

Artur Wyszynski, Andrzej Soloma, Jaroslaw Skorwider-Namietko

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

e-mails: artur.wyszynski@uwm.edu.pl; soloma@uwm.edu.pl; skorwider@uwm.edu.pl

ZASTOSOWANIE METODY DEA DO OCENY KONDYCJI FINANSOWEJ KLUBÓW EKSTRAKLASY

APPLICATION OF DEA METHOD FOR THE EVALUATION OF FINANCIAL CONDITION OF EKSTRAKLASA CLUBS

DOI: 10.15611/pn.2018.533.25

JEL Classification: Z20, Z23, G20

Streszczenie: Celem artykułu jest zastosowanie wskaźników efektywności technicznej uzyskanych za pomocą modeli CCR, BCC i SE-CCR metody *Data Envelopment Analysis* – DEA, będących miernikami oceny kondycji finansowej klubów piłki nożnej ekstraklasy, które w sezonie 2016/2017 rozgrywały mