzowały się wyższym przeciętnym poziomem efektywności technicznej. Może to wynikać z wykorzystywania przez takie banki pozycji dominującej w procesie sprzedażowym. W przypadku pochodzenia kapitału dominującego, ocena parametru dla tej determinanty ma znak ujemny, tj. banki z kapitałem krajowym były bardziej efektywne. Jednakże porównanie przeciętnych poziomów efektywności technicznej pomiędzy bankami z kapitałem krajowym a tymi należącymi do inwestorów zagranicznych wskazało, że przeciętnie to te drugie były bardziej efektywne. Prowadzi to do wniosku, że efektywność techniczna banku nie jest ściśle determinowana przez kraj pochodzenia kapitału dominującego.

- H5.: Alternatywna metoda pomiaru pracy ma silny wpływ na uzyskane wyniki.

Postawiona hipoteza została potwierdzona. Jednym z dodatkowych celów pracy była analiza wrażliwości funkcji produkcji na alternatywny pomiar nakładu pracy. Wstępna analiza danych nie wskazała na to, żeby w badanym okresie aktywa ogółem podlegały tej samej dynamice zmian co wielkość zatrudnienia. Pogłębiona analiza wykazała, że wykorzystanie aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy istotnie wpłynęło na zmianę uzyskanych ocen parametrów oraz spowodowało podwyższenie poziomu wskaźnika efektywności technicznej. Ponadto w tym modelu uzyskano zniekształcone, w kontekście teorii mikroekonomicznej, oceny elastyczności względem wybranych dwóch czynników

produkcji, co było efektem sposobu pomiaru nakładu pracy przez aktywa ogółem, które jako agregat muszą być większe od wszystkich pozostałych nakładów i produktu.

- H6.: Sposób pomiaru produkcji, uwzględniający jakość kredytów, ma wpływ na uzyskane wyniki badania.

Postawiona hipoteza została odrzucona. Uzyskane rezultaty wskazały, że odjęcie od produktu wielkości kredytów, w przypadku których klient zbankrutował, spowodowało wzrost przeciętnego poziomu efektywności technicznej. Niemniej jednak różnica w efektywności była minimalna i wynosiła przeciętnie 0,03 dla testowanych modeli. W przypadku niemalże wszystkich krajów różnica ta mieściła się w oszacowanych przedziałach ufności dla przeciętnej efektywności uzyskanej przy pomocy kredytów brutto. Jednym wyjątkiem był wynik dla Polski uzyskany w ramach modelu 7. W tym przypadku mieliśmy do czynienia ze wzrostem przeciętnego poziomu efektywności o ok. 0,02, podczas gdy oszacowane przedziały dla produktu brutto to +/- 0,005. Również ranking efektywności banków był bardzo zbliżony, gdyż dla obu modeli miara korelacji rang Spearmana pomiędzy efektywnościami uzyskanymi w obu modelach wynosiła 0,95. Sam kierunek zmiany (tj. wzrost efektywności) był rezultatem oczekiwanym, ponieważ efektywna granica technologiczna (benchmark dla pomiaru efektywności) będzie „niższa” niż w przypadku produkcji wyrażonej przez kredyty brutto.

Jedną z dodatkowych konkluzji o charakterze metodycznym było potwierdzenie konieczności wprowadzenia zmiennych kontrolujących heterogeniczność próby w przypadku badań o charakterze międzynarodowym. W literaturze przedmiotu wskazuje się, że przedsiębiorstwa (banki) usytuowane w różnych krajach, działają w różnych reżimach prawnych, warunkach geograficznych i odmiennej naturze socjologicznej (np. kultura pracy). Przykładowymi sposobami rozwiązania tego problemu, które były proponowane w literaturze, jest konstrukcja funkcji produkcji z wykorzystaniem dodatkowych efektów indywidualnych niebędących nieefektywnością (standardowo uwzględnianych na gruncie danych panelowych). Innym rozwiązaniem jest konstrukcja „meta-granicy”, gdzie funkcje estymowane na poziomie indywidualnych krajów są porównywane do funkcji oszacowanej dla wszystkich obserwacji. W przypadku prezentowanych badań zdecydowano się zanalizować modele, w których sama nieefektywność jest traktowana jako swoisty, wyłącznie ujemny efekt indywidualny (modele 1.-4.) lub gdzie parametr położenia w rozkładzie dla nieefektywności jest funkcją liniową dodatkowych zmiennych (determinant nieefektywności) – model 7. Diagnostyka tych modeli sformułowana na

podstawie wartości logarytmu wiarygodności i wartość błędów estymacji dla ocen parametrów (ich istotność statystyczna) była zdecydowanie lepsze w porównaniu do modeli, w których nieefektywność zmienia się w sposób „swobodny”, tj. dane są de-facto traktowane jako dane przekrojowe i nie występują determinanty nieefektywności (rozkłady prawdopodobieństwa dla nieefektywności w przypadku wszystkich obserwacji mają takie same parametry – jeden lub dwa).

Kierunek dalszych badań autora będzie obejmował rozszerzenie próby o dodatkowe lata, zwłaszcza okres pandemii COVID-19 oraz następujący po nim okres wzrostu poziomu inflacji we wszystkich rozważanych krajach, który wiąże się z podniesieniem poziomu przeciętnych stóp procentowych. Lata 2020-2023 są istotnie różne od badanego w prezentowanej pracy dziesięciolecia, zarówno w kontekście makroekonomicznym, jak również skali działań pomocowych rządów poszczególnych państw. Na gruncie metodologicznym autor planuje wykorzystać funkcję kosztu. Wyniki uzyskanej na jej podstawie, w połączeniu z zaprezentowanymi rezultatami na gruncie funkcji produkcji, pozwolą przeprowadzić analizę efektywności dochodowej banków.

