

*Agnieszka K. Nowak\**  
*Anna Matuszyk\*\**

## **WYKORZYSTANIE METODY DEA DO OCENY EFEKTYWNOŚCI BANKÓW KOMERCYJNYCH**

### **WSTĘP<sup>1</sup>**

DEA (ang. *Data Envelopment Analysis*)<sup>2</sup> jest jedną z metod stosowanych do oceny efektywności<sup>3</sup> przedsiębiorstw. DEA to metoda benchmarkingowa, ponieważ pozwala na porównanie efektywności badanego podmiotu do efektywności wzor-

---

\* Agnieszka K. Nowak – doktor nauk ekonomicznych, pracownik naukowy, autorka publikacji (z zakresu controllingu bankowego, ryzyka bankowego, zarządzania bankiem oraz edukacji finansowej), a także bankowiec-praktyk. Obecnie przygotowuje rozprawę habilitacyjną na temat oceny efektywności i ryzyka instytucji finansowych.

\*\* Anna Matuszyk – doktor nauk ekonomicznych, pracownik naukowy. Zajmuje się metodami oceny ryzyka kredytowego, w szczególności metodą scoringową, prowadzi badania naukowe, sensu stricto, związane z tą metodą. W trakcie przygotowywania rozprawy habilitacyjnej. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Zarządzania i Finansów.

<sup>1</sup> Autorki badania dziękują Prof. M. Iwanicz-Drozdowskiej za merytoryczne uwagi do niniejszego tekstu oraz Mgr R. Kitali za przygotowanie bazy danych, na podstawie których mogły przeprowadzić badanie.

<sup>2</sup> Inne spotykane nazwy metody DEA to: analiza obwiedni danych czy analiza brzegowa.

<sup>3</sup> Efektywność, w kontekście optymalizacji, może być rozumiana jako relacja pomiędzy nakładem zasobów a wynikiem, tzn. ilością produktów, które udało się wytworzyć przy użyciu tych nakładów. Efektywność ekonomiczna mierzona jest poprzez analizę kosztów. Kryterium efektywności służy do oceny tego, jak dobrze rynek alokuje zasoby. Alokacja ta jest tym lepsza, im koszty (nakłady) produkcji są mniejsze.

cowej<sup>4</sup>. Wzorcowe efektywności pozwalają na skonstruowanie krzywej efektywności (tzw. obwiedni danych, obrazującej efektywność graniczną)<sup>5</sup> i zbadanie, które podmioty krzywej tej nie osiągają (czyli są nieefektywne i w jakim stopniu)<sup>6</sup>. Nieefektywność techniczna zwiększa się proporcjonalnie do odległości od wyznaczonej krzywej. Miary efektywności technicznej w DEA przyjmują wartości z przedziału [0, 1], co oznacza, że podmioty efektywne osiągają wartość 1, natomiast wszystkie podmioty, dla których uzyskany wynik jest mniejszy od 1, uznawane są za nieefektywne.

Efektywność względna każdego przedsiębiorstwa jest mierzona wobec innych przedsiębiorstw z badanej próby<sup>7</sup>. Za miarę efektywności względnej (oznaczanej symbolem  $ET$  lub  $\theta$ ) przyjmuje się relację opracowaną przez Farrell'a<sup>8</sup>:

$$ET_p = \theta = \frac{\sum u_j Y_j}{\sum v_i X_i} \quad (1)$$

gdzie:

$p$  – numer badanego podmiotu, gdzie  $p=1 \dots n$ ,

$Y$  – efekty,

$X$  – nakłady,

$u$  – waga dla  $j$ -tego efektu  $Y$ , o wartości większej od 1,

$v$  – waga dla  $i$ -tego nakładu  $X$ , o wartości większej od 1.

Za pomocą wybranego modelu DEA, w którym zmiennymi decyzyjnymi są wagi (określane jako mnożniki, ang. *multipliers*), wykorzystując programowanie liniowe, dla badanego przedsiębiorstwa wyznacza się tzw. **wskaźnik efektywności** (określany w terminologii metody DEA jako jednostka decyzyjna, ang. *Decision-Making Unit*, DMU)<sup>9</sup>. Model pozwala również określić zbiór najbardziej efektywnych

<sup>4</sup> J. Andruszkiewicz, K. Hajdrowski, *Benchmarking*, Energetyka Poznańska SA, źródło: www.ptpiree.com.pl/html/k\_s\_dys/bench.html (dostęp: 8.02.2012 r.).

<sup>5</sup> R. Rogowski, *Analiza i ocena działalności banków z wykorzystaniem metody DEA*, „Bank i Kredyt”, Nr 9/1996.

<sup>6</sup> S. Heffernan, *Nowoczesna bankowość*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 594.

<sup>7</sup> M. Kisielewska, *Ocena efektywności banków i ich oddziałów metodą Data Envelopment Analysis*. Wybrane zagadnienia metodologiczne, [w:] D. Zarzecki, *Zarządzanie Finansami. Inwestycje i wycena przedsiębiorstw*, Warszawa 2006, s. 513–526.

<sup>8</sup> J. Baran, M. Pietrzak, *Analiza efektywności wybranych branż polskiego agrobiznesu bazująca na metodzie DEA*, SGGW w Warszawie, źródło: [http://www.seria.home.pl/2007\\_zeszyt3/3\\_baran.pdf](http://www.seria.home.pl/2007_zeszyt3/3_baran.pdf) (dostęp: 8.02.2012).

<sup>9</sup> DMU może przyjmować wartości z zakresu pomiędzy 0 oraz 1 i dostarcza informacji o stopniu nieefektywności podmiotu. Im DMU jest bliższe 1, tym wyższa jest efektywność względna. Dlatego podmioty, w przypadku których DMU jest niższa od 1, w porównaniu do najefektywniejszych przedsiębiorstw z badanej grupy, są nieefektywne, [za:] S. Heffernan, *Nowoczesna bankowość...*, op. cit., s. 595.

podmiotów (określanych jako benchmark), z przypisanymi do nich optymalnymi wielkościami wag. Wagi informują, jak podmioty nieefektywne winny zwiększyć efekty, bądź zredukować nakłady<sup>10</sup>, aby poprawić swoją efektywność<sup>11</sup>.

Wagi  $u_j$  i  $v_i$  to zmienne decyzyjne, związane odpowiednio z  $i$ -tym nakładem i  $j$ -tym efektem. Optymalne wartości tych wag informują o tym, jak silny wpływ na poziom wskaźnika efektywności DEA analizowanego przedsiębiorstwa ma nakład lub efekt. Pokazują, zatem, „istotność” poszczególnych nakładów i efektów, co w praktyce jest ważną informacją dla analityka<sup>12</sup>.

W zależności od wyboru orientacji budowanego modelu, tzn. czy badana efektywność ma być nakierowana na nakłady czy też na efekty, miarę ET można przekształcić do postaci liniowej za pomocą dwóch podstawowych modeli<sup>13</sup>, zgodnie z metodami zaproponowanymi przez<sup>14</sup>:

- ❖ Charnesa, Coopera i Rhodesa (tzw. model CCR<sup>15</sup>) – model jest zorientowany na nakłady, czyli ma na celu minimalizację nakładów, przy zachowaniu stałego poziomu efektów<sup>16</sup>. W modelu tym oceniany podmiot jest efektywny wówczas, gdy jego miara efektywności wynosi 1 (czyli nie można już bardziej zredukować nakładów, aby osiągnąć ten sam poziom efektów), a nieefektywny – gdy jest ona mniejsza od 1,
- ❖ Bankera, Charnesa i Coopera (tzw. model BCC<sup>17</sup>) – model ten jest zorientowany na wyniki, czyli na maksymalizację efektów, a podmiot efektywny to taki, który – przy stałym poziomie nakładów – osiąga największe efekty.

<sup>10</sup> W zależności od przyjętej orientacji modelu, tzn. CCR czy BCC, o czym mowa w dalszej części.

<sup>11</sup> A. Domagała, *Metoda Data Envelopment Analysis jako narzędzie badania względnej efektywności technicznej*, Badania operacyjne i decyzje Nr 3–4/2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

<sup>12</sup> *Ibidem*.

