

Efektywność techniczna banków spółdzielczych w województwie wielkopolskim w latach 2008–2012

Nadesłany: 19.09.14 | Zaakceptowany do druku: 05.11.14

Michał Jankowski*, Aneta Kaczyńska**

Artykuł podejmuje problematykę efektywności technicznej banków spółdzielczych z siedzibą w województwie wielkopolskim. Efektywność ta została zbadana za pomocą nieparametrycznej metody DEA. Opracowano cztery ujęcia działalności banków, z których połowa została zakwalifikowana jako modele o charakterze komercyjnym, natomiast druga połowa jako modele reprezentujące społeczny aspekt działalności banków. Celem dokonanego rozgraniczenia była analiza porównawcza dwóch grup modeli w zakresie efektywności technicznej, skali oraz determinant zmian efektywności obliczonych za pomocą indeksu produktywności Malmquista. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że banki spółdzielcze w województwie wielkopolskim osiągają wyższą efektywność, gdy ich działalność rozpatrywana jest w ujęciach o charakterze komercyjnym. Należy jednak zwrócić uwagę na większy wzrost efektywności banków w społecznych modelach funkcjonowania, której źródłem w analizowanych latach była głównie poprawa czystej efektywności technicznej, czyli ograniczenie marnotrawstwa zasobów.

Słowa kluczowe: banki spółdzielcze, DEA, indeks produktywności Malmquista.

Technical efficiency of cooperative banks in the Wielkopolska in 2008-2012

Submitted: 19.09.14 | Accepted: 05.11.14

This article takes into account the issue of technical efficiency of cooperative banks headquartered in Wielkopolska, which was examined using non-parametric DEA method. The author developed four types of the bank activities, half of which was classified as models of a commercial nature, while the second half as models representing the social aspect of the banks activities. The purpose of demarcation was to conduct a comparative analysis of the two groups of models in terms of technical efficiency, scale and determinants of changes in the efficiency calculated using the Malmquist productivity index. Based on the study it can be stated that the cooperative banks in Wielkopolska achieve higher efficiency in models of a commercial nature. However, greater increase of the efficiency was observed while taking into consideration social models. The main cause of this rise in the analyzed period was mainly due to the improvement of the pure technical efficiency, i.e. reduction of resources wastage.

Keywords: cooperative banks, DEA, Malmquist productivity index.

JEL: C14, C61, G21

* **Michał Jankowski** – mgr, doktorant w Katedrze Bankowości Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

** **Aneta Kaczyńska** – mgr, doktorantka w Katedrze Finansów Publicznych Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

1. Wprowadzenie

Problematyka efektywności działania banków jest często podejmowana w literaturze przedmiotu, której zdecydowana większość poświęcona jest bankom komercyjnym. Źródłem takiego stanu rzeczy może być lepsza dostępność danych finansowych tych banków, znacznie częściej publikowanych i agregowanych w bazach danych. Niniejszy artykuł częściowo uzupełnia tę lukę, gdyż został poświęcony efektywności technicznej banków spółdzielczych z siedzibą w województwie wielkopolskim. Jego celem jest zbadanie poziomu i czynników zmian efektywności technicznej oraz efektywności skali w latach 2008–2012 z wykorzystaniem nieparametrycznej metody pomiaru efektywności Data Envelopment Analysis (DEA).

Realizacji założonego celu badawczego podporządkowano strukturę opracowania. Na początku przedstawione zostały teoretyczne podstawy metody DEA. Poszczególne modele, metody oraz zagadnienia uporządkowane zostały chronologicznie, zgodnie z ewolucją. Następnie zaprezentowano najnowsze publikacje poświęcone badaniu efektywności technicznej banków. W celu zaprezentowania różnorodności artykułów uwaga została skupiona na publikacjach pochodzących z różnych państw. Wydarzenia o charakterze globalnym oraz zmiany systemowe sprawiają, że temat ten szczególnie często podejmowany jest w literaturze przedmiotu. W kolejnej części artykułu zamieszczono wyniki badań efektywności technicznej oraz efektywności skali banków spółdzielczych z siedzibą w województwie wielkopolskim. Dodatkowo w części tej za pomocą indeksu produktywności Malmquista dokonano dekompozycji zmian efektywności na poszczególne składowe.

2. Opis metody badawczej

W niniejszym artykule wykorzystana została metoda Data Envelopment Analysis (DEA), zyskująca coraz większą popularność w zakresie badania efektywności instytucji finansowych (Banker, Cummins i Klumpes, 2010). Jest to metoda nieparametryczna oparta na programowaniu matematycznym. Pozwala zmierzyć względną efektywność danego podmiotu określanego jako jednostka decyzyjna (ang. *Decision Making Unit*, DMU) w stosunku do pozostałych podmiotów z analizowanej grupy obiektów (Ebrahimnejad, Jahanshahloo, Lotfi, Mansourzadeh i Soltanifar, 2010).

Każdą DMU można opisać za pomocą wektora nakładów ($x_j = [x_{ij}]$), gdzie x_{ij} oznacza i -ty nakład zużywany przez j -ty obiekt, $i = 1, \dots, m$) oraz wektora efektów ($y_j = [y_{rj}]$), gdzie y_{rj} oznacza r -ty rezultat uzyskiwany przez j -ty obiekt, $r = 1, \dots, s$). Wektory te tworzą technologię empiryczną podmiotu (Guzik, 2009). Na podstawie najlepszych jednostek z grupy tworzona jest granica możliwości produkcyjnych, stanowiąca obwiednię danych (Banker, 1993).

Pierwszym i zarazem podstawowym modelem metody DEA jest zaproponowany w 1978 r. model CCR, dopuszczający badanie efektywności technicznej (ang. *technical efficiency* – *eff*) jednostek, których technologia składa się z kilku rodzaju nakładów i efektów (Charnes, Cooper i Rhodes, 1978). Model CCR stanowił modyfikację metody opracowanej przez Farrellę, uwzględniającej wyłącznie jeden nakład i jeden efekt (Farrell, 1957).

Pierwotnie model CCR został zaprezentowany w formie mnożnikowej, którą następnie przekształcono do postaci zadania liniowego (Cook i Seiford, 2009). Umożliwiło to skonstruowanie zadania dualnego, które może być ukierunkowane na nakłady (minimalizacja mnożnika zużywanych nakładów do wytworzenia określonej wartości efektów) albo na efekty (maksymalizacja mnożnika efektów przy wykorzystaniu określonej wartości nakładów) (Cooper, Seiford, Tone i Zhu, 2007). W niniejszym artykule w części empirycznej zostały wykorzystane modele ukierunkowane na nakłady, dlatego teoretyczne aspekty metody DEA nie będą poruszać problematyki modeli ukierunkowanych na rezultaty.