Bibliografia

1. D. Aigner, C. Lovell, P. Schmidt, *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models*, „Journal of Econometrics” nr 6/1977, s. 21-37.
2. U. Albertazzi, F. Fringuellotti, S. Ongena, *Fixed rate versus adjustable rate mortgages: evidence from euro area banks*, „ECB Working Paper Series” nr 2322/2019.
3. Y. Altunbas, E.P.M. Gardener, P. Molyneux, B. Moore, *Efficiency in European banking*. „European Economic Review”, nr 45/2001, s. 1931-1955.
4. D. Amel, C. Barnes, F. Panetta, C. Salleo, *Consolidation and efficiency in the financial sector: A review of the international evidence*, „Journal of Banking & Finance” nr 28/2004, s. 2493-2519.
5. J. Anderson, F. Papadia, N. Veron, *COVID-19 Credit Support Programs in Europe’s Five Largest Economies*, „Peterson Institute for International Economics Working Paper” nr 21/2021.
6. A. Andries, B. Capraru, *Competition and efficiency in EU 27 banking systems*, „Baltic Journal of Economics” nr 12/2012, s. 41–60.
7. A. Andries, *The Determinants of Bank Efficiency and Productivity Growth in the Central and Eastern European Banking Systems*, „Eastern European Economics” nr 49/2012, s. 38–59.
8. P.P. Athanasoglou, I. Daniilidis, M. Delis, *Bank procyclicality and output: Issues and policies*, „Journal of Economics and Business”, nr 72/2014, s. 58–83.
9. J.P. Bain, *Relation of profit rate to industry concentration: American manufacturing 1936-40*, „Quarterly Journal of Economics” nr 65/1951, s. 293-324.
10. Bank of England – Prudential Regulation Authority, *Supervisory statement SS1/2023 – Model risk management principles for banks*, May 2023.
11. I.M. Banu, *The Impact of Credit on Economic Growth in the Global Crisis Context*, „Procedia Economics and Finance” nr 6/2013, s. 25-30.
12. K. Barczyk, *Determinanty klasyfikacji i wyceny instrumentów finansowych według MSSF 9*, „Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 36/2018, s. 7-18.
13. G. Battese, T. Coelli, *Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India*, „Journal of Productivity Analysis” nr 3/1992, s. 153-169.
14. G. Battese, T. Coelli, *A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data*, „Empirical Economics” nr 20/1995, s. 325-332.
15. G. Battese, T. Coelli, *Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data*, „Journal of Econometrics” nr 38/1988, s. 387-399.
16. D. Begg, S. Fischer, R. Dornbush, *Mikroekonomia, wydanie IV zmieniona*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2007.
17. A.N. Berger, H. Iftekhar, Z. Mingming, *Bank ownership and efficiency in China: What will happen in the world’s largest nation?*, „Journal of Banking & Finance” nr 33/2009, s. 113-130.
18. A.N. Berger, D. Humphrey. *Measurement and efficiency issues in commercial banking*. [w:] Z. Griliches (red.) *Output Measurement in the Service Sector*, The University of Chicago Press, Chicago 1992, s. 245-287.
19. A.N. Berger, G. Hanweck, D. Humphrey, *Competitive viability in banking: scale, scope, and product mix economies*. „Journal of Monetary Economics” nr 20/1987, s. 501-520.

20. A.J. Bishara, J. Li, T. Nash, *Asymptotic confidence intervals for the Pearson correlation via skewness and kurtosis*, „British Journal of Mathematical and Statistical Psychology” nr 71/2017, s. 167-185.
21. A.S. Camanho, R. Dyson, *Cost efficiency, production and value-added models in the analysis of bank branch performance*, „Journal of the Operational Research Society” nr 56/2005, s. 484-494.
22. L. Christensen, D. Jorgenson, L. Lau, *Transcendental logarithmic production frontiers*, „Review of Economics and Statistics” nr 55/1973, s. 28–45.
23. J. Cichy, B. Puszer (red.) *Sektory Bankowe w Unii Europejskiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2016.
24. T. Coelli, A. Henningsen, *frontier: Stochastic Frontier Analysis*. R package version 1.1-8, 2020. URL <https://CRAN.R-Project.org/package=frontier>.
25. R. Cuesta, *A Production Model With Firm-Specific Temporal Variation in Technical Inefficiency: With Application to Spanish Dairy Farms*, „Journal of Productivity Analysis” nr 13/2000, s. 139–158.
26. L. Dziawgo, *Private banking – istotny element współczesnej bankowości*, „Bank i Kredyt” nr 2/2003, s.13-20.
27. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 320/252 z dnia 29.11.2008, Międzynarodowy Standard Rachunkowości MSR 38, Wartości niematerialne.
28. E. Dziwok, *Metody pomiaru ryzyka płynności w banku komercyjnym*, „Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 238/2015, s. 7-14.
29. Europejski Bank Centralny, *ECB guide to internal models*, 2019.
30. European Banking Authorities, *EBA report on the dynamics and drivers of non-performing exposures in the EU banking sector*, 2016.
31. Y. Fang, I. Hasan, K. Marton, *Bank efficiency in Transition Economies: Recent Evidence from South-Eastern Europe*, „Bank of Finland Research Discussion Paper” nr 5/2011, s. 3-39.
32. M. Farrell, *The measurement of productive efficiency*, „Journal of the Royal Statistical Society Seria A” nr 120/1957, s. 253–281.
33. F. Fiordelisi, D. Marques-Ibanez, P. Molyneux, *Efficiency and Risk in European Banking*, *European Central Bank*, „Macropprudential Research Network, Working Paper Series” nr 1211/2010.
34. E. Fiorentino, A. Karmann, M. Koetter, *The cost efficiency of German banks: a comparison of SFA and DEA*, „Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series 2: Banking and Financial Studies” nr 10/2006.
35. M. Folwarski, *Wpływ kredytów bankowych na wzrost gospodarczy w Polsce*, „Zarządzanie Finansami i Rachunkowość” nr 4/2016, s. 5-14
36. R. Frisch, *Theory of production*, Springer Science+Business Media B.V., 1965.
37. T. Galbarczyk, J. Swiderska, *Banki Komercyjne w Polsce*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011.
38. J.L. Gallizo, J. Moreno M. Salvador, *The Baltic banking system in the enlarged European Union: the effect of the financial crisis on efficiency*, „Baltic Journal of Economics” nr 18/2017, s. 1-24.
39. W. Greene, *Econometric Analysis, Seventh Edition*, Pearson Education Limited, 2012.
40. W. Greene, *Fixed and Random Effects in Stochastic Frontier Models*, „Journal of Productivity Analysis” nr 23/2005, s. 7-32.
41. W. Greene, *Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions*, „Journal of Econometrics” nr 13/1980, s. 27-56.
42. D. Gujarati, *Basic Econometrics, Fourth Edition*, The McGraw–Hill Companies, 2004.