<sup>13</sup> Modele CCR oraz BCC są najbardziej popularne. W literaturze są również znane mieszane podejścia (np. SBM, CEM, MM, SE-DEA, NR – DEA, CEP), które nie zakładają orientacji na nakłady czy wyniki [za:] A. Domagała, *Metoda Data Envelopment...*, op. cit.; B. Guzik, *Podstawowe możliwości analityczne modelu CCR-DEA*, Badania operacyjne i decyzje Nr 1/2009, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

<sup>14</sup> A. Kagan, *Rentowność kapitału własnego a efektywność techniczna oraz skala produkcji*, Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe, Tom X, Zeszyt 3.

<sup>15</sup> Nazwa CCR – od pierwszych liter nazwisk twórców tego modelu.

<sup>16</sup> Podstawową wadą tego modelu jest konieczność przyjęcia założenia o stałym wpływie skali produkcji na badaną efektywność. Por.: A. Zamojska-Adamczak, *Zastosowanie metody DEA w ocenie efektywności zarządzania portfelem funduszu*, źródło: [www.usfiles.us.szc.pl/getfile.php?pid=316](http://www.usfiles.us.szc.pl/getfile.php?pid=316) (dostęp: 8.02.2012 r.).

<sup>17</sup> Nazwa BCC – od pierwszych liter nazwisk twórców tego modelu.

Za pomocą modelu CCR miarę efektywności Farella można przekształcić do następującej postaci:

$$P(x, y) = \min\{x \Rightarrow X\lambda, y \Leftarrow Y\lambda, \lambda \Rightarrow 0\}, \quad (2)$$

gdzie:

$P$  – miara efektywności,

$x$  – wektor nakładów określonego przedsiębiorstwa,

$X$  – macierz nakładów wszystkich badanych przedsiębiorstw,

$y$  – wektor wyników określonego przedsiębiorstwa,

$Y$  – macierz wyników wszystkich przedsiębiorstw,

$\lambda$  – współczynnik kombinacji liniowej (pokazuje optymalną kombinację nakładów), zmienna decyzyjna.

Natomiast w przekształceniu za pomocą modelu BCC dodaje się dodatkowy warunek dla  $e\lambda$ <sup>18</sup> i wówczas miara efektywności przyjmuje postać:

$$P(x, y) = \min\{x \Rightarrow X\lambda, y \Leftarrow Y\lambda, e\lambda = 1, \lambda \Rightarrow 0\}, \quad (3)$$

gdzie:

$e\lambda$  – miara efektywności, będąca sumą współczynników kombinacji liniowej.

Powstaje więc pytanie, który z modeli: CCR czy BCC, jest lepszy do dokonania oceny efektywności? Porównania i zestawienia badań przeprowadzonych zarówno w Polsce, jak i na świecie, pokazują, że w procesie modelowania DEA stosowano oba rodzaje modeli<sup>19</sup>. W przypadku, gdy wyniki uzyskane za pomocą obu modeli są jednakowe, oznacza to, że w badanej branży skala produkcji ma bezpośredni i wprost proporcjonalny wpływ na efektywność firm (tzn.  $n$ -krotne zwiększenie nakładów powoduje  $n$ -krotne zwiększenie wyników). Natomiast jeżeli wyniki są różne, to możliwe jest zbadanie wpływu skali produkcji na efektywność<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> Dzięki dodaniu powyższego warunku, model ten abstrahuje od skali produkcji, [za:] A. Kagan, *Rentowność kapitału...*, op. cit.

<sup>19</sup> Badania za pomocą modelu CCR prowadzili m.in. T. Kopczewski i M. Pawłowska, za pomocą modelu BCC: M. Gospodarowicz i G. Rogowski. Por.: M. Pawłowska, *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, Materiały i Studia, Zeszyt 192, NBP, Warszawa, czerwiec 2005 r.

<sup>20</sup> Można więc porównać wyniki uzyskane za pomocą obu modeli, aby sprawdzić, czy i w jaki sposób zmiana wielkości produkcji wpływa na efektywność przedsiębiorstw. Por.: T. Kopczewski, *Badanie efektywności technologicznej i kosztowej w sektorze bankowym*, źródło: www.kopczewscy.edu.pl (dostęp: 8.02.2012 r.).

W niniejszym artykule został zastosowany model CCR, zorientowany na minimalizację nakładów, przy założeniach<sup>21</sup>:

$$\begin{aligned} \sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^+ &= \phi x_{ijn} \quad \forall i \\ \sum_i \lambda_i y_{ij} - s_r^- &= y_{ijn} \quad \forall r \\ s_i^+, s_r^- &\geq 0 \quad \forall i, \forall r \\ \lambda_j &\geq 0 \quad \forall j \end{aligned} \quad (4)$$

gdzie:

$x_{ij}$  – wartość  $i$ -tej danej wejściowej (nakładu) dla  $j$ -tego DMU,

$y_{ij}$  – wartość  $i$ -tej danej wyjściowej (efektu) dla  $j$ -tego DMU,

$j_Q$  – DMU podlegające ocenie, gdzie:  $j = 1, \dots, n$ ,

$\lambda_j$  – współczynnik kombinacji liniowej (pokazuje optymalną kombinację nakładów).

Formuła ta umożliwia wyznaczenie optymalnego poziomu wskaźnika efektywności względnej ( $\theta$ ) oraz współczynników  $\lambda_j$ . Należy zwrócić szczególną uwagę na wartości współczynników  $\lambda_j$ . Jeżeli są one różne od zera, to podmioty z nimi związane są wzorcami dla badanego przedsiębiorstwa. Współczynniki ( $\lambda_j$ ) dla wzorcowych podmiotów informują, w jakich proporcjach winno się „przyjąć” ich nakłady, aby przedsiębiorstwo uzyskało efektywność równą 100% (czyli zgodnie z modelem CCR – przy niższych nakładach)<sup>22</sup>.

W celu sprawdzenia czy nastąpiła poprawa efektywności w czasie, stosowany jest tzw. indeks produktywności Malmquista. Jego konstrukcja opiera się na porównaniu relacji nakładów z wynikami w różnych momentach czasowych. Jest to iloraz produktywności przedsiębiorstwa w kolejnych okresach i wyraża się wzorem<sup>23</sup>:

$$M_i^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[ \frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

gdzie:  $D_i$  jest funkcją odległości danej wejściowej,  $M_i^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ , która jest wydajnością kolejnej jednostki produkcji (DMU), czyli  $A(t+1)$ , przy zastosowaniu kolejnego analizowanego okresu ( $t+1$ ) w stosunku do DMU z okresu  $t$ , czyli  $A(t)$ , w odniesieniu do  $t$  technologii. Jeżeli wartość jest większa od jedności, to można

<sup>21</sup> A. Emrouznejad, *A SAS® Application for Measuring Efficiency and Productivity of Decision Making Units*, SUGI 27, Statistics and Data Analysis, Paper 259-27, [www.deazone.com/cgi-bin/papers/SAS\\_MALM.pdf](http://www.deazone.com/cgi-bin/papers/SAS_MALM.pdf) (dostęp: 8.02.2012 r.).

<sup>22</sup> Spośród zmiennych decyzyjnych wersji zlinearyzowanej istotną rolę odgrywają tzw. luzy poszczególnych warunków ograniczających. Wątek ten nie będzie tutaj dalej rozwijany. Por.: A. Domagała, *Metoda Data Envelopment...*, op. cit.

<sup>23</sup> J. Patla, *Rozwój systemów bankowości elektronicznej oraz ich wpływ na wyniki banku*, Kraków 2006, źródło: [www.han.ae.karakow.pl/doktoraty/1200001043b.pdf](http://www.han.ae.karakow.pl/doktoraty/1200001043b.pdf) (dostęp: 8.02.2012 r.).

stwierdzić, że w przedsiębiorstwie, w badanym okresie (tzn. między okresem  $t$  oraz okresem  $t+1$ ) nastąpił wzrost ogólnej wydajności produkcyjnej. Zgodnie z podejściem prezentowanym przez Färe'a<sup>24</sup> wskaźnik ten można zapisać następująco:

$$M = \Delta TECH \times \Delta EFF, \quad (6)$$

gdzie:

$$\Delta EFF = \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)},$$
$$\Delta TECH = \left[ \frac{D_i(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}. \quad (7)$$

W tym podejściu indeks Malmquista ( $M$ ) jest miarą postępu technicznego,  $\Delta TECH$  mierzy zmiany w jednostce czasu pomiędzy okresem  $t+1$  i okresem  $t$  (za pomocą średniej geometrycznej), natomiast  $\Delta EFF$  – zmiany w efektywności w tym samym okresie.