Rozwiązanie modelu CCR ukierunkowanego na nakłady polega na obliczeniu takich nieujemnych wartości mnożnika poziomu nakładów (θ_o) oraz współczynników określających wagi intensywności nakładów i rezultatów (λ_{jo}), które pozwolą zminimalizować mnożnik poziomu nakładów, tj. (Cooper, Seiford i Tone, 2007):

$$\min \theta_o \quad (1)$$

przy ograniczeniach:

$$\theta_o x_{io} \geq \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jo}, \quad \forall i, \quad (2)$$

$$y_{ro} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jo}, \quad \forall r, \quad (3)$$

$$\lambda_{jo} \geq 0, \quad \forall j. \quad (4)$$

Mnożnik poziomu nakładów określa o ile o -ta DMU powinna zredukować zużywane nakłady, aby stać się obiektem efektywnym. Ponadto wagi intensywności λ_{jo} wskazują, jaką krotność nakładów obiektów wzorcowych powinien wykorzystywać o -ty obiekt (Holod i Lewis, 2011). Za obiekt efektywny uważa się taki, którego technologia mieści się na granicy możliwości produkcyjnych skonstruowanej w oparciu o najlepsze jednostki z grupy. Możliwe wartości wskaźnika efektywności to $0 < \theta \leq 1$, przy czym dla obiektów wzorcowych $\theta = 1$ (Cooper, Seiford i Tone, 2007).

Model CCR należy do modeli radialnych metody DEA. Oznacza to, że redukcji wszystkich nakładów dokonuje się w sposób proporcjonalny (Cooper, Seiford i Tone, 2006). Wadą takiego podejścia jest możliwość uzyskania słabej efektywności (efektywności Farrellę). Występuje ona wów-

czas, gdy pomimo proporcjonalnego zredukowania nakładów do poziomu $\theta_o x_{io}$, nadal istnieje możliwość takiego zmniejszenia wartości i -tego nakładu, aby $\theta_o = 1$ (Cooper i in., 2007). Wartości te określa się w literaturze jako luzy (ang. *slacks*), które oznacza się za pomocą s_i^- (luz dotyczący i -tego nakładu) i s_r^+ (luz dotyczący r -tego rezultatu). Problem występowania luzów rozwiązuje częściowo dwufazowy model obwiedniowy w postaci dualnej (ang. *envelopment model*) (Cook i Zhu, 2005). Po dokonaniu odpowiednich przekształceń model ten można zapisać w następujący sposób (Cooper, Seiford i Zhu, 2011):

$$\min \theta_o - \varepsilon (\sum_{i=1}^n s_{io}^- + \sum_{r=1}^s s_{ro}^+), \quad (5)$$

przy ograniczeniach:

$$\theta_o x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_{io}^-, \quad \forall i, \quad (6)$$

$$y_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_{ro}^+, \quad \forall r, \quad (7)$$

$$\lambda_j, s_{io}^-, s_{ro}^+ \geq 0, \quad \forall j, j, r, \quad (8)$$

gdzie ε to niearchimedesowa stała nieskończenie mała zastosowana w celu uniknięcia otrzymania zerowych wartości wskaźników. Jest to stała mniejsza od jakiegokolwiek dodatniej liczby rzeczywistej (Cooper i in., 2006).

Biorąc pod uwagę powyższe wzory, należy stwierdzić, że o -ty obiekt charakteryzuje się silną efektywnością w sensie DEA wtedy i tylko wtedy, gdy $\theta_o = 1$ i wszystkie luzy $s_{io}^- = s_{ro}^+ = 0$ (Cooper i in., 2011).

Model CCR przyjmuje założenie występowania stałych efektów skali (ang. *Constant Returns to Scale*, CRS), tj. gdy $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$. Metoda DEA dopuszcza jednak występowanie zmiennych efektów skali (ang. *Variable Returns to Scale*, VRS), które można podzielić na malejące ($\sum_{j=1}^n \lambda_j > 1$) i rosnące efekty skali ($\sum_{j=1}^n \lambda_j < 1$) (Banker, Cooper, Seiford, Thrall i Zhu, 2004).

Modelem uwzględniającym zmienne efekty skali jest model BCC skonstruowany w 1984 r. Został on uznany za pierwszą ważną modyfikację modelu CCR (Liu, Lu, Lu i Lin, 2013). Model BCC umożliwia bowiem dokonanie dekompozycji wskaźnika efektywności technicznej (ang. *technical efficiency – eff*) obliczanego w modelu CCR na efektywność skali (ang. *scale efficiency – se*) oraz czystą efektywność techniczną (ang. *pure technical efficiency – pe*) (Ahn i Seiford, 1993). Efektywność skali umożliwia zwerifikowanie, czy o -ty obiekt charakteryzuje się optymalnymi rozmiarami działania. Z kolei czysta efektywność techniczna wskazuje, w jakim stopniu wykorzystywane przez o -ty obiekt nakłady są marnotrawione (w przypadku modelu ukierunkowanego na nakłady) (Bogetoft i Otto, 2011).

Dekompozycję przedstawia się w następujący sposób (Thanassoulis, 2001):

$$eff = pe \times se, \quad (9)$$

$$se = \frac{eff}{pe} = \frac{\theta_{CCR,o}}{\theta_{BCC,o}}. \quad (10)$$

Wzory (9) i (10) jednoznacznie wskazują, że $\theta_{CCR,o} < \theta_{BCC,o}$ oraz $\theta_{CCR,o} \leq \theta_{BCC,o} \leq 1$. Oznacza to, że wskaźnik efektywności modelu BCC przyjmuje wartości nie mniejsze od wskaźnika efektywności modelu CCR (Ramanathan, 2013).