43. D. Hancock, *The Financial Firm: Production with Monetary and Nonmonetary Goods*, „Journal of Political Economy” nr 93/1985, s. 859-880.
44. A. Henningsen, T. Czekaj, *Introduction to Econometric Production Analysis with R (Fourth Draft Version)*, Department of Food and Resource Economics, University of Copenhagen, 2019.
45. J. Hicks, *Annual survey of Economic Theory: The Theory of Monopoly*, „Econometrica” nr 3/1935, s. 1-20.
46. W. Horrace, P. Schmidt, *Confidence statements for efficiency estimates from stochastic frontier model*, The journal of Productivity Analysis nr 7/1996, s. 257-282.
47. T. Huang, D. Chiang, S. Chao, *A new approach to jointly estimating the Lerner index and cost efficiency for multi-output banks under a stochastic meta-frontier framework*, „The Quarterly Review of Economics and Finance” nr 62/2017, s. 212-226.
48. I. Huljak, Martin, D. Moccero, *The cost-efficiency and productivity growth of euro area banks*, „ECB Working Paper Series” nr 2305/2019.
49. J. Hull, *Zarządzanie ryzykiem instytucji finansowych*, tłum. B. Salbut, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.
50. W. Jaworski, Z. Zawadzka (red.), *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Poltext, Warszawa 2008.
51. J. Jondrow, C. Lovell, I. Materov, P. Schmidt, *On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model*, „Journal of Econometrics” nr 19/1982, s. 233-238.
52. M. Kosak, P. Zajc, J. Zoric, *Bank efficiency differences in the new EU member states*, „Baltic Journal of Economics” nr 9/2009, s. 67-89.
53. D. Kowalski, *Udział i rola banków komercyjnych w realizacji programów rozwoju gospodarczego państwa*, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 4/2018, s. 353-346.
54. S. Kozak, A. Wierzbowska, *Bank efficiency and concentration of the banking sector in the CEE countries*, „Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Polityki Europejskie, Finanse i Marketing”, nr 22/2019, s. 77-89.
55. S. Kozak, *Are Larger Banks More Efficient in the Central Eastern European Countries?*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio H – Oeconomia” nr 54/2020, s. 31-40.
56. S. Kumbhakar, C. Lovell, *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, 2000.
57. Ch. Lee, T. Huang, *Cost efficiency and technological gap in Western European banks: A stochastic metafrontier analysis*, „International Review of Economics and Finance” nr 48/2017, s. 161-178.
58. E. Mamatzakis, R. Matousek, A. Vu, *What is the impact of bankrupt and restructured loans on Japanese bank efficiency?*, „Journal of Banking & Finance” nr 72/2016, s. 187-202.
59. M. Mamonov, A. Vernikov, *Bank ownership and cost efficiency: New empirical evidence from Russia*, „Economic Systems” nr 41/2017, s. 305-319.
60. J. Marzec, *Produkty, czynniki produkcji i funkcja kosztów w badaniach efektywności kosztowej banków*, „Ekonomista” nr 3/1999, s. 281-304.
61. J. Marzec, *Modelowanie procesu produkcji banków i badanie ich efektywności kosztowej*, [w:] A. Barczak (red.) *Ekonometria czasu transformacji*, Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach, 1998, s. 87-98.
62. J. Marzec, *Ekonometryczna analiza efektywności kosztów w bankach komercyjnych*, rozprawa doktorska (maszynopis) napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Osiewalskiego, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, 2000.

63. J. Marzec, A. Pisulewski, *Pomiar efektywności zróżnicowanych technologicznie gospodarstw rolnych w Unii Europejskiej*, „Gospodarka Narodowa” nr 3/2020, s. 111-137.
64. J. Marzec, J. Osiewalski, *Bayesian inference on technology and cost efficiency of bank branches*, „Bank i Kredyt” nr 9/2008, s. 29–43.
65. J. Marzec, J. Osiewalski, *Pomiar efektywności kosztowej banków: zarys metodologii*, „Folia Oeconomica Cracoviensia” nr 39-40/1996-1997, s. 65-81.
66. J. Maudos, J. Pastor, F. Pérez, J. Quesada, *Cost and profit efficiency in European banks*, „Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A.”, 1999.
67. J. Maudos, J. Pastor, F. Pérez, J. Quesada, *Cost and profit efficiency in European banks*, “Journal of International Financial Markets, Institutions and Money” nr 12/2002, s. 33-58.
68. W. Meeusen, J. Van Den Broeck, *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error*, „International Economic Review” nr 8/1977, s. 435-444.
69. E. Miklaszewska (red.), *Banki w nowym otoczeniu społecznym, gospodarczym i technologicznym*, Wydawnictwo Poltext, Warszawa 2019.
70. Moody’s Analytics, *BankFocus, Research and analyze banks, for counterparty credit risk and portfolio analysis*, Bureau Van Dijk, A Moody’s Analytics Company, 2021.
71. Office of the Comptroller of the Currency, *Allowance for Credit Losses version 1.0*, April 2021.
72. J. Osiewalski, J. Marzec, *Bayesowska analiza efektywności kosztowej oddziałów banku: założenia i wyniki* [w:] M. Cieślak i D. Kwiatkowskiej-Ciotuchy (red.) *Prognozowanie w zarządzaniu firmą (materiały konferencyjne)*, Prace Naukowe AE we Wrocławiu nr 808/1998, s.24-33.
73. M. Pawłowska, *Determinanty rentowności polskich banków. Czy paradygmat structure-conduct-performance działa w polskim sektorze bankowym?*, „Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych / Szkoła Główna Handlowa” nr 41/2016, s. 47-61.
74. M. Pawłowska, *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „Materiały i Studia” nr 192/2005.
75. M. Pitt, L. Lee, *The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry*, „Journal of Development Economics” nr 9/1981, s. 43-64.
76. R Core Team, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022, URL <https://www.R-project.org/>.
77. M. Rolski, *Bankowość spółdzielcza w Polsce – Między Ideą, Państwem a Rynkiem*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 378/2019, s. 111-120.
78. P. Samuelson, W. Nordhaus, *Ekonomia*, tłum. A. Bukowski, J. Środa, Dom Wydawniczy REBIS Sp. z o.o., Poznań 2019.
79. P. Schmidt, R. Sickles, *Production frontiers and panel data*, „Journal of Business and Economic Statistics” nr 2/1984, s. 367-374.
80. C.W. Sealey, J. Lindley, *Inputs, Outputs and a Theory of Productions and Cost at Depository Financial Institutions*, „Journal of Finance”, 1977, s. 1251-1266.
81. J. Skrzypek, M. Trojak, *Analiza porównawcza efektywności banków przy wykorzystaniu modelu granicznego kosztów w wybranych krajach europejskich*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 11/2014, s. 30-47.
82. J. Skrzypek, M. Trojak, *Pomiar efektywności banków w Polsce z wykorzystaniem stochastycznej analizy granicznej*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica” nr 3/2014b, s. 201-216.