Interpretacja wielkości indeksu jest następująca: gdy jego wartość jest większa od 1, to uznaje się, że w badanym okresie ( $t+1$ ), w porównaniu z okresem poprzednim ( $t$ ), nastąpił wzrost produktywności, natomiast gdy wartość indeksu jest mniejsza od 1, to produktywność spadła. Wartość równa 1 świadczy o utrzymywaniu się produktywności na tym samym poziomie. Wzrost wartości indeksu jest możliwy, nawet jeżeli jeden z nakładów czy wyników wykazuje spadek. Dlatego indeks Malmquista bardzo często jest uznawany za miarę wpływu zmian technologii na efektywność w przyszłym okresie.

Indeks Malmquista pozwala na zbadanie zmian w poziomie efektywności w dłuższym horyzoncie czasowym, wymaga więc tutaj również wyjaśnienia wybór bazy odniesienia. Przyjęto, że tak jak w przypadku oceny kondycji finansowej za pomocą analizy dynamiki (analizy poziomej), można dokonywać pomiarów dla dwóch baz odniesienia, tj. stałej lub ruchomej. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki tylko dla ruchomej bazy odniesienia<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> R. Färe, Sh. Grosskopf and P. Roos, *Productivity and quality changes in Swedish pharmacies*, „International Journal of Production Economics”, 1995, 39(1,2), s. 137–147.

<sup>25</sup> Dokonano również obliczeń dla stałej bazy odniesienia. Analiza poziomu indeksu produktywności Malmquista przy zastosowaniu stałej bazy odniesienia pokazuje mniejsze jego zróżnicowanie niż przy ruchomej bazie odniesienia. Ze względu na ograniczoną objętość opracowania wyniki nie zostały tu zaprezentowane.

## 1. ZAŁOŻENIA ZBUDOWANEGO MODELU DEA I WYZNACZONEGO INDEKSU PRODUKTYWNOŚCI MALMQUISTA

Celem przeprowadzonego badania będzie sprawdzenie efektywności grupy wybranych 12 banków komercyjnych działających w Polsce w okresie 2004–2009<sup>26</sup>, w szczególności zaś zbadanie, czy fala kryzysu finansowego z lat 2007–2008 istotnie wpłynęła na ich efektywność. Celowo wybrano i dokonano oceny efektywności podmiotów z sektora bankowego, gdyż to one najbardziej ucierpiały podczas tego kryzysu. Do przeprowadzenia badania została wykorzystana metoda DEA, w której zastosowano model CCR oraz wyznaczono indeks produktywności Malmquista (również wyznaczony według założeń modelu CCR). Dodatkowo uzyskane za pomocą DEA wyniki zestawiono z wynikami oceny efektywności, przeprowadzonymi za pomocą klasycznych metod analizy ekonomiczno-finansowej (tj. za pomocą wskaźników badających rentowność i efektywność)<sup>27</sup>. Takie porównanie jest o tyle istotne, że metoda DEA, szeroko opisana w literaturze, jest rzadko w Polsce stosowana w praktyce, w przeciwieństwie do krajów Ameryki Północnej czy Europy Zachodniej. Celem tego porównania było także sprawdzenie, czy oddziaływanie czynników kryzysowych nie zniekształca wyników efektywności wyznaczonej za pomocą DEA<sup>28</sup>.

W przeprowadzonym badaniu:

1. Doboru zmiennych (wyszczególnionych w tabeli 1) dokonano metodą ekspercką (tzn. zmienne te uznano za właściwe jako nakłady i wyniki dla banków komercyjnych)<sup>29</sup>. Trafność dokonanego wyboru danych została potwierdzona

<sup>26</sup> Niniejszy artykuł jest kontynuacją badań prowadzonych w 2009 r.: *Analiza efektywności banków i zakładów ubezpieczeń działających w Polsce z zastosowaniem metody DEA* (M. Iwanicz-Drozdowska, A.K. Nowak, A. Matuszyk). W ramach kontynuowania badań, autorki: wydłużyły horyzont czasowy badania – dodanie danych z 2009 r. (okres badawczy obejmuje lata 2004–2009) oraz dokonały korekty przeprowadzonej oceny efektywności poprzez wyznaczenie indeksu produktywności Malmquista (dla dwóch baz odniesienia).

<sup>27</sup> Tego typu porównania były już w Polsce przeprowadzane, m.in. przez G. Rogowskiego (por.: G. Rogowski, *Analiza i ocena...*, *op. cit.*, przy czym dla okresu, kiedy to nie notowano tak silnie oddziaływujących czynników kryzysu finansowego).

<sup>28</sup> Badania tu przeprowadzone przedmiotowo zbliżone są do badań dokonanych przez B. Guzika, zob.: *Podstawowe możliwości...*, *op. cit.*, przy czym zostały rozszerzone w zakresie: liczby przebadanych banków komercyjnych (tj. 12 wobec 10 opisanych przez B. Guzika), okresu obejmującego badanie (tj. lata 2004–2009 wobec roku 1998), porównania wyników z wynikami oceny za pomocą klasycznych wskaźników efektywności i rentowności, a także dokonały wyliczeń indeksu Malmquista.

<sup>29</sup> Listę tę zbudowano na podstawie literatury przedmiotu, zob.: M. Iwanicz-Drozdowska, *Metody oceny działalności banku*, Poltext, Warszawa 1999; M. Iwanicz-Drozdowska, *Zarządzanie finansowe bankiem*, PWE, Warszawa 2010; M. Marcinkowska, *Ocena działalności instytucji finansowych*, Difin, Warszawa 2007.

opisanymi w literaturze przedmiotu przypadkami wykorzystania tej metody do oceny instytucji finansowych<sup>30</sup>.

**Tabela 1. Parametry zastosowane w zbudowanym metodą DEA modelu dla wybranej grupy banków komercyjnych**

Nakłady	Wyniki
Aktywa ogółem ( $x_1$ )	Należności (netto) od sektora niefinansowego i sektora budżetowego ( $y_1$ )
Majątek trwały netto ( $x_2$ )	Zobowiązania od sektora niefinansowego i sektora budżetowego ( $y_2$ )
Koszty działania banku ( $x_3$ )	Wynik odsetkowy i prowizyjny ( $y_3$ )

Źródło: opracowanie własne.

- Metoda DEA jest wrażliwa na wybór zmiennych. Dodawanie większej liczby zmiennych jest ryzykowne, gdyż może spowodować, że nieefektywny podmiot zacznie dominować, a nawet okaże się efektywny<sup>31</sup>. Zatem, w celu zachowania dyskryminującej mocy DEA, liczba danych wejściowych i wyjściowych powinna być utrzymana na rozsądnym poziomie (tabela 1).
- Do wyznaczenia indeksu Malmquista wybrano model CCR, zastosowano wzór (5) i poziom indeksu wyznaczono przy zastosowaniu ruchomej bazy odniesienia. W tym podejściu indeks produktywności Malmquista ( $M$ ) jest miarą postępu technicznego,  $\Delta TECH$  – pokazuje (mierzy) zmiany w jednostce czasu pomiędzy okresem  $t+1$  i okresem  $t$  (za pomocą średniej geometrycznej), natomiast  $\Delta EFF$  – zmiany w efektywności – w tym samym okresie.
- Badaniu poddano grupę 12 banków komercyjnych. Dobór banków został dokonany metodą ekspercką, przy wykorzystaniu kilku jasno określonych kryteriów<sup>32</sup>. Relatywnie niewielka liczebność badanej grupy wynika z braku możliwości uzyskania odpowiednich danych<sup>33</sup>, przy czym dobrano banki różniące się od siebie zarówno wielkością, jak również charakterem działalności, strukturą właścicielską, a także kondycją finansową.