Postać obwiedniowa modelu BCC jest identyczna jak w przypadku obwiedniowego modelu CCR – wzory od (5) do (8). Do modelu BCC dodano jednak dodatkowy warunek ograniczający w postaci (Banker, Charnes i Cooper, 1984):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jo} = 1, \quad \forall j. \quad (11)$$

Jeżeli o -ty obiekt znajduje się na granicy VRS wyznaczonej przez model BCC, ale poniżej granicy CRS (modelu CCR), tj. gdy jego wskaźnik $pe = 1$, wówczas technologię przez niego stosowaną uważa się za efektywną czysto technicznie. Obiekt ten nie jest efektywny w sensie modelu CCR, ponieważ $eff < 1$. Dopiero gdy o -ty obiekt znajduje się na granicy VRS, która pokrywa się w tym punkcie z granicą CRS, można stwierdzić, że cechuje się on pełną efektywnością techniczną.

Model BCC pozwala zatem na dokładniejsze określenie przyczyny nieefektywności badanej DMU, która może wynikać z niewłaściwego wykorzystania nakładów prowadzącego do ich marnotrawienia bądź z działania w nieoptymalnym obszarze skali.

Modele CCR i BCC pozwalają obliczyć względną efektywność techniczną jednostek za dany okres, np. rok. Alternatywnym sposobem opartym na metodzie DEA i umożliwiającym badanie zmiany względnej produktywności w czasie jest indeks produktywności Malmquista (ang. *Malmquist productivity index* – mpi). Indeks ten składa się z dwóch komponentów – mierzącego zmianę efektywności technicznej (ang. *catch-up effect* – *effch*) oraz mierzącego postęp albo regres technologiczny (ang. *frontier-shift effect* – *techch*) (Cooper i in., 2007).

Relatywną zmianę efektywności o -tego obiektu w momencie $t + 1$ w stosunku do okresu t określa się poprzez zastosowanie następującej formuły (Cooper i in., 2007):

$$effch = \frac{\theta_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\theta_o^t(x^t, y^t)}, \quad (12)$$

przy czym $effch > 1$ wskazuje na wzrost efektywności technicznej w okresie $t + 1$ w stosunku do okresu t , $effch < 1$ oznacza analogiczny spadek

efektywności technicznej, a $effch = 1$ określa się jako brak zmiany (Cooper i in., 2007).

Zmianę technologiczną oblicza się natomiast jako (Maniadakis i Thanasoulis, 2004):

$$techch = \left[\frac{\theta'_o(x^t, y^t)}{\theta''_o(x^t, y^t)} \frac{\theta'_o(x^{t+1}, y^{t+1})}{\theta''_o(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (13)$$

Jeżeli $techch > 1$, to nastąpił postęp technologiczny w okresie $t + 1$ w stosunku do okresu t . W przypadku, gdy $techch < 1$, należy stwierdzić wystąpienie regresu technologicznego o -tego obiektu w analogicznym okresie, natomiast $techch = 1$ wskazuje na status quo (Cooper i in., 2007).

Indeks produktywności Malmquista można zatem przedstawić w następujący sposób (Lovell, 2003):

$$mpi = effch \times techch, \quad (14)$$

$$mpi = \left[\frac{\theta'_o(x^{t+1}, y^{t+1})}{\theta'_o(x^t, y^t)} \frac{\theta''_o(x^{t+1}, y^{t+1})}{\theta''_o(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (15)$$

Wartość indeksu mpi przekraczająca 1 wskazuje, że między okresami t i $t + 1$ nastąpił wzrost produktywności obiektu o -tego. Jeżeli $mpi < 1$, to badany obiekt cechował się spadkiem produktywności. Natomiast $mpi = 1$ oznacza brak zmiany produktywności o -tego obiektu (Rahmani Parchikolaei i Yosefian, 2013).

Biorąc pod uwagę wzory (14) i (15), należy zaznaczyć, że wzrost produktywności możliwy jest, nawet jeśli jeden z komponentów indeksu produktywności Malmquista (np. $effch$) wykazuje spadek przy jednoczesnym wzroście drugiego ($techch$).

3. Przegląd literatury

Metoda DEA jest powszechnie stosowana do oceny efektywności banków zarówno spółdzielczych, jak i komercyjnych. Wraz z upowszechnieniem się metody liczba publikacji ją wykorzystujących wzrasta wykładniczo i na koniec 2009 r. była szacowana na 4597, z czego nowych publikacji w ciągu tego roku było 728 (Liu i in., 2013). W literaturze przedmiotu coraz częściej publikowane są badania autorów z państw rozwijających się, w których zachodzące przemiany systemowe oraz wydarzenia o charakterze globalnym stanowią interesujące przyczynki badań. Przykładem takim jest badanie efektywności 30 banków komercyjnych w Turcji w latach 2007–2010 wykonane przez Yılmaz (2013). Autor, wykorzystując metodę DEA, wykazał, iż w przeciwieństwie do banków w Stanach Zjednoczonych, Polsce i Chorwacji, tureckie

banki krajowe w analizowanych latach osiągały większą efektywność w ujęciu pośrednika finansowego aniżeli banki zagraniczne. Dodatkowo dla obu typów banków efektywność pogorszyła się w latach 2008–2009 i ponownie wzrosła w 2010 r., co zostało spowodowane wystąpieniem kryzysu finansowego. Jak dowodzi autor, przyczyną lepszej efektywności banków krajowych była restrukturyzacja banków państwowych oraz poprawa nadzoru bankowego po kryzysie płynności w Turcji w 2001 r.

Do najnowszych badań nad efektywnością banków można również zaliczyć badanie efektywności banków komercyjnych w Bangladeszu wykonane z zastosowaniem dwufazowej metody DEA, w której działalność banków została podzielona na część dedykowaną obsłudze klienta oraz część oceniającą skuteczność zarządzania posiadanymi depozytami oraz kredytami (Ataur Rahman, 2012). Autor dowodzi, że w 2008 r. banki znacjonalizowane osiągały wyższą przeciętną efektywność w obsłudze klienta, tj. 90,4% w porównaniu z 72,2% dla banków zagranicznych. Jednakże całościowa efektywność banków krajowych była znacznie niższa niż banków zagranicznych i wyniosła odpowiednio 40,6 i 86,6%. Wyjaśnieniem takich wyników jest fakt, iż banki zagraniczne prowadziły bardziej konserwatywną politykę kredytową, natomiast państwowe często wspierały branżę i projekty o niskiej rentowności. Świadczy to o występowaniu politycznych koneksji w działalności państwowych banków.