83. M. Sobczyk, *Statystyka, aspekty praktyczne i teoretyczne*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006.
84. R. Stevenson, *Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation*, „Journal of Econometrics” nr 13/1980, s. 57-66.
85. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2015 roku*, Warszawa 2016.
86. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2017 roku*, Warszawa 2018.
87. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Raport o sytuacji banków w 2018 roku*, Warszawa 2019.
88. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Informacja na temat sytuacji sektora bankowego w 2020 roku*, Warszawa 2021.
89. Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, *Rekomendacja W dotycząca zarządzania ryzykiem modeli w bankach*, Warszawa, 2015.
90. VanHoose, *The Industrial Organization of Banking: Bank Behavior, Market Structure, and Regulation*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.
91. H.R. Varian, *Microeconomic analysis, Third edition*, W. W. Norton & Company, 1992.
92. H.R. Varian, *Mikroekonomia, Kurs średni – ujęcie nowoczesne. Wydanie trzecie – zmienione*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
93. R. Wasserstein, N. Lazar, *The ASA Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose*, „The American Statistician” nr 70/2016, s. 129-133.
94. M. Wawrzyniak, *Efektywność techniczna polskiego sektora banków komercyjnych*, „Bezpieczny Bank”, nr 1/2021, s. 92-112.
95. J. Wooldridge, *Introductory Econometric, Modern approach, Fifth edition*, Cengage Learning, 2012.
96. T. Zieliński, *Separacja bankowości detalicznej i komercyjnej od działalności inwestycyjnej banków – poszukiwanie dróg do stabilnego systemu finansowego*, „Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 246/2015, s. 124-139.

Spis tabel

Tabela 3-1 Konstrukcja zmiennych tworzących funkcję produkcji.	28
Tabela 3-2 Wykorzystane pozycje bilansowe i ich odpowiedniki w rachunku zysków i strat.	29
Tabela 3-3 Charakterystyki opisowe dla zmiennych z lat 2011-2020.	41
Tabela 4-1 Specyfikacja rozważanych modeli ze względu na założenia dotyczące u_i, t	52
Tabela 5-1 Uproszczone model – założenia.	65
Tabela 5-2 Oceny parametrów modeli uproszczonych.	66
Tabela 5-3 Test logarytmu wiarygodności dla modeli uproszczonych.	68
Tabela 5-4 Oceny miernika efektywności uzyskane z modeli uproszczonych – statystyki opisowe.	69
Tabela 5-5 Proces doboru determinant nieefektywności - model 7.	77
Tabela 5-6 Oceny parametrów modeli z determinantami nieefektywności i bez determinant.	78
Tabela 5-7 Korelacja liniowa Pearsona pomiędzy wielkością aktywów ogółem a zatrudnieniem (dla wartości średnich geometrycznych).	88
Tabela 5-8 Wpływ wykorzystania aktywów ogółem jako substytutu nakładu pracy na oceny parametrów.	90
Tabela 5-9 Proces doboru determinant nieefektywności - model 7 oszacowany dla produktu netto.	98
Tabela 5-10 Oceny parametrów (i p-value) modeli dla produkcji wyrażonej przez kredyty netto.	99
Tabela A-1 Wpływ usunięcie obserwacji z 2011 i 2012 roku na oceny parametrów.	118
Tabela B-1 Definicja poszczególnych transformacji zmiennych makroekonomicznych.	120
Tabela C-1 Lista determinant nieefektywności (kody i opisy).	121
Tabela D-1 Statystyki opisowe – produkty i nakłady na poziomie państw.	122