<sup>30</sup> Opisy tego typu badań można znaleźć m.in. w: S. Heffernan, *Nowoczesna bankowość...*, op. cit., s. 594; T. Kopczeński, *Badanie efektywności...*, op. cit.

<sup>31</sup> P. Smith, *Model misspecification in data envelopment analysis*, „Annals of Operations Research”, 73 (1997), s. 233–252.

<sup>32</sup> Tzn.: w przypadku banków największą dostępnością danych cechowały się banki giełdowe, z grupy których wyeliminowano te, które nie były notowane na giełdzie przez cały analizowany okres, a także Bank Millennium S.A., ze względu na to, że nie uzyskano kompletu danych.

<sup>33</sup> Głównymi źródłami informacji były: Notoria, raporty roczne i strony internetowe banków oraz strona internetowa KNF.



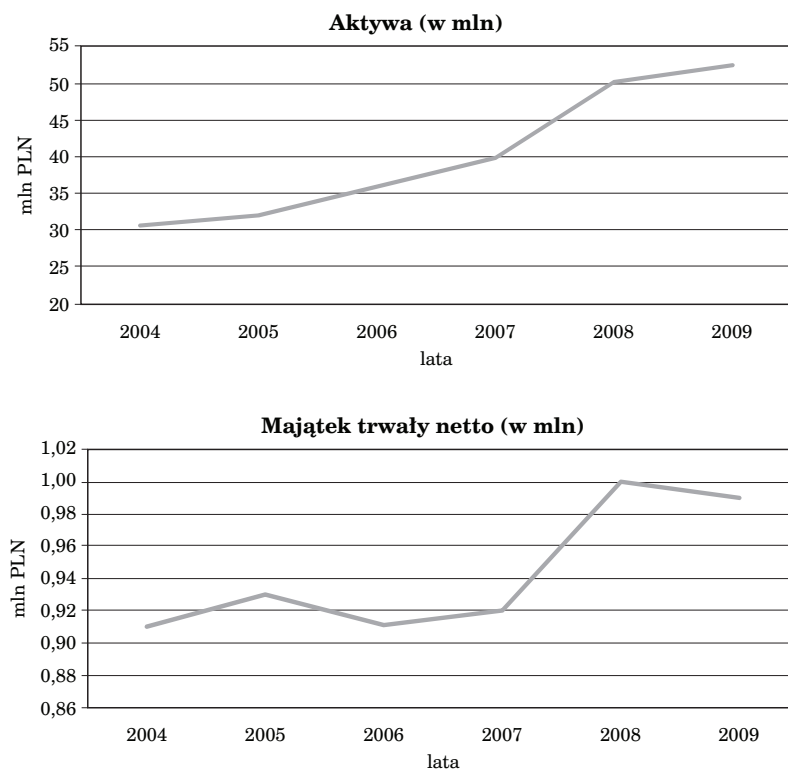
5. Zbudowany model DEA pozwolił na podzielenie, z punktu widzenia efektywności, badanych podmiotów na pięć grup. Otrzymane wyniki zostały porównane ze wskaźnikami rentowności (tj. ROE i ROA) oraz odniesione do PKB.

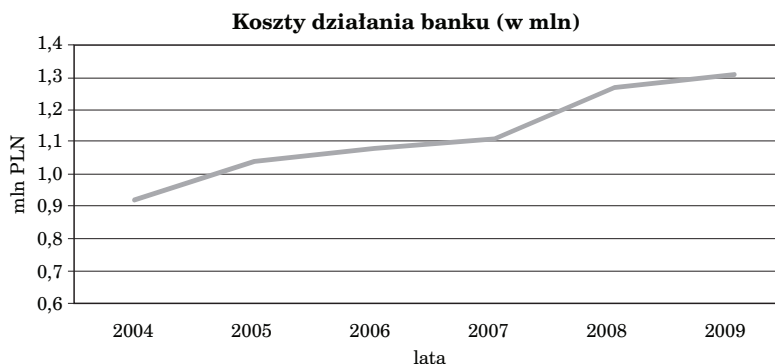
Opracowując zebrany materiał badawczy zastosowano program SAS i technikę programowania liniowego. Do prezentacji wyników zastosowano formę graficzną, zestawień tabelarycznych oraz opis przeprowadzonych badań.

## 2. MODEL DEA DLA WYBRANYCH BANKÓW KOMERCYJNYCH

Przed przystąpieniem do budowy modelu DEA dokonano wstępnej analizy wybranych danych wejściowych (nakładów) i wyjściowych (efektów) w analizowanych bankach komercyjnych w latach 2004–2009 (wykresy 1 i 2).

**Wykres 1. Średni poziom danych wejściowych (tj. aktywa ogółem, majątek trwały netto oraz koszty działania banku) w modelu dla grupy 12 badanych banków w latach 2004–2009**

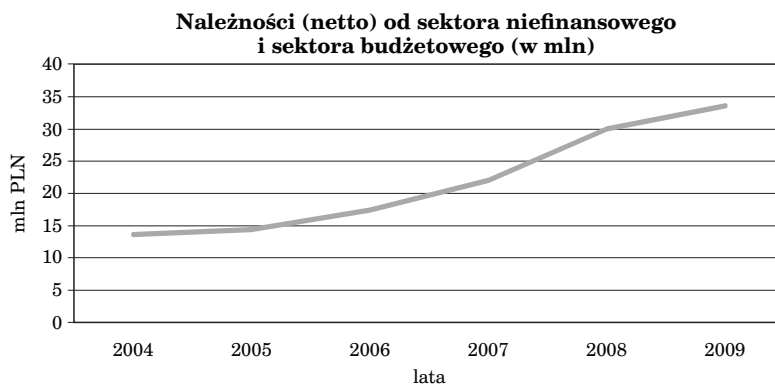


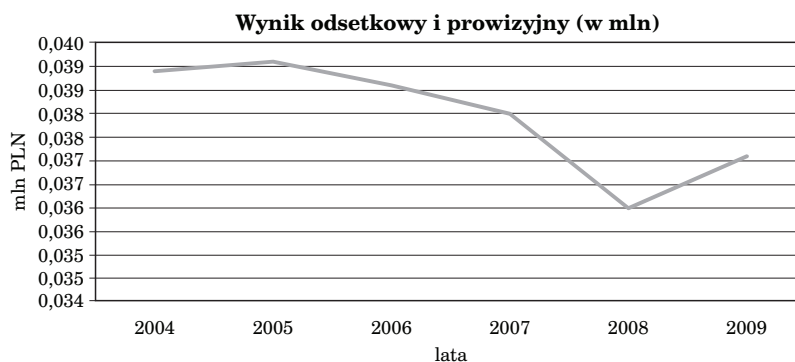
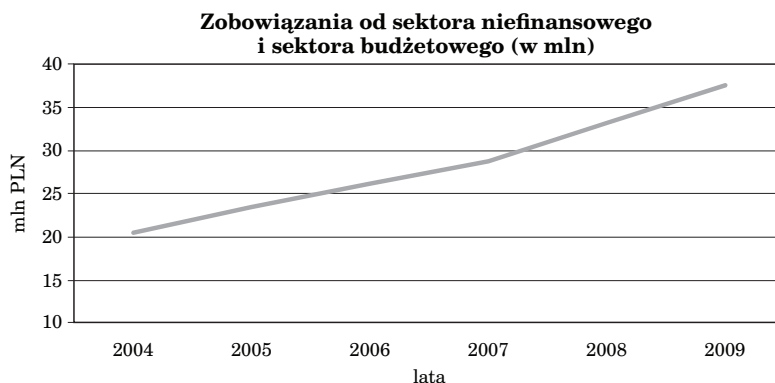


Źródło: opracowanie własne.

W analizowanym okresie poziomy zmiennych, przyjętych jako nakłady, rosły. W szczególności wzrósł poziom aktywów (o ponad 71%), co – przy prawie o połowę mniejszym wzroście kosztów działania banku (ok. 43%) – jest zjawiskiem pozytywnym. Natomiast poziom majątku trwałego również wzrósł, ale dynamika tego wzrostu była zdecydowanie niższa (tj. o 9%), zaś w 2006 r. w porównaniu do 2005 r. – nastąpił jednorazowy spadek jego poziomu.