Kolejnym badaniem świadczącym o rosnącej popularności metody DEA jest opublikowany w 2012 r. artykuł Hoque (2012) poświęcony efektywności skali działalności banków w Bangladeszu. Jak podaje autor, jej przeciętna wartość dla 24 banków w 2010 r. wyniosła 89,1%, z czego tylko 3 banki działały w obszarze stałych korzyści skali, natomiast 18 w obszarze rosnących korzyści skali. Średnia efektywność techniczna obliczona przy założeniu stałych efektów skali wyniosła 80,8%. Oznacza to, że potencjalnym źródłem poprawy efektywności analizowanych banków jest zarówno polepszenie efektywności skali, jak i efektywności czysto technicznej, sprowadzającej się do lepszego wykorzystania posiadanych zasobów oraz ograniczenia ich marnotrawstwa.

Relatywnie mniejszą grupę stanowią publikacje, których tematyka została poświęcona efektywności banków spółdzielczych. W tym zakresie wyróżnić należy artykuł zbliżony tematycznie do badań podejmowanych w niniejszym opracowaniu, dotyczący efektywności banków spółdzielczych w Nowej Zelandii. McAlevey, Sibbald i Tripe (2010), wykorzystując nieorientowany model oparty na tzw. luzach (ang. *non-oriented slacks based model*), dowodzą, że na skutek konsolidacji w sektorze banków spółdzielczych w latach 1997–2001 efektywność banków połączonych wzrosła o 20,0 p.p., natomiast banków nieuczestniczących w niej zaledwie o 11,4 p.p. Na podstawie indeksu produktywności Malmquista stwierdzono, że głównym czynnikiem poprawy efektywności był progres technologiczny przy niewielkim spadku efektywności technicznej. Dodatkowo dla banków łączą-

cych się zidentyfikowano statystycznie istotną poprawę efektywności skali działania.

Podobne badanie wykorzystujące indeks produktywności Malmquista wykonane zostało dla 19 banków komercyjnych we Włoszech (Badea, Brezuanu i Munteanu, 2013). Jako główny czynnik wzrostu produktywności banków małych oraz dużych wskazano poprawę efektywności skali, natomiast w przypadku średnich wzrost efektywności gospodarowania posiadanymi zasobami. Całościowo w latach 2006–2011 na podstawie indeksu produktywności Malmquista zidentyfikowano nieznaczny spadek efektywności, co zostało wytłumaczone wystąpieniem kryzysu finansowego i pogorszeniem się warunków makroekonomicznych.

Spadek efektywności zidentyfikowany został również w artykule poświęconym efektywności kosztowej włoskich banków w latach 2007–2009 (Roman i Sargu, 2012). W ramach opracowania dokonano podziału banków na krajowe oraz zagraniczne w celu zbadania, czy banki z kapitałem zagranicznym czerpią korzyści z doświadczenia i wiedzy „banków matek”, co pozwalałoby im efektywniej funkcjonować. Rezultaty badań potwierdziły wyższą efektywność banków zagranicznych (52%) w stosunku do banków krajowych (38,2%), jednak źródłem wyższej efektywności była efektywność techniczna, a nie alokacyjna, która wskazywałaby na lepsze decyzje w zakresie doboru czynników produkcji przy danych ograniczeniach cenowych.

4. Źródła i metodologia badań

Badaniu efektywności technicznej poddano grupę 50 banków spółdzielczych z siedzibą w województwie wielkopolskim według stanu na dzień 31 grudnia 2012 r. Kryterium wyboru grupy badawczej stanowiła dostępność danych oraz zrzeszenie danego banku w Spółdzielczej Grupie Bankowej, co warunkowało homogeniczność stworzonej grupy. W praktyce 50 wyodrębnionych banków stanowiło 96% banków spółdzielczych posiadających siedzibę w województwie wielkopolskim.

Źródłem danych wykorzystanych do przeprowadzenia badań były dane finansowe banków opublikowane w ramach rocznych sprawozdań finansowych w latach 2008–2012. Na ich podstawie opracowane zostały cztery różne ujęcia funkcjonowania banków spółdzielczych, z których każde zakwalifikowano do jednej z dwóch grup ujęć. Pierwsza grupa o charakterze komercyjnym skupia modele, według których z reguły oceniania jest działalność banków komercyjnych. Należy do niej ujęcie **pośrednika finansowego** (ang. *intermediary approach*) oraz **managera** (ang. *manager approach*). Druga natomiast, o społecznej orientacji biznesu, została stworzona w celu oceny banków spółdzielczych jako podmiotów ekonomii społecznej dostarczających korzyści swoim klientom. Zakwalifikowano do niej model **kredytobiorcy** oraz **deponenta**. Dokonany podział umożliwił bilateralną ocenę funkcjonowania banków spółdzielczych, które podobnie jak banki komercyjne pełnią funk-

cję pośrednika finansowego, działając w reżimie optymalizacji kosztowej i maksymalizacji zysków oraz dodatkowo w ramach pełnionej misji powinny oferować jak najlepsze usługi swoim interesariuszom.

Ujęcie pośrednika finansowego (ang. *intermediary approach*), znane również jako *asset approach* (Reddy i Subramanyam, 2008), pierwotnie zdefiniowane zostało w 1977 r. jako proces pośrednictwa angażujący nadwyżki finansowe jednych podmiotów (deponentów) w celu zaspokojenia potrzeb pożyczkowych potencjalnych kredytobiorców (Lindley i Sealey, 1977; Aatur Rahman, 2012). W literaturze przedmiotu istnieje konsensus, iż ujęcie to dobrze opisuje klasyczną działalność banku jako pośrednika finansowego (Kwan, 2006), jednak specyficzne zmienne inkorporowane do obliczenia efektywności różnią się między autorami. Cook, Hababou i Roberts (2000) zaliczyli do nakładów koszty odsetek od pozyskanych funduszy (ang. *funding cost*) oraz koszty operacyjne (ang. *operating cost*), które ich zdaniem dobrze odzwierciedlają wydatki związane z pozyskaniem finansowania działalności banku. Efektem ogółu świadczonych usług przez bank był natomiast zysk netto (ang. *net profit*) rozumiany jako opodatkowana suma przychodów odsetkowych oraz pozaodsetkowych z tytułu udzielonych kredytów, opłat i prowizji, wymiany walut oraz pozycji pozabilansowych po uwzględnieniu poniesionych kosztów. W niniejszym artykule zdecydowano się jednak wykorzystać zbliżony do pierwotnego pakiet zmiennych, w ramach którego do nakładów zaliczono majątek trwały, zatrudnienie oraz wartość zgromadzonych depozytów, a do efektów wartość udzielonych kredytów (Kwan, 2006).