Spis rysunków

Rys. 1.1 Udział kredytów z zmiennym oprocentowaniem w całości portfela kredytowego.	12
Rys. 2.1 Rysunek 1 Zbiór produkcyjny i krzywa produkcji – przykład: jeden produkt i jeden czynnik produkcji	14
Rys. 3.1 Procedura przygotowania danych.	25
Rys. 3.2 Liczba banków w podziale na kraje w badanym okresie.	26
Rys. 3.3 Wskaźnik pokrycia rynku (w %) przez wykorzystaną próbę badawczą.	27
Rys. 3.4 Przeciętna liczba tygodniowych godzin pracy w gospodarce w wybranych krajach.	32
Rys. 3.5 Udział złych kredytów na rynkach poszczególnych krajów – zmiany w czasie. ..	40
Rys. 3.6 Dynamika zmian zaangażowania czynników produkcji.	42
Rys. 3.7 Zmienne makroekonomiczne wykorzystane w procesie modelowania – graficzna reprezentacja danych.....	44
Rys. 3.8 Struktura rynków badanych krajów.	45
Rys. 3.9 Specjalizacje i pochodzenie kapitału dominującego badanych banków.	45
Rys. 3.10 Zmienne charakteryzujące badane banki.....	47
Rys. 5.1 Oceny miernika efektywności uzyskane z modeli uproszczonych – graficzna reprezentacja z przedziałami ufności.	70
Rys. 5.2 Zmiana średniego poziomu efektywności wg modeli uproszczonych.....	71
Rys. 5.3 Elastyczności dla typowego banku – wyniki wg modeli uproszczonych.	72
Rys. 5.4 Elastyczności dla typowego banku na poziomie kraju – wyniki na podstawie modelu 2.	73
Rys. 5.5 Przeciętne poziomy efektywności dla banków dużych i małych – wyniki na podstawie modelu 2.	75
Rys. 5.6 Przeciętne poziomy efektywności dla banków ze względu na pochodzenie kapitału dominującego – wyniki na podstawie modelu 2.....	75
Rys. 5.7 Różnice w poziomach średniej efektywności technicznej – porównanie wyników z modelu z determinantami nieefektywności (7.) i bez (6.) – analiza statyczna.	82
Rys. 5.8 Różnice w poziomach średniej efektywności technicznej – porównanie wyników z modelu z determinantami nieefektywności (7.) i bez (6.) - zmiana w czasie.....	82

Rys. 5.9 Różnice w poziomach elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów i efekt skali – porównanie wyników z modelu z determinantami nieefektywności (7.) i bez (6.) - analiza statyczna	83
Rys. 5.10 Różnice w poziomach elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów i efekt skali – model z determinantami nieefektywności – porównanie wyników pomiędzy krajami.	85
Rys. 5.11 Przeciętne wartości wskaźnika efektywności dla banków dużych i małych – wyniki na podstawie modelu 7.	86
Rys. 5.12 Przeciętne wartości wskaźnika efektywności dla banków ze względu na pochodzenie kapitału dominującego – wyniki na podstawie modelu 7.....	86
Rys. 5.13 Przeciętna wielkość aktywów ogółem a przeciętne zatrudnienie – zmiana w czasie (dla wartości średnich geometrycznych).....	89
Rys. 5.14 Średnia efektywność w zależności od sposobu pomiaru nakładu pracy.	93
Rys. 5.15 Średnia efektywność w zależności od sposobu pomiaru pracy – analiza na poziomie poszczególnych krajów.....	94
Rys. 5.16 Przeciętne udziały produktu brutto w wielkości aktywów ogółem banków.	95
Rys. 5.17 Elastyczności dla typowego banku w zależności od sposobu pomiaru pracy	96
Rys. 5.18 Zróznicowanie poziomu efektywności technicznej banku w kontekście pomiaru produktu bankowego poprzez kredyty brutto i netto	101
Rys. A.1 Wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na oszacowania efektywności.	119
Rys. A.2 Elastyczności obliczone dla typowej obserwacji – wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na wyniki – Model 2.	119
Rys. A.3 Elastyczności obliczone dla typowej obserwacji– wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na wyniki – Model 7.	120

Załączniki

A. Wpływ kompozycji próby na uzyskane rezultaty

W trakcie przygotowywania danych jednym z głównych celów była maksymalizacja wielkości próby, zarówno biorąc pod uwagę poziom pokrycia rynku przez obserwacje, jak i maksymalną długość posiadanych szeregów czasowych. Tak jak zostało wspomniane w podrozdziale 3.1.3., dane w bazie OrbisBank Focus były relatywnie pełne od 2011 roku. Jednakże można zauważyć istotną różnicę w poziomie kompletności danych pochodzących z pierwszych dwóch lat próby badawczej (2011-2012) a pozostałymi okresami w próbie (2013-2020). Stąd też niezbędnym było zbadanie, czy uwzględnienie danych z pierwszych dwóch lat nie wpływa istotnie na uzyskane wyniki. W celu weryfikacji tego zjawiska przeszacowano parametry dwóch postaci funkcji produkcji na próbie ograniczonej do okresu 2013-2020 i porównano uzyskane wyniki z rezultatami uzyskanymi dla model oszacowanych na pełnej próbie. Ucięta próba badawcza składa się z 800 obserwacji, podczas gdy próba „pełna” – 898. Do analizy wybrano model 2. (nieefektywność stała w czasie zadana rozkładem normalnym-uciętym) oraz model 7. (nieefektywność zmienna w czasie zadana rozkładem normalnym uciętym, gdzie parametr położenia jest funkcją determinant nieefektywności). Pełną dyskusję na temat rezultatów uzyskanych z tych modeli jest zaprezentowana w podrozdziałach 5.2. i 5.3.

Model 2. zostały wybrany do niniejszej analizy, gdyż spośród uproszczonych modeli charakteryzował się on najlepszymi własnościami i dopasowaniem uzyskanych parametrów do danych, natomiast model 7. został wybrany jako reprezentant modeli „zaawansowanych”, aby zweryfikować, czy usunięcie obserwacji z 2011-2012 roku nie wpływa na oceny determinant nieefektywności.

W celu przeprowadzenia analizy dokonano wizualnej analizy uzyskanych pomiarów efektywności oraz elastyczności funkcji produkcji względem nakładów, a także sprawdzono, czy wpływ usunięcia dwóch pierwszy lat mieści się w oszacowanych przedziałach ufności.