**Wykres 2. Średni poziom danych wyjściowych (tj. należności netto od sektora niefinansowego i budżetowego, zobowiązania od sektora niefinansowego i budżetowego oraz wynik odsetkowy i prowizyjny) w modelu dla grupy 12 badanych banków w latach 2004–2009**





Źródło: opracowanie własne.

Dane na powyższych wykresach pokazują, że dwa pierwsze efekty zastosowane w modelu DEA (dane wyjściowe), mianowicie: należności od sektora niefinansowego i budżetowego (netto) oraz zobowiązania od sektora niefinansowego i sektora budżetowego, w badanym okresie, wyraźnie wykazują tendencję rosnącą w porównaniu do 2004 r. (odpowiednio o ok. 148% i o ok. 84%), co jest zjawiskiem korzystnym. Natomiast poziom trzeciej danej wyjściowej – wyniku odsetkowego i prowizyjnego – charakteryzował się lekką tendencją spadkową, co było zjawiskiem negatywnym.

Otrzymane wartości DEA dla każdego badanego banku w latach 2004–2009 przedstawia tabela 2.

**Tabela 2. Model wartości DEA dla grupy badanych banków w latach 2004–2009**

Banki	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BOŚ S.A.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
BZ WBK S.A.	0,90381	0,95650	1,00000	0,94851	0,94945	1,00000
Bank BPH S.A.	0,92002	0,89299	0,87822	0,68257	0,90331	1,00000
BRE Bank S.A.	0,94671	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
Bank Handlowy w Warszawie S.A.	0,64971	0,63555	0,66479	0,62305	0,58328	0,71596
DZ Bank S.A.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
Fortis Bank S.A.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,82925
ING Bank Śląski S.A.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,89722	1,00000
Kredyt Bank S.A.	0,83858	0,91284	0,92370	0,87544	0,87827	0,93232
Nordea Bank Polska S.A.	1,00000	0,96112	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
PEKAO S.A.	0,90199	0,93764	0,96126	1,00000	0,85406	0,94907
PKO BP S.A.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Źródło: opracowanie własne.

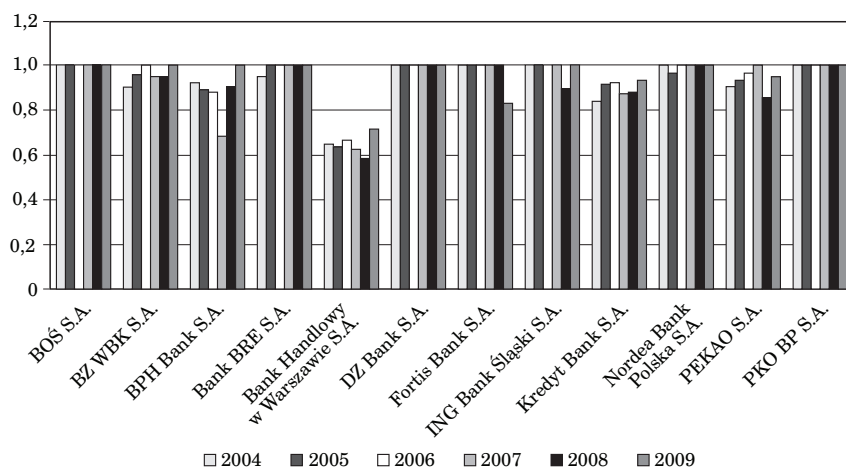
Zbudowany model pokazuje, że w latach 2004–2009 tylko trzy banki, spośród 12 badanych, były efektywne w całym analizowanym okresie (BOŚ S.A., DZ Bank S.A. i PKO BP S.A.). Cztery banki odnotowały jednorazowy spadek DEA (BRE Bank S.A. – w 2004 r., Nordea Bank Polska S.A. – w 2005 r., ING Bank Śląski S.A. – w 2008 r. i Fortis Bank S.A. – w 2009 r.). Natomiast pozostałe pięć banków było zdecydowanie mniej efektywnych; w szczególności dotyczyło to banków: BZ WBK S.A., który był efektywny tylko w dwóch latach (2006 r. i 2009 r.), Banku BPH S.A. i Banku Pekao S.A., które były efektywne tylko w jednym roku (odpowiednio w 2009 r. i 2007 r.), a Bank Handlowy w Warszawie S.A. oraz Kredyt Bank S.A. były nieefektywne w całym analizowanym okresie (wykres 3).

Najwięcej banków efektywnych było w latach: 2006, 2007 i w 2009 (8 banków), natomiast w pozostałych latach liczba ta była niższa (6 banków). Na wykresie 4 przedstawiono kształtowanie się poziomu średniej wartości DEA.

Analiza kształtowania się średniej wartości DEA pokazuje, że najwyższą efektywność banki osiągnęły w 2006 r. (czyli w okresie boomu gospodarczego, który w Polsce rozpoczął się w 2004 r., i który – bezpośrednio – przyczynił się do znacz-

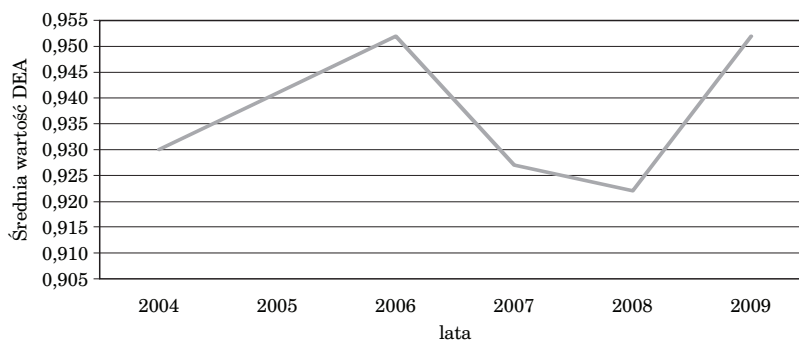
nego wzrostu skali działalności i wyników sektora bankowego, a pośrednio do wzrostu efektywności ich działania). Natomiast spadek wartości DEA w latach 2007 i 2008 wskazuje na wyhamowanie gospodarki polskiej, co było związane z kryzysem i miało przełożenie na spadek wyników w sektorze bankowym. Z kolei w 2009 r. efektywność ponownie wzrosła. Wyniki uzyskane dla banków za pomocą modelu DEA są więc w dużym stopniu zależne od kształtowania się sytuacji na rynku, co potwierdza użyteczność tej metody.

**Wykres 3. Kształtowanie się wartości DEA dla grupy badanych banków w latach 2004–2009**



Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 4. Poziom średniej wartości DEA dla grupy badanych banków w latach 2004–2009**



Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników badania opracowano benchmarking analizowanych banków. Zostały one podzielone na 5 grup (tabela 3).

**Tabela 3. Benchmarking na podstawie wskazań modelu dla grupy badanych banków w latach 2004–2009**

Bank	Benchmarking na podstawie wyników metody DEA w latach 2004–2009
PKO BP S.A.	I
BOŚ S.A.	I
DZ Bank S.A.	I
BRE Bank S.A.	II
Fortis Bank S.A.	II
ING Bank Śląski S.A.	II
Nordea Bank Polska S.A.	II
BZ WBK S.A.	III
Bank Pekao S.A.	IV
Bank BPH S.A.	IV
Kredyt Bank S.A.	V
Bank Handlowy w Warszawie S.A.	V

**Legenda:**

I grupa – banki efektywne w całym analizowanym okresie (tj. w ciągu badanych 6 lat)

II grupa – banki efektywne w ciągu 5 lat

III grupa – banki efektywne przez 2 lata

IV grupa – banki efektywne w ciągu 1 roku

V grupa – banki nieefektywne w ciągu całego analizowanego okresu

Źródło: opracowanie własne.

Wyznaczony benchmarking można porównać ze średnimi wartościami klasycznych wskaźników rentowności i efektywności, takich jak: ROE czy ROA (tabela 4).