Drugim ujęciem, zaliczonym do grupy modeli o charakterze komercyjnym, jest ujęcie managera. W modelu tym oceniana była zdolność zarządzających do osiągania wysokich wartości przychodów z tytułu odsetek i prowizji, przy jednoczesnym minimalizowaniu kosztów z tego samego tytułu. Można zatem stwierdzić, że analizowana była umiejętność managerów do realizowania jak największej marży odsetkowej rozumianej jako nadwyżka przychodów odsetkowych nad kosztami pozyskanego kapitału. Dodatkowo uwzględnione zostały koszty i przychody z tytułu prowizji, którymi administrowanie także leży w gestii managerów.

Kolejnym ujęciem, należącym do grupy modeli o charakterze społecznym, było ujęcie kredytobiorcy, opracowane w celu zbadania korzyści dostarczanych klientom banku, którzy zainteresowani są jak najlepszymi warunkami kredytowymi. W modelu tym dobór zmiennych został oparty na zmodyfikowanym podejściu, które zaproponowali Eeckaut, Fried i Lovell (1993), w ramach którego do nakładów zaliczono liczbę zatrudnionych osób oraz wartość poniesionych kosztów operacyjnych, natomiast rezultaty zostały opisane przez wartość udzielonych kredytów, cenę kredytu oraz różnorodność kredytową. Zmienną opisującą cenę kredytu obliczono jako odwrotność ilorazu przychodów odsetkowych do wartości udzielonych kredytów (zmienna opisująca rezultat musi mieć charakter maksymanty), natomiast

różnorodność kredytowa jako suma ilorazów w postaci wartości kredytów danego rodzaju do maksymalnej wartości w ramach analizowanej grupy banków. Wyższa suma oznacza większą różnorodność kredytową, co pozytywnie wpływa na efektywność danego podmiotu. Podobne zmienne zastosował Mielnik (2006) do oceny banków spółdzielczych w Polsce w latach 1997–2003. Analogiczny pakiet zmiennych inkorporowano do oceny korzyści dostarczanych deponentom, w ramach którego posłużono się identycznymi nakładami, natomiast rezultaty zostały opisane przez wartość zgromadzonych depozytów, cenę depozytu oraz różnorodność depozytową. W tym przypadku cenę depozytu stanowi iloraz kosztów odsetkowych do wartości zobowiązań wobec klientów banku. Obliczenie efektywności banków w założonych społecznych modelach działalności pozwoliło porównać korzyści dostarczane zarówno kredytobiorcom, jak i deponentom banków spółdzielczych.

W celu zmierzenia efektywności wykorzystano radialne modele DEA zorientowane na nakłady, które zostały obliczone przy założeniu stałych (model CCR) oraz zmiennych (model BCC) efektów skali działalności. Zróżnicowanie założenia dotyczącego efektów skali pozwoliło w dalszej kolejności na obliczenie efektywności skali zaangażowanych czynników produkcji oraz zidentyfikowanie obszarów skali działalności analizowanych banków. Końcowym etapem badań było obliczenie indeksu produktywności Malmquista, na podstawie którego dokonano dekompozycji zmiany efektywności każdego banku na składową informującą o wystąpieniu postępu albo regresu technologicznego w danym roku (*techch*) oraz część dedykowaną zmianie relatywnej efektywności (ang. *catch-up effect – effch*). Druga składowa z kolei jest wynikiem zmiany efektywności skali zaangażowanych czynników produkcji (*sech*) i zmiany czystej efektywności technicznej (ang. *pure technical efficiency – pech*) równoznacznej ze zmianą w jakości gospodarowania posiadanymi zasobami, tj. wzrostem lub ograniczeniem ich marnotrawienia. Korelacja otrzymanych wyników w każdym przypadku obliczana była za pomocą nieparametrycznego współczynnika rho-Spearmana z założonym poziomem istotności 5%. Ta sama istotność została przyjęta do weryfikacji istotności różnic za pomocą testu znaków i testu Wilcoxona dla zmiennych zależnych.

5. Wyniki badań

Wstępnym etapem badań, w celu określenia poprawności otrzymanych wyników, była analiza korelacji wartości efektywności poszczególnych ujęć z wartościami wskaźników ROA (ang. *return on assets*), ROE (ang. *return on equity*) oraz C/TA (ang. *costs/total assets*). Efektywność techniczna dla ujęć o charakterze komercyjnym powinna być pozytywnie skorelowana z rentownością aktywów oraz kapitałów własnych oraz negatywnie z udziałem kosztów operacyjnych w aktywach ogółem. W przypadku modeli o społecznej orientacji biznesu oczekiwać można odwrotnych zależności, gdyż korzystna oferta dla klientów banku związana jest z ponoszeniem przez

bank zwiększonych kosztów oraz realizowaniem mniejszych przychodów. Wyniki korelacji (tabela 1) częściowo potwierdzają wcześniejsze założenia w kontekście opracowanych modeli.

Ujęcie	C/TA	ROA	ROE
Manager	0,2272	0,2804	0,0960
Pośrednik	-0,3131	0,3840	0,3814
Kredytobiorca	-0,8700	0,1105	0,0954
Deponent	-0,8527	0,0114	0,0818

Tab. 1. Korelacja wartości efektywności technicznej dla różnych ujęć działalności z wybranymi wskaźnikami analizy wskaźnikowej banków spółdzielczych w latach 2008–2012 (wartości istotne statystycznie zostały pogrubione). Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

Efektywność w ujęciu pośrednika była pozytywnie skorelowana z rentownością aktywów i kapitału własnego oraz negatywnie ze wskaźnikiem C/TA, a uzyskane miary były istotne statystycznie. Podobne wnioski można sformułować dla ujęć o charakterze społecznym, co neguje wcześniejsze rozważania. Oznacza to jednak, że poprawie efektywności świadczenia usług dla interesariuszy banków towarzyszył spadek relacji kosztów do aktywów oraz wzrost rentowności, dla której jednak korelacja nie była istotnie różna od zera. W ujęciu managera pozytywna współzmienność wystąpiła dla wszystkich trzech analizowanych wskaźników (wartość nieistotna statystycznie dla ROE), co może oznaczać, że osiąganie lepszych wyników przez managerów związane było z ponoszeniem wyższych kosztów.

Na podstawie uzyskanych wyników obliczono średni poziom efektywności technicznej dla badanej grupy banków w latach 2008–2012 oraz w całym analizowanym okresie (tabela 2).