Średnia różnica w poziomach efektywności wyrażona w wartościach bezwzględnych wynosi 0,03 dla modelu 2. i 0,005 dla modelu 7. W przypadku analizy na poziomie poszczególnych krajów, zmiana przeciętnego poziomu efektywności dla większości krajów mieści się w oszacowanych przedziałach ufności. Jedynym wyjątkiem jest Polska dla modelu 7. gdzie też przedziały ufności są bardzo małe ($\pm 0,004$). W przypadku tej podgrupy usunięcie dwóch pierwszych lat prowadzi do wzrostu przeciętnego poziomu

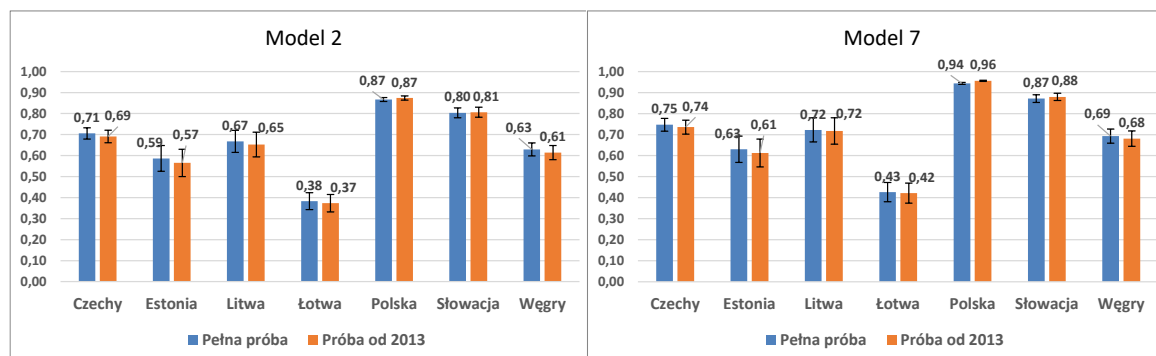
efektywności o 0,012. Ponadto ranking efektywności banków obliczony dla obserwacji, które znajdowały się w obu próbach jest niemalże identyczny (współczynnik korelacji Spearmana dla obu form funkcyjnych wynosi 0,99). Nie zaobserwowano również istotnych zmian w wartościach elastyczności funkcji produkcji względem poszczególnych nakładów. Zaobserwowane różnice dotyczą elastyczności dla nakładu rzeczowego i intelektualnego oraz nakładu pracy. Jednakże elastyczności dla tych dwóch czynników produkcji są relatywnie niskie (około 0,1), także jakiegokolwiek odchylenia bezwzględne od tej wartości będą bardzo widoczne na wykresie. Przeciętnie, te różnice wynoszą około 0,01.

Tabela A-1 Wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na oceny parametrów.

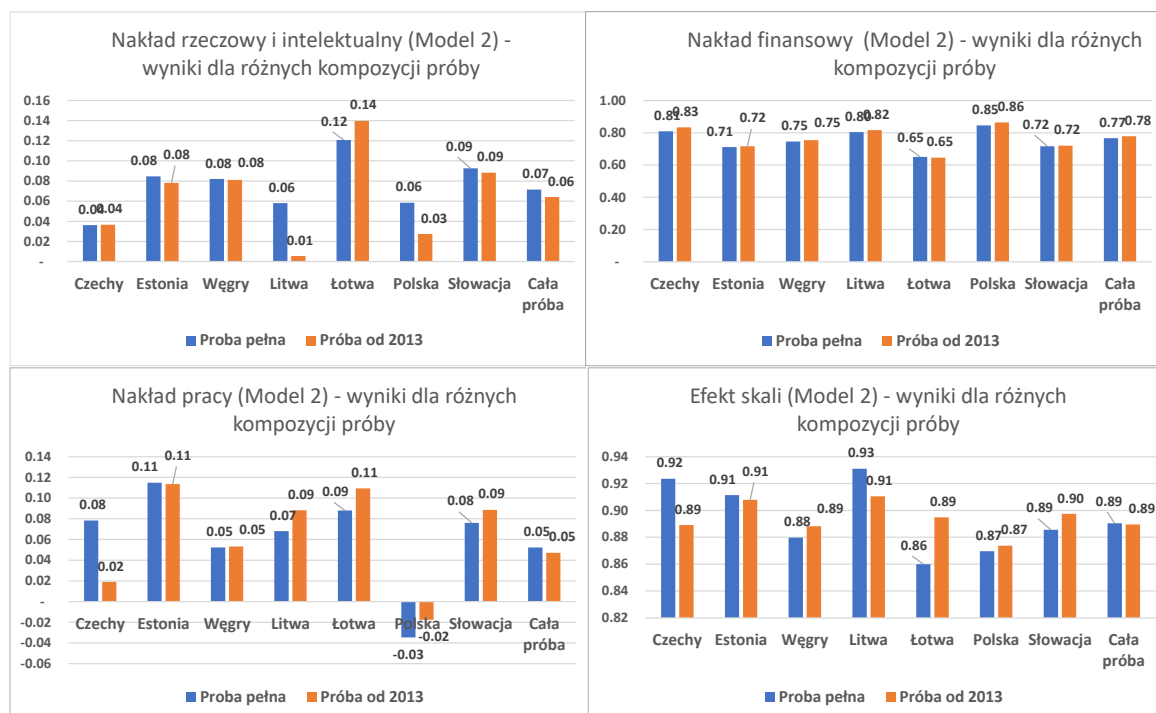
Parametr	Model 2.		Model 7.	
	Próba pełna	Próba od 2013	Próba pełna	Próba od 2013
Wyraz wolny	0,35 (0,00)	0,35 (0,00)	0,24 (0,00)	0,24 (0,00)
N. rzeczowy i intelektualny (RI)	0,06 (0,00)	0,06 (0,00)	0,04 (0,00)	0,04 (0,00)
N. finansowy (Fin)	0,78 (0,00)	0,78 (0,00)	0,84 (0,00)	0,84 (0,00)
N. pracy (L)	0,04 (0,03)	0,05 (0,04)	0,03 (0,02)	0,02 (0,02)
(RI) ²	0,02 (0,07)	0,04 (0,00)	0,02 (0,01)	0,03 (0,00)
(Fin) ²	0,05 (0,00)	0,05 (0,00)	0,08 (0,00)	0,08 (0,00)
(L) ²	-0,01 (0,21)	0,02 (0,23)	-0,02 (0,01)	-0,01 (0,35)
RI·Fin	-0,05 (0,00)	-0,05 (0,00)	-0,09 (0,00)	-0,09 (0,00)
RI·L	0,00 (0,85)	-0,05 (0,02)	0,02 (0,12)	0,00 (0,82)
Fin·L	0,04 (0,02)	0,03 (0,13)	0,04 (0,00)	0,04 (0,00)
Wyraz wolny (nieefektywność)	-	-	-0,29 (0,49)	-1,09 (0,15)
Czechy (0-1)	-	-	1,99 (0,00)	2,82 (0,00)
Estonia (0-1)	-	-	3,11 (0,00)	3,93 (0,00)
Węgry (0-1)	-	-	2,43 (0,00)	3,16 (0,00)
Łotwa (0-1)	-	-	2,78 (0,00)	3,52 (0,00)
Litwa (0-1)	-	-	2,53 (0,00)	3,29 (0,00)
Słowacja (0-1)	-	-	1,96 (0,00)	2,67 (0,00)
Strefa Euro (0-1)	-	-	-0,22 (0,05)	-0,15 (0,20)
Zyski zatrzymane/Kapitał własny	-	-	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)
Kredyty/Depozyty	-	-	-2,19 (0,00)	-2,19 (0,00)
Rentowność aktywów (ROA)	-	-	-6,9 (0,00)	-7,41 (0,00)
Kapitał własny/Aktywa ogółem	-	-	-0,98 (0,01)	-0,99 (0,01)
Kapitał narodowy (0-1)	-	-	-0,15 (0,00)	-0,16 (0,00)
Stopa referencyjna banku centralnego	-	-	-0,1 (0,00)	-0,03 (0,57)
Duży	-	-	-0,55 (0,00)	-0,55 (0,00)
σ^2	1,76 (0,00)	1,84 (0,00)	0,16 (0,00)	0,16 (0,00)
γ	0,98 (0,00)	0,98 (0,00)	0,95 (0,00)	0,95 (0,00)

μ	-2,62 (0,00)	-2,68 (0,00)	-0,6 ²⁰⁰	-0,72 ²⁰⁰
Dodatkowe statystyki				
Logarytm wiarygodności	18,45	6,49	203,82	178,50
Test F	0,26 (0,99)		0,42 (0,99)	

Źródło: opracowanie własne.



Rys. A.1 Wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na oszacowania efektywności²⁰¹.

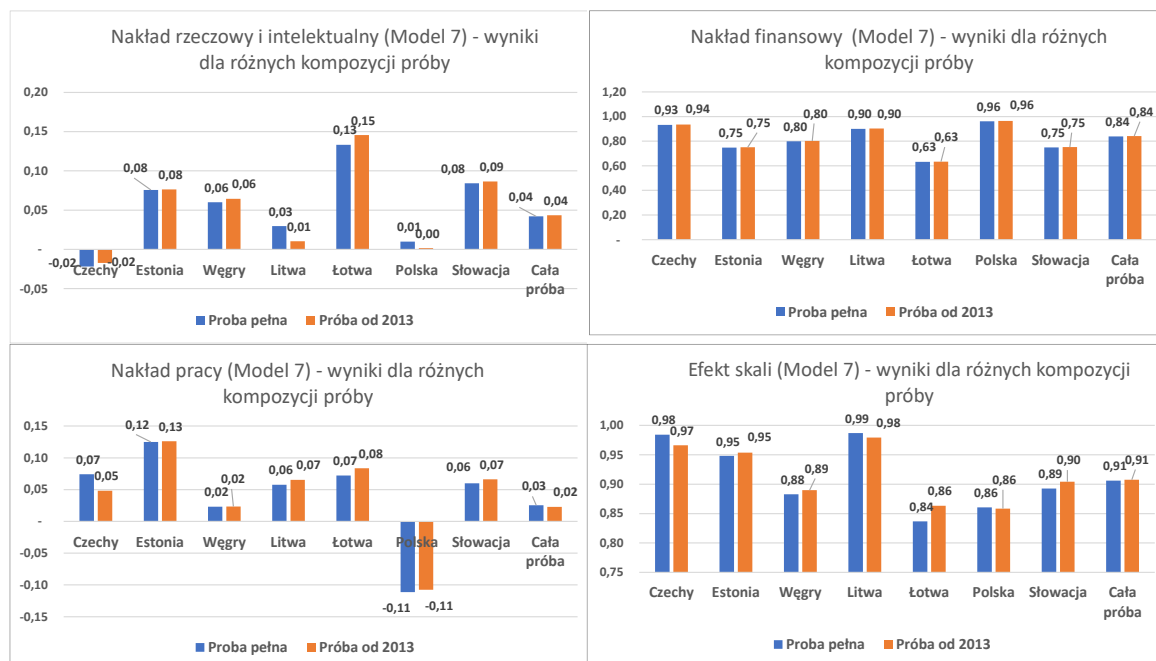


Rys. A.2 Elastyczności obliczone dla typowej obserwacji – wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na wyniki – Model 2²⁰².

²⁰⁰ Wartość średnia dla wszystkich obserwacji w próbie.

²⁰¹ Źródło: opracowanie własne.

²⁰² Źródło: opracowanie własne.



Rys. A.3 Elastyczności obliczone dla typowej obserwacji – wpływ usunięcia obserwacji z 2011 i 2012 roku na wyniki – Model 7²⁰³.

B. Transformacje zmiennych makroekonomicznych

Tabela B-1 Definicja poszczególnych transformacji zmiennych makroekonomicznych

Transformacja	Formuła
Zmienna nominalna	$x_t = x_t$
Różnica	$x_diff_t = x_t - x_{t-1}$
Różnica procentowa	$x_YoY_t = \frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}}$
Standaryzowana różnic	$x_diff_std_t = \frac{x_diff_t - \mu}{\sigma}$
Standaryzowana różnica procentowa	$x_YoY_std_t = \frac{x_YoY_t - \mu}{\sigma}$
Logarytm naturalny	$x_ln_t = \ln(x_t)$
Logarytmiczna stopa zwrotu	$x_diff_ln_t = \ln\left(\frac{x_t}{x_{t-1}}\right)$
Opóźnienie o jeden rok	$x_L1_t = x_{t-1}$

Źródło: opracowanie własne.

²⁰³ Źródło: opracowanie własne.

C. Lista zmiennych rozważanych jako determinanty nieefektywności

Tabela C-1 Lista determinant nieefektywności (kody i opisy).

Grupa zmiennych	Opis
Zmienne swoiste/wskaźniki finansowe	Pochodzenie kapitału dominującego (0-1, 1 - kapitał krajowy)
	Bank duży/mały (0-1, 1 - bank duży)
	Kredyty/Depozyty
	Zyski netto/Aktywa ogółem
	Zyski netto/Wielkość kapitału własnego
	Wielkość kapitału własnego/Aktywa ogółem
	Wielkość "złych" kredytów/wielkość kredytów ogółem
	Zyski zatrzymane/Wielkość kapitału własnego
Struktura rynku	Indeks Herfindahla–Hirschmana
	Poziom koncentracji (% aktywów posiadanych przez największych graczy rynkowych)
Zmienne makroekonomiczne	Czy państwo, w którym działa bank należy do strefy Euro? (0-1, 1 – państwo należy do strefy Euro)
	Produkt Krajowy Brutto
	Poziom inflacji ,
	Wskaźnik cen nieruchomości (House Price Index)
	Poziom bezrobocia ,
	Stopa referencyjna banku centralnego
Specjalizacje banku (zmienne dychotomiczne)	Bank oszczędnościowy
	Banki komercyjne (zmienna referencyjna)
	Specjalistyczna rządowa instytucja kredytowa,
	Banki kooperacyjny
	Holding bankowy,
	Bank hipoteczny
Państwa (zmienne dychotomiczne)	Czechy
	Estonia
	Litwa
	Łotwa
	Polska (zmienna referencyjna)
	Słowacja
	Węgry

Źródło: opracowanie własne.

D. Statystyki opisowe – produkty i nakłady na poziomie państw.

Tabela D-1 Statystyki opisowe – produkty i nakłady na poziomie państw.

Zmienna	Państwo	Średnia	Odchylenie standardowe	Minimum	25 percentyl	50 percentyl (mediana)	75 percentyl	Maksimum
Kredyty brutto i inne inwestycje (produkt) (mln Euro)	Słowacja	3 981,99	5 166,89	99,47	419,13	1 218,39	6 656,53	19 003,76
	Litwa	3 408,66	2 508,54	166,65	373,51	4 679,33	5 611,03	6 759,42
	Czechy	6 195,55	8 544,62	139,19	1 342,91	2 457,17	6 291,62	39 982,25
	Polska	12 423,82	13 646,83	165,51	2 717,86	7 161,69	16 563,33	70 420,63
	Łotwa	1 009,30	1 291,66	16,44	104,12	198,90	1 893,36	4 564,66
	Estonia	2 445,44	3 222,47	25,38	224,11	520,41	4 144,40	11 359,00
	Węgry	3 411,12	3 900,84	30,54	312,55	2 759,51	5 144,66	23 389,63
Nakład finansowy (mln Euro)	Słowacja	3 717,68	4 907,32	9,51	245,60	1 191,45	6 138,96	18 572,42
	Litwa	4 127,77	3 411,36	199,53	442,74	4 829,77	6 595,48	12 275,25
	Czechy	7 185,69	9 389,88	58,21	2 106,96	3 370,41	7 061,55	47 934,78
	Polska	11 242,29	12 325,50	108,28	2 467,34	6 741,53	14 760,73	62 967,78
	Łotwa	1 305,53	1 542,87	20,68	187,90	456,08	2 619,42	6 643,95
	Estonia	2 574,44	3 402,95	32,94	254,00	506,53	4 588,36	13 070,24
	Węgry	3 580,77	3 883,80	81,52	436,08	2 892,37	5 231,77	23 818,52
Kapitał rzeczowy i intelektualny (mln Euro)	Słowacja	46,03	64,25	0,74	3,26	15,02	60,65	260,93
	Litwa	18,04	18,32	0,91	6,78	14,10	18,35	73,06
	Czechy	78,47	157,10	0,01	5,01	16,42	61,42	794,66
	Polska	181,59	264,79	0,83	23,71	46,81	214,92	1 186,92
	Łotwa	21,28	16,48	0,36	6,90	18,84	34,40	67,49
	Estonia	13,86	14,53	0,32	3,89	9,31	20,00	75,67
	Węgry	62,80	75,27	0,41	4,84	20,75	108,37	408,59
Zatrudnienie (praca)	Słowacja	1 195,12	1 412,02	82,00	156,99	635,70	2 205,98	4 221,53
	Litwa	1 200,61	640,24	313,78	581,98	1 507,64	1 803,77	2 036,06
	Czechy	1 596,38	2 718,94	6,06	209,04	351,41	933,24	11 055,90
	Polska	5 341,94	6 347,89	57,26	1 197,35	3 085,91	6 786,33	29 685,22
	Łotwa	565,40	530,68	49,73	171,97	257,38	1 004,59	1 632,83
	Estonia	699,93	796,55	30,88	140,40	354,05	1 012,68	2 452,13
	Węgry	1 833,42	2 241,29	13,90	166,58	601,46	2 853,88	9 706,14
Aktywa ogółem (mln Euro)	Słowacja	4 299,02	5 558,46	68,83	474,53	1 341,23	6 927,52	20 747,74
	Litwa	4 730,36	3 865,18	229,90	506,06	5 939,54	7 664,66	13 981,55
	Czechy	8 654,61	11 823,39	155,42	2 400,89	3 781,10	8 258,35	58 595,55
	Polska	13 638,87	14 949,43	171,62	2 854,94	8 605,46	18 142,19	74 811,85
	Łotwa	1 536,19	1 820,40	35,96	225,62	526,03	2 972,74	7 705,48
	Estonia	3 200,23	4 221,40	42,32	311,94	611,30	5 233,90	14 924,10
	Węgry	4 360,52	5 009,82	150,61	507,38	3 367,05	6 127,17	30 569,18

Źródło: opracowanie własne.