Analiza danych z tabeli 3 pokazuje, że najwyższy średni poziom wskaźników ROE i ROA wykazywały banki, które znalazły się w III grupie, a następnie – w IV i w V. Natomiast banki, które, zgodnie z metodą DEA, były najbardziej efektywne, wykazywały się niższymi poziomami ROE i ROA. Na podstawie zbudowanego rankingu można stwierdzić, że wskazania modelu DEA są odmienne od wskazań wskaźników ROE i ROA<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Przy odpowiedniej interpretacji wyników DEA może stanowić uzupełnienie oceny za pomocą klasycznych wskaźników finansowych.

**Tabela 4. Porównanie benchmarkingu DEA oraz średnich poziomów ROE i ROA dla grupy badanych banków w latach 2004–2009 (w %)**

Bank	Benchmarking na podstawie wyników metody DEA	Średnia wartość ROE w latach 2004–2009	Średnia wartość ROE dla danej grupy	Średnia wartość ROA w latach 2004–2009	Średnia wartość ROA dla danej grupy
PKO BP S.A.	I	19,13	9,78	2,00	1,02
BOŚ S.A.	I	4,77		0,41	
DZ Bank S.A.	I	5,43		0,65	
BRE Bank S.A.	II	9,02	8,95	0,53	0,69
Fortis Bank S.A.	II	5,17		0,60	
ING Bank Śląski S.A.	II	13,57		1,04	
Nordea Bank Polska S.A.	II	8,02		0,60	
BZ WBK S.A.	III	17,07	17,07	1,79	1,79
Bank Pekao S.A.	IV	17,31	14,21	2,24	1,73
Bank BPH S.A.	IV	11,11		1,22	
Kredyt Bank S.A.	V	15,78	13,29	1,24	1,45
Bank Handlowy w Warszawie S.A.	V	10,80		1,65	

Źródło: opracowanie własne.

W badanym okresie można natomiast zauważyć zależność pomiędzy średnim poziomem DEA, średnim poziomem wskaźnika ROA i ROE dla badanych banków komercyjnych oraz poziomem PKB. Wynika z niej, że najwyższą rentowność/efektywność wykazują banki w tych latach, w których poziom PKB jest najwyższy, (tzn. w latach 2006 i 2007, z wyjątkiem poziomu ROA w 2005 r.) – tabela 5.

Wykorzystując wyniki modelu DEA, można określić strategię, wskazującą, jak dużo każdy bank powinien zredukować nakłady, w celu osiągnięcia optymalnej efektywności. Na podstawie otrzymanych wyników można określić także strategię zarządzania, dotyczącą zmiany wybranych danych wejściowych (nakładów) w celu osiągnięcia optymalnej efektywności. Aby to wyliczyć potrzebne są wartości parametru lambda, otrzymane przy budowie modelu.

**Tabela 5. Porównanie średnich wartości DEA, średnich poziomów ROE i ROA dla badanych banków z poziomem PKB w latach 2004–2009**

Rok	Średnia DEA	Średnia ROE dla badanej grupy banków (w %)	Średnia ROA dla badanej grupy banków (w %)	Poziom PKB
2004	0,930893	8,41	0,96	104,0
2005	0,963606	13,62	1,40	104,4
2006	0,966518	13,94	1,39	106,6
2007	0,968683	14,54	1,41	106,5
2008	0,947087	12,73	1,12	102,9
2009	0,952217	5,35	0,70	103,3

Źródło: opracowanie własne.

W zastosowanym tu modelu CCR korzystne byłoby zminimalizowanie przez, wyznaczone z modelu DEA, nieefektywne banki poziomów danych wejściowych (nakładów).

Poniżej zostały przedstawione wartości parametru lambda dla banków, które były nieefektywne w ostatnim roku analizy (tzn. w 2009 r. nieefektywne były: Bank Handlowy w Warszawie S.A., Kredyt Bank S.A., Bank Pekao S.A. oraz Fortis Bank S.A.)<sup>35</sup>.

Wyznaczone wartości parametru lambda pokazują, o ile należy skorygować poziom nakładów (danych wejściowych) w bankach nieefektywnych, aby stały się efektywne. Przykładowo, dla Banku Handlowego w Warszawie S.A. w 2009 r. poziom jego nakładów powinien być równy sumie nakładów: (1) BOŚ S.A. przemnożonych przez 1,03548, (2) Banku BPH S.A. przemnożonych przez 0,38738 i (3) DZ Banku S.A. przemnożonych przez 0,20086. Analogiczna interpretacja dotyczy pozostałych nieefektywnych banków, tj. Fortis Banku S.A., Kredyt Banku S.A. i Banku Pekao S.A. Zgodnie z zastosowanym modelem CCR dokonana redukcja poziomu danych wejściowych nie zmniejsza poziomu danych wyjściowych (por. tabela 7).

<sup>35</sup> Dla porównania, w badaniach przeprowadzonych przez autorki w 2009 r., jako nieefektywne zostały wytypowane 4 banki, tj.: Bank Handlowy w Warszawie S.A., Bank Pekao S.A., ING Bank Śląski S.A. oraz DZ Bank S.A.



**Tabela 6. Wartości parametru lambda dla grupy 4 nieefektywnych banków w 2009 r.**

LA	Bank	Bank Handlowy w Warszawie S.A.	Fortis Bank S.A.	Kredyt Bank S.A.	PEKAO S.A.
LA 1	BOŚ S.A.	1,03548	0,21129	1,53022	0
LA 2	Bank BPH S.A.	0,38738	0,06248	0	0
LA 3	BRE Bank S.A.	0	0	0	0
LA 4	ING Bank Śląski S.A.	0	0	0	0,93592
LA 5	BZ WBK S.A.	0	0	0	0
LA 6	DZ Bank S.A.	0,20086	0,25646	2,81565	0
LA 7	Fortis Bank S.A.	0	0	0	0
LA 8	Bank Handlowy w Warszawie S.A.	0	0	0	0
LA 9	Kredyt Bank S.A.	0	0	0	0
LA 10	Nordea Bank Polska S.A.	0	0,56729	0,52190	0
LA 11	PEKAO S.A.	0	0	0	0
LA 12	PKO BP S.A.	0	0	0	0,41999

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 7. Poziom nakładów (skorygowanych za pomocą parametru lambda) i efektów przed i po zastosowaniu modelu DEA dla nieefektywnych banków w 2009 r.**

Bank	Poziom nakładów i efektów bez korekty parametrem lambda					
Bank Handlowy w Warszawie S.A.	36 455 439	1 749 896	1 266 240	10 896 898	20 547 360	0,05443
Fortis Bank S.A.	20 311 849	230 253	448 298	13 811 556	9 244 085	0,02799
Kredyt Bank S.A.	38 912 543	413 791	859 961	27 312 467	22 521 686	0,02938
PEKAO S.A.	126 918 020	2 424 283	3 298 421	73 042 722	96 701 298	0,04293

**Cd. tab. 7**

<b>Bank</b>	<b>Poziom nakładów (skorygowanych) i efektów z korektą parametru lambda</b>					
Bank Handlowy w Warszawie S.A.	26 100 606	430 610	906 576	10 896 898	20 547 360	0,05443
Fortis Bank S.A.	16 843 592	184 384	371 751	13 811 556	9 244 085	0,02799
Kredyt Bank S.A.	35 473 902	385 787	801 761	27 312 467	22 521 686	0,02938
PKO BP S.A.	120 453 864	2 300 810	2 991 840	73 042 722	96 701 298	0,04293

Źródło: opracowanie własne.

W celu wzrostu efektywności cztery nieefektywne banki winny podejmować odpowiednie działania zarządcze, aby zredukować nakłady do poziomu wyznaczonego za pomocą parametru lambda.

### 3. INDEKS PRODUKTYWNOŚCI MALMQUISTA

W celu sprawdzenia, czy w badanym banku nastąpiła poprawa efektywności w czasie, został wyznaczony indeks produktywności Malmquista (por. tabela 8 i wykres 5).

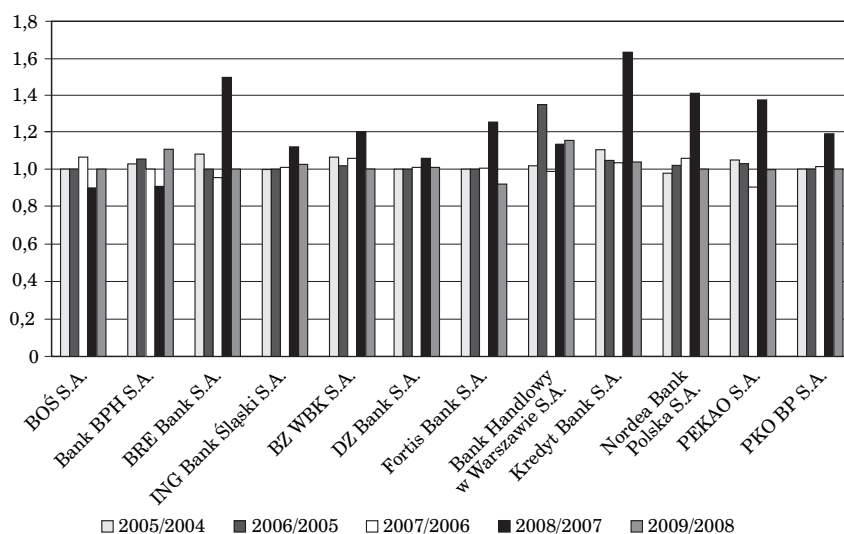
**Tabela 8. Poziom indeksu Malmquista dla grupy badanych banków w latach 2004–2009 przy zastosowania ruchomej bazy odniesienia**

<b>Bank</b>	<b>2005/2004</b>	<b>2006/2005</b>	<b>2007/2006</b>	<b>2008/2007</b>	<b>2009/2008</b>
BOŚ S.A.	1,00000	1,00000	1,06984	0,90240	1,00000
Bank BPH S.A.	1,03167	1,05822	1,00000	0,91197	1,10686
BRE Bank S.A.	1,08424	1,00000	0,95722	1,49317	1,00000
ING Bank Śląski S.A.	1,00493	0,99699	1,01073	1,12504	1,02788
BZ WBK S.A.	1,06682	1,02248	1,06303	1,20355	1,00000
DZ Bank S.A.	1,00000	1,00000	1,01160	1,05915	1,01256
Fortis Bank S.A.	1,00000	1,00000	1,00539	1,25401	0,92052
Bank Handlowy w Warszawie S.A.	1,02025	1,35103	0,99443	1,13944	1,15875
Kredyt Bank S.A.	1,11017	1,05267	1,03530	1,63145	1,04466

Bank	2005/2004	2006/2005	2007/2006	2008/2007	2009/2008
Nordea Bank Polska S.A.	0,97981	1,02003	1,06411	1,41012	1,00000
PEKAO S.A.	1,04997	1,03272	0,90647	1,37498	0,99817
PKO BP S.A.	1,00000	1,00000	1,01800	1,19366	1,00000

Źródło: opracowanie własne.

**Wykres 5. Poziom indeksu produktywności Malmquista dla grupy badanych banków w latach 2004–2009 przy zastosowaniu ruchomej bazy odniesienia**

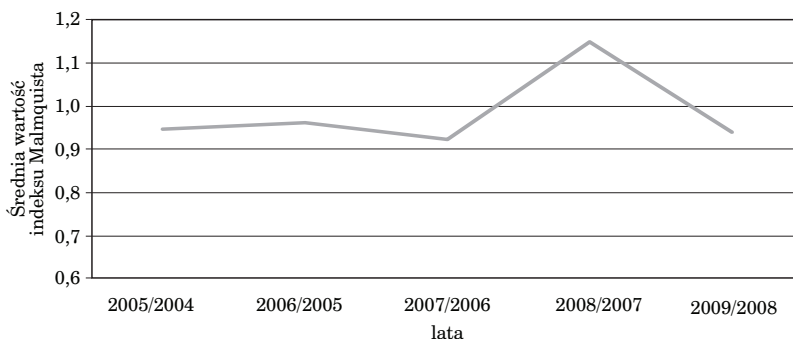


Źródło: opracowanie własne.

Analiza poziomu indeksu Malmquista przy zastosowaniu ruchomej bazy odniesienia pokazuje, że w latach 2004–2009 wyższą od jedności produktywność miały: 5 razy – Kredyt Bank S.A., 4 razy: ING Bank Śląski S.A., BZ WBK S.A., Bank Handlowy w Warszawie S.A., 3 razy: Bank BPH S.A., DZ Bank S.A., Nordea Bank Polska S.A. oraz PEKAO S.A., natomiast 2 razy: BRE Bank S.A., Fortis Bank S.A. i PKO BP S.A. i jeden raz – BOŚ S.A. Produktywność na poziomie stałym (tzn. wyznaczony poziom indeksu = 1) miało 8 banków: 3 razy: BOŚ S.A., PKO BP S.A., 2 razy: BRE Bank S.A., DZ Bank S.A. oraz Fortis Bank S.A. i 1 raz: Bank BPH S.A., BZ WBK S.A. i Noreea Bank Polska S.A., natomiast 4 banki ani razu nie miały produktywności na poziomie = 1 (Kredyt Bank S.A., ING Bank Śląski S.A., Bank Handlowy w Warszawie S.A. oraz Bank Pekao S.A.).

Obniżoną (czyli niższą od jedności) produktywność wykazało siedem banków: 2 razy – tylko Bank Pekao S.A., a 1 raz: BOŚ S.A., Bank BPH S.A., ING Bank Śląski S.A., Fortis Bank S.A., Bank Handlowy w Warszawie S.A. oraz Nordea Bank Polska S.A. i BRE Bank S.A. Natomiast nie miały obniżonej efektywności 4 banki: BZ WBK S.A., DZ BANK S.A., Kredyt Bank S.A. oraz PKO BP S.A.

**Wykres 6. Średnia wartość indeksu produktywności Malmquista dla grupy badanych banków w latach 2004–2009 przy zastosowaniu ruchomej bazy odniesienia**



Źródło: opracowanie własne.

Średnia wartość indeksu Malmquista w przypadku bazy ruchomej dla lat 2005–2007 oraz 2009, porównanych odpowiednio z rokiem wcześniejszym, kształtuje się poniżej jedności (czyli średnia produktywność jest z roku na rok niższa). Jedynie produktywność wyznaczona dla 2008 r., w porównaniu do 2007 r., jest wyższa od jedności. Można zatem wywnioskować, że banki, tuż przed kryzysem finansowym, wykazały się wyższą produktywnością.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie uzyskanych wyników oceniono, które z badanych banków były efektywne i jak ich efektywność kształtowała się w analizowanym okresie. Dla większości badanych podmiotów relatywna efektywność zmieniła się w czasie. Pięć z dwunastu badanych banków w całym analizowanym okresie nie zmieniło swojego statusu, tzn. jako podmiotu: efektywnego (3 banki) bądź nieefektywnego (2 banki). Pozostałe banki zmieniały poziom swojej efektywności. Uzyskane za pomocą metody DEA wyniki efektywności pozwoliły na opracowanie benchmarkingu badanych banków (zob. tabela 9).

**Tabela 9. Benchmarking efektywności badanych banków w latach 2004–2009 na podstawie wskazań modelu zbudowanego za pomocą metody DEA**

Liczba efektywności	Banki
6 razy	3
5 razy	4
4 razy	–
3 razy	–
2 razy	1
1 raz	2
0 razy	2

Źródło: opracowanie własne.

Jednocześnie w latach 2007 i 2008 widoczny jest spadek wartości DEA, czego przyczyną było pogorszenie się sytuacji finansowej w sektorze bankowym (a tym samym – efektywności), spowodowane wyhamowaniem gospodarki polskiej w wyniku kryzysu. W 2009 r. efektywność badanych banków ponownie wzrosła. Widzimy więc, że wyniki modelu DEA są wrażliwe na kształtowanie się sytuacji rynkowej, co potwierdza użyteczność tej metody do oceny kondycji banków komercyjnych w warunkach kryzysu.

Za pomocą parametru lambda, dla nieefektywnych w 2009 r. banków, obliczono optymalne wartości danych wejściowych<sup>36</sup>. Oczywiście podane wartości należy „przetłumaczyć” na konkretne działania zarządcze, których rodzaj zależy od specyfiki banku.