Ujęcie	2008	2009	2010	2011	2012	Średnia	Odchylenie
Manager	78,8	80,5	76,4	76,5	71,9	76,8	2,9
Pośrednik	91,2	77,0	90,0	64,2	90,8	82,6	10,7
Kredytobiorca	58,1	68,6	71,9	66,9	73,7	67,9	5,4
Deponent	62,1	70,0	73,5	68,7	73,5	69,6	4,2

Tab. 2. Wartości średnie efektywności technicznej banków spółdzielczych w latach 2008–2012 dla modelu CCR według ujęć działalności (w %). Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

Banki spółdzielcze w założonym okresie analizy osiągnęły najwyższą przeciętną wartość efektywności technicznej, gdy ich działalność rozpatrywana była w ujęciu pośrednika finansowego. Jej wartość była wyższa

przeciętnie o 5,8 p.p. od drugiego ujęcia – modelu managera, natomiast spośród wszystkich ujęć charakteryzowała się największą zmiennością, której wartość mierzona odchyleniem standardowym wyniosła 10,7%. Wyższa efektywność modeli o charakterze komercyjnym dowodzi, że banki spółdzielcze w województwie wielkopolskim efektywniej wykonują działania związane z pośrednictwem finansowym i osiąganiem wysokich wyników przez managerów aniżeli z dostarczaniem jak najlepszych produktów swoim klientom. W całym analizowanym okresie efektywność techniczna banków rozpatrywana według modeli komercyjnych wyniosła średnio 79,9% i była o 11,2 p.p. wyższa od przeciętnej efektywności społecznych ujęć działalności banków. Wszystkie wskazane różnice były istotne statystycznie na założonym poziomie istotności 5%.

Oprócz różnic należy też wskazać na współzmiennność otrzymanych wyników (tabela 3).

Ujęcie	Manager	Pośrednik	Kredytobiorca	Deponent
Manager	1,0000	-0,0019	-0,1080	-0,2524
Pośrednik	-0,0019	1,0000	0,3817	0,2809
Kredytobiorca	-0,1080	0,3817	1,0000	0,9048
Deponent	-0,2524	0,2809	0,9048	1,0000

Tab. 3. Korelacja wartości efektywności technicznej dla różnych ujęć działalności banków spółdzielczych w latach 2008–2012 (wartości istotne statystycznie zostały pogrubione). Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

Efektywność w ujęciu kredytobiorcy i deponenta była pozytywnie w stopniu przeciętnym skorelowana z efektywnością w ujęciu pośrednika finansowego, co oznacza, że polepszaniu oferty dla interesariuszy banków towarzyszy wzrost efektywności funkcji pośrednictwa finansowego. Pozorną sprzeczność uzyskanych wyników można wytłumaczyć obniżaniem kosztów operacyjnych przez banki, co potwierdza ujemna współzmiennność pomiędzy efektywnością w ujęciu pośrednika a wskaźnikiem C/TA (tabela 1). Ponadto zidentyfikowano statystycznie istotną negatywną współzmiennność między efektywnością w modelu deponenta a efektywnością w modelu managera, co potwierdza dychotomię pomiędzy celami managerów, zainteresowanych jak najlepszymi wynikami banku, a deponentami. Analogiczna sytuacja wystąpiła w ujęciu kredytobiorcy, jednak wartość ujemnej korelacji z ujęciem managera nie była istotna statystycznie.

W kolejnym etapie badań efektywność techniczna wybranej grupy banków została obliczona przy założeniu zmiennych efektów skali, co pozwoliło zbadać efektywność skali zaangażowanych czynników produkcji oraz tzw. czystą efektywność techniczną. Wyniki prezentują tabele 4 i 5.

Ujęcie	2008	2009	2010	2011	2012	Średnia	Odchylenie
Manager	86,4	87,4	84,7	84,5	80,0	84,6	2,6
Pośrednik	93,4	85,1	91,9	71,4	91,7	86,7	8,2
Kredytobiorca	62,5	75,5	75,5	70,6	81,0	73,0	6,2
Deponent	67,4	73,4	76,1	71,4	76,8	73,0	3,4

Tab. 4. Wartości średnie efektywności technicznej banków spółdzielczych w latach 2008–2012 dla modelu BCC według ujęć działalności. Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

Ujęcie	2008	2009	2010	2011	2012	Średnia	Odchylenie
Manager	91,6	92,5	90,5	91,1	90,7	91,3	0,7
Pośrednik	97,7	90,8	98,0	89,8	99,1	95,1	3,9
Kredytobiorca	94,4	91,9	95,9	95,5	91,7	93,9	1,8
Deponent	93,5	95,7	96,7	96,7	96,1	95,7	1,2

Tab. 5. Wartości średnie efektywności skali banków spółdzielczych w latach 2008–2012 według ujęć działalności. Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

Wykonanie dodatkowych obliczeń pozwoliło określić przyczynę nieefektywności banków, będącą sumą dwóch składowych: nieefektywności skali związanej z działaniem w nieoptymalnym (niestałym) obszarze efektów skali oraz nieefektywności czysto technicznej, związanej z marnotrawstwem posiadanych zasobów.

Dla każdego z analizowanych ujęć działalności przeciętna wartość efektywności skali w latach 2008–2012 przekroczyła poziom 90%. Największą średnią wartość 95,7% można przypisać ujęciu deponenta, co oznacza, że w modelu tym w najwłaściwszych proporcjach zaangażowane zostały nakłady, natomiast najgorszej alokacji na średnim poziomie 91,3% dokonano, gdy funkcjonowanie banków rozpatrywane było w ujęciu managera. W korelacji do relatywnie wysokiej efektywności technicznej w tym modelu można stwierdzić, że zarządzający dobrze wykorzystują posiadane zasoby, jednak zestawiają je – spośród analizowanych ujęć – w najmniej właściwych proporcjach. Wysoki poziom średniej efektywności skali porównywanych modeli pozwala stwierdzić, że głównym źródłem nieefektywności technicznej w bankach spółdzielczych w województwie wielkopolskim było niewłaściwe wykorzystanie posiadanych nakładów, a nie angażowanie ich w złych proporcjach. Dodatkowo źródłem potencjalnej poprawy efektywności technicznej w przyszłości jest zmniejszenie marnotrawstwa posiadanych zasobów, szczególnie w społecznych modelach działalności banków, dla których przeciętna efektywność czysto techniczna była najmniejsza i wyniosła 73% (oba ujęcia). Oznacza to, że w analizowanych latach średnio 27% zasobów zostało źle wykorzystanych. Oprócz efektywności skali wykonane badania pozwoliły na identyfikację obszaru skali działalności dla każdego banku (tabela 6).

Ujęcie	Efekty skali	2008	2009	2010	2011	2012
Manager	Stałe	8	8	9	14	7
	Rosnące	12	13	4	3	22
	Malejące	30	29	37	33	21
Pośrednik	Stałe	5	2	7	2	17
	Rosnące	15	18	19	47	14
	Malejące	30	30	24	1	19
Kredytobiorca	Stałe	4	2	10	6	11
	Rosnące	36	7	10	25	6
	Malejące	10	41	30	19	33
Deponent	Stałe	5	5	6	8	11
	Rosnące	20	43	29	24	33
	Malejące	25	2	15	18	6

Tab. 6. Liczba banków działających w obszarze stałych, rosnących i malejących efektów skali w latach 2008–2012. Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

Zależnie od modelu, liczba banków funkcjonujących w stałym obszarze skali działalności wahała się od 2 do 14 podmiotów. Przeciętnie najwięcej banków funkcjonowało w stałym obszarze efektów skali, gdy działalność ich rozpatrywana była w modelu managera, jednak dla pozostałej większości podmiotów w tym ujęciu zidentyfikowano malejące efekty skali. Sytuacja taka oznacza, iż z punktu widzenia zarządzających niekorzystne było dalsze zwiększanie rozmiarów banków, gdyż ponoszone koszty marginalne były większe aniżeli osiągnięte korzyści. Opisana sytuacja wystąpiła jedynie w ujęciu managera. W przypadku pozostałych modeli większość banków działała w obszarze rosnących efektów skali. Fakt ten należy uznać za korzystny, gdyż sugeruje dalsze zwiększanie rozmiarów banków w województwie wielkopolskim, co powinno pozytywnie wpłynąć na wartość uzyskiwanej efektywności.

Kolejnym etapem badań było określenie czynników powodujących zmiany w efektywności banków spółdzielczych. W tym celu wykorzystano indeks produktywności Malmquista, który pozwolił na dekompozycję zmian całkowitej produktywności (*mpi*) na część dedykowaną wystąpieniu postępu albo regresu technologicznego w ciągu roku (*tech*) oraz na składową informującą o zmianie efektywności technicznej (*effch*) będącą efektem zmiany efektywności skali (*sech*) i efektywności czysto technicznej (*pech*) (tabela 7).

W analizowanym okresie głównym czynnikiem zmian efektywności była poprawa efektywności czysto technicznej, czyli ograniczenie marnotrawienia zasobów i lepsze wykorzystanie posiadanych czynników produkcji, co przyczyniło się do poprawy efektywności technicznej. Sytuacja taka wystąpiła dla wszystkich ujęć działalności oprócz managera. Oznacza to, że jedynym

Ujęcie	Effch	Techch	Pech	Sech	Mpi
Manager	0,989	1,022	0,988	1,002	1,007
Pośrednik	1,128	1,022	1,081	1,030	1,038
Kredytobiorca	1,072	0,981	1,078	1,009	1,044
Deponent	1,052	1,006	1,039	1,017	1,050

Tab. 7. Czynniki zmian produktywności banków spółdzielczych jednocześnie w latach 2008–2012. Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

źródłem poprawy produktywności w tym ujęciu był postęp technologiczny, natomiast zarządzający nie polepszyli efektywności wykorzystywania dostępnych im zasobów. Odwrotne wnioski należy sformułować dla modelu kredytobiorcy, w którym zidentyfikowano regres technologiczny, lecz poprawie o 7,2% uległa efektywność techniczna, której źródłem było lepsze wykorzystanie czynników produkcji przy nieznacznej poprawie efektywności skali. Ujęcia pośrednika finansowego i deponenta były jedynymi modelami, w ramach których badane banki spółdzielcze zwiększyły swoją efektywność techniczną przy zidentyfikowanym postępie technologicznym. Wartość obu składowych wyniosła odpowiednio 12,8 i 2,2% dla ujęcia pośrednika oraz 5,2 i 0,6% dla deponenta. Uwzględniając wszystkie składowe, całkowita zmiana efektywności w latach 2008–2012 nastąpiła, gdy działalność banków była rozpatrywana w społecznych modelach działalności i wyniosła 5,0% dla deponenta i 4,4% dla kredytodawcy. Wyniki te pozwalają stwierdzić, że w założonych latach badania wzrastała efektywność z punktu widzenia interesariuszy, co wskazuje, że banki poprawiały jakość oferowanych produktów depozytowych i kredytowych. Analogiczna sytuacja wystąpiła w ujęciu pośrednika (wzrost o 3,8%), potwierdzając postęp banków w kontekście jakości pełnionej funkcji pośrednika finansowego. Jedynie w modelu managera wartość indeksu Malmquista wyniosła zaledwie 0,7%, co oznacza, że efektywność działań zarządzających praktycznie nie zmieniała się w ciągu analizowanych lat. Dodatkowo na podstawie analizy korelacji składowych indeksu oraz wskaźnika ROA, ROE oraz relacji C/TA wskazać należy na statystycznie istotną pozytywną współzależność między rentownością kapitałów własnych a indeksem *mpi* dla ujęcia pośrednika finansowego i deponenta. Wartość współczynnika korelacji wyniosła odpowiednio 17,3 i 13,3%.

6. Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że banki spółdzielcze w województwie wielkopolskim osiągają wyższą efektywność techniczną, gdy ich działalność rozpatrywana jest w ujęciach o charakterze komercyjnym. Sytuacja taka jest wynikiem głównie niższej efektywności czysto technicznej w modelach o społecznej orientacji biznesu, której wartość jednak systematycznie wzrastała w analizowanych latach. Fakt ten został potwierdzony

podczas dekompozycji zmian produktywności za pomocą indeksu produktywności Malmquista i oznacza, że potencjalnym źródłem poprawy efektywności technicznej w przyszłości jest lepsze wykorzystanie angażowanych czynników produkcji. Dodatkowo należy pozytywnie ocenić dodatnią współzmienną efektywności ujęć społecznych i modelu pośrednika finansowego, będącą efektem obniżenia kosztów operacyjnych. Można zatem stwierdzić, że poprawie jakości usług oferowanych interesariuszom banków towarzyszy poprawa efektywności naczelnej funkcji banków jako pośredników finansowych. Najmniejsza zmiana efektywności mierzona indeksem *mpi* wystąpiła w modelu menedżera, co wskazuje na brak poprawy skuteczności działań zarządzających. Z punktu widzenia klientów jest to jednak wewnętrzny problem banków, natomiast wzrastająca efektywność ujęć społecznych dowodzi pozytywnych zmian w bankach spółdzielczych z siedzibą w województwie wielkopolskim.