Aby sprawdzić, czy w nieefektywnym banku nastąpiła poprawa efektywności w czasie, wyznaczono indeks produktywności Malmquista. Szczegółowa analiza produktywności (przy ruchomej bazie odniesienia) pokazuje, że efektywność banków, z okresu na okres, wykazuje zróżnicowane wyniki, ale każdy bank, chociaż w jednym roku objętym analizą, miał produktywność powyżej 1, natomiast w przypadku 4 banków przez cały analizowany okres ich efektywność była równa bądź wyższa od jedności.

Metoda DEA może być stosowana jako uzupełnienie klasycznych metod oceny efektywności instytucji finansowych, w tym banków komercyjnych<sup>37</sup>. Należy

<sup>36</sup> Tzn. banki nieefektywne w 2009 r. powinny dążyć do osiągnięcia optymalnych wartości danych wejściowych (nakładów), w celu poprawienia swej efektywności.

<sup>37</sup> A. Zamojska-Adamczak, *Zastosowanie metody DEA w ocenie efektywności zarządzania portfelem funduszu* (Uniwersytet Gdański), źródło: [www.usfiles.us.szc.pl/getfile.php?pid=316](http://www.usfiles.us.szc.pl/getfile.php?pid=316) (dostęp: 8.02.2012 r.).

jednak pamiętać, że przy budowie modelu ważny jest właściwy dobór nakładów/efektów oraz konsekwencja stosowania przyjętych założeń (np. stosowanie modelu CCR), a także świadomość, opisanych w literaturze, zarówno zalet (m.in. brak konieczności budowania funkcji produktywności), jak i ograniczeń (np. brak możliwości zastosowania dużej grupy danych wejściowych i wyjściowych).

**Tabela 10. Porównanie poziomu produktywności (wyznaczonego za pomocą indeksu Malmquista) i częstotliwości jej występowania dla badanych banków w latach 2004–2009**

Poziom produktywności	5 razy	4 razy	3 razy	2 razy	1 raz	0 razy
>1 (mniejszą od 1)	–	–	–	1	7	4
=1	–	–	2	3	3	4
<1 (większą od 1)	1	3	4	3	1	–

Źródło: opracowanie własne.

## Abstract

Data Envelope Analysis (DEA) is one of the methods used to measure the effectiveness of entities. There are two possible options in building the DEA models: CCR model – input oriented and BCC – output oriented. Authors of the paper decided to use the former one which means that the chosen ratios (as inputs) will be minimised. The purpose of this research is to check the effectiveness of a few banks operating in Poland. The time range for this analysis was 2004–2009, so it covered the last financial crisis which had a visible influence on the banking sector. Banks were the entities that suffered a lot during the crisis. Results obtained from the DEA model were compared with the classical methods of the financial analysis (i.e. profitability and efficiency ratios). On the basis of the results it was possible to assess which from the chosen banks were effective and how the effectiveness changed in the analysed time range.

## Bibliografia

- Andruszkiewicz J., Hajdrowski K., *Benchmarking*, Energetyka Poznańska SA, źródło: [www.ptpiree.com.pl/html/k\\_s\\_dys/bench.html](http://www.ptpiree.com.pl/html/k_s_dys/bench.html)
- Baran J., Pietrzak M., *Analiza efektywności wybranych branż polskiego agrobiznesu bazująca na metodzie DEA*, SGGW w Warszawie, źródło: [http://www.Seria.home.pl/2007\\_zeszyt3/3\\_baran.pdf](http://www.Seria.home.pl/2007_zeszyt3/3_baran.pdf) (dostęp: 8.02.2012 r.).
- Domagała A., *Metoda Data Envelopment Analysis jako narzędzie badania względnej efektywności technicznej*, Badania operacyjne i decyzje Nr 3–4/2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Emrouznejad A., *Measurement efficiency and productivity in SAS/OR*, „Computers and Operations Research”, Volume 32, Issue 7, July 2005.
- Emrouznejad A., *A SAS® Application for Measuring Efficiency and Productivity of Decision Making Units*, SUGI 27, Statistics and Data Analysis, Paper 259-27, [www.deazone.com/cgi-bin/papers/SAS\\_MALM.pdf](http://www.deazone.com/cgi-bin/papers/SAS_MALM.pdf) (dostęp: 8.02.2012 r.).
- Grigorian D.A., Manole V., *Determinants of Commercial Bank Performance In Transition: An Application of Data Envelopment Analysis*, IMF Working Paper, WP/02/146, 2002.
- Guzik B., *Podstawowe możliwości analityczne modelu CCR-DEA*, Badania operacyjne i decyzje Nr 1/2009, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Heffernan S., *Nowoczesna bankowość*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Iwanicz-Drozdowska M., *Zarządzanie finansowe bankiem*, PWE, Warszawa 2010.
- Iwanicz-Drozdowska M., *Metody oceny działalności banku*, Poltext, Warszawa 1999.
- Kagan A., *Rentowność kapitału własnego a efektywność techniczna oraz skala produkcji*, Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe, Tom X, Zeszyt 3.
- Karbownik M., Kula G., *Efektywność sektora publicznego na poziomie samorządu lokalnego*, Materiały i Studia, Zeszyt 242, NBP, Warszawa 2009.
- Kisielewska M., *Ocena efektywności banków i ich oddziałów metodą Data Envelopment Analysis, wybrane zagadnienia metodologiczne*, [w:] D. Zarzecki, *Zarządzanie Finansami. Inwestycje i wycena przedsiębiorstw*, Warszawa 2006.
- Kopczewski T., *Badanie efektywności technologicznej i kosztowej w sektorze bankowym*, źródło: [www.kopczewscy.edu.pl](http://www.kopczewscy.edu.pl) (dostęp: 8.02.2012 r.).
- Marcinkowska M., *Ocena działalności instytucji finansowych*, Difin, Warszawa 2007.
- Paradi J., *Bank Branch Human Resources Allocation Efficiency Using DEA – Validated Against Real Management*, referat z 24<sup>th</sup> European Conference on Operational Research, Konferencja w Lizbonie, Universidade de Lisboa, 11–14 lipca 2010 r.
- Patla J., *Rozwój systemów bankowości elektronicznej oraz ich wpływ na wyniki banku*, Kraków 2006, źródło: [www.han.ae.karakow.pl/doktoraty/1200001043b.pdf](http://www.han.ae.karakow.pl/doktoraty/1200001043b.pdf) (dostęp: 8.02.2012 r.).

- Patla J., *Efektywność i produktywność inwestycji informatycznych banków*, [http://www.sceno.edu.pl/articles.php?cms\\_id=1717&cat=Ekonomia&page=1](http://www.sceno.edu.pl/articles.php?cms_id=1717&cat=Ekonomia&page=1)
- Pawłowska M., *Wpływ fuzji i przejęć na efektywność w sektorze banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2001*, „Bank i Kredyt” Nr 2/2003.
- Pawłowska M., *Efektywność, konkurencyjność i koncentracja na polskim rynku bankowym w latach 1997–2002 – związki między pojęciami*, „Bank i Kredyt” Nr 6/2004.
- Pawłowska M., *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, Materiały i Studia, Zeszyt 192, NBP, Warszawa, czerwiec 2005 r.
- Ragan N., Grabowski G., Aly H., Pasurka C., *The technical Efficiency of US Banks*, „Economic Letters” No. 28/1988.
- Rogowski R., *Analiza i ocena działalności banków z wykorzystaniem metody DEA*, „Bank i Kredyt” Nr 9/1996.
- Rogowski G., *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań 1998.
- Smith P., *Model misspecification in data envelopment analysis*, „Annals of Operations Research” 73 (1997).
- Szymańska E., *Zastosowania metody DEA do badania efektywności gospodarstw trzodowych*, „Journal of Agribusiness and Rural Development” 2(12) 2009, 249–255; [http://www.jard.edu.pl/pub/29\\_2\\_2009.pdf](http://www.jard.edu.pl/pub/29_2_2009.pdf)
- Zamojska-Adamczak A., *Zastosowanie metody DEA w ocenie efektywności zarządzania portfelem funduszu*, Uniwersytet Gdański, źródło: źródło: [www.usfiles.us.szc.pl/get-file.php?pid=316](http://www.usfiles.us.szc.pl/get-file.php?pid=316) (dostęp: 8.02.2012 r.).