Bibliografia

- Ahn, T. i Seiford, L.M. (1993). Sensitivity of DEA to Models and Variable Sets in a Hypothesis Test Setting: The Efficiency of University Operations. W: Y. Ijiri (red.), *Creative And Innovative Approaches To The Science Of Management* (s. 192–193). New York: Quorum Books.
- Ataur Rahman, A.F.M. (2012). Performance Measurement of Commercial Banks of Bangladesh: An Application of Two Stage DEA Method. *World Journal of Social Sciences*, 2 (4), 101–106.
- Badea, L., Brezeanu, P. i Munteanu, A. (2013). Productivity Change Patterns in the Romanian Banking System: The Impact of Size and Ownership on Total Factor Productivity. *Theoretical and Applied Economics*, 20 (6), 45–49.
- Banker, R.D. (1993). Maximum Likelihood, Consistency and Data Envelopment Analysis: A Statistical Foundation. *Management Science*, 39 (10), <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1265>.
- Banker, R.D., Charnes, A. i Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30 (9), 1088–1089, <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>.
- Banker, R.D., Cooper, W.W., Seiford, L.M., Thrall, R.M. i Zhu, J. (2004). Returns to Scale in Different DEA Models. *European Journal of Operational Research*, 154 (2), 349–350, [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00174-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00174-7).
- Banker, R.D., Cummis, J. i Klumpes, P.J.M. (2010). Performance Measurement in the Financial Services Sector: Frontier Efficiency Methodologies and Other Innovative Techniques. *Journal of Banking & Finance*, 34 (7), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2010.02.024>.
- Bogetoft, P. i Otto, L. (2011). *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. New York: Springer Science+Business Media, <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-7961-2>.
- Charnes, A., Cooper, W.W. i Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429–444, [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Cook, W.D., Hababou M. i Roberts, G.S. (2000). Financial Liberalization and Efficiency in Tunisian Banking Industry: DEA Tests. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 4 (3), <http://dx.doi.org/10.1142/S0219622005001684>.
- Cook, W.D. i Seiford, L.M. (2009). Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty Years on. *European Journal of Operational Research*, 192 (1–2), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>.

- Cook, W.D. i Zhu, J. (2005). *Modeling Performance Measurement. Applications and Implementation Issues in DEA*. New York: Springer Science+Business Media.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. i Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses. With DEA-Solver Software and References*. New York: Springer Science+Business Media.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. i Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Second Edition*. New York: Springer Science+Business Media.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K. i Zhu, J. (2007). *Some Models and Measures for Evaluating Performances with DEA: Past Accomplishments and Future Prospects*. New York: Springer Science+Business Media.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. i Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis. Second Edition*. New York: Springer Science+Business Media.
- Ebrahimnejad, A., Jahanshahloo, G.R., Lotfi, F.H., Mansourzadeh, S.M. i Soltanifar, M. (2010). Target Setting in the General Combined-CCR Model Using an Interactive MOLP Method. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 34 (1), <http://dx.doi.org/10.1016/j.cam.2009.11.045>.
- Eckaut, P.V., Fried, H.O. i Lovell, C.A.K. (1993). Evaluating the Performance of US Credit Unions. *Journal of Banking and Finance*, 17 (2–3), 254–256.
- Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120 (3), 253, <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>.
- Guzik, B. (2009). *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Holod, D. i Lewis, H.F. (2011). Resolving the Deposit Dilemma: A New DEA Bank Efficiency Model. *Journal of Banking & Finance*, 35 (11), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.03.007>.
- Hoque, R. i Rayhan, I. (2012). Data Envelopment Analysis of Banking Sector in Bangladesh. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 5 (5), 17–21.
- Kwan, S.H. (2006). The X-efficiency of Commercial Banks in Hong Hong. *Journal of Banking & Finance*, 30 (4), 1131–1133.
- Lindley, J.T. i Sealey, C.W. (1977). Inputs, Outputs, and Theory of Production Cost at Depository Financial Institutions. *Journal of Finance*, 32 (4), 1252–1254, <http://dx.doi.org/10.2307/2326527>.
- Liu, J.S., Lu, L.Y.Y., Lu, W.M. i Lin, B.J.Y. (2013). Data Envelopment Analysis 1978–2010: A Citation-based Literature Survey, *Omega-International Journal of Management Science*, 41 (1), 7–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2010.12.006>.
- Lovell, C.A.K. (2003). The Decomposition of Malmquist Productivity Indexes. *Journal of Productivity Analysis*, 20 (3), 440–443.
- Maniadakis, N. i Thanassoulis, E. (2004). A Cost Malmquist Productivity Index. *European Journal of Operational Research*, 154 (2), [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00177-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00177-2).
- McAlevey, L., Sibbald, A. i Tripe, D. (2010). New Zealand Credit Union Mergers. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 81 (3), 15–18, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8292.2010.00414.x>.
- Mielnik, M. (2006). *Efektywność banków spółdzielczych w Polsce w latach 1997–2003*. Niepublikowana praca doktorska. Poznań: Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu.
- Rahmani Parchikolaei, B. i Yosefian, R. (2013). Group Malmquist Productivity Index for Two Time Periods: An Application for Ranking Departments of University. *Data Envelopment Analysis and Decision Science*, (3), <http://dx.doi.org/10.5899/2013/dea-00029>.
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis. A Tool for Performance Measurement*. London: Sage Publications.

- Reddy, C.S. i Subramanyam, T. (2008). Measuring the Risk Efficiency in Indian Commercial Banking: A DEA Approach. *Journal of Economics and Business*, 11 (1–2).
- Roman, A. i Sargu, A.C. (2012). Bank Efficiency Evaluation: Evidence from a Panel of Romanian Banks. *Journal of Eastern Europe Research in Business & Economics*, 2012 (2012), <http://dx.doi.org/10.5171/2012.592822>.
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. A Foundation Text with Integrated Software*. New York: Springer Science+Business Media, <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1407-7>.
- Yilmaz, A.A. (2013). Bank Efficiency Analysis in Turkish Banking System. *WEI International Academic Conference Proceedings*, (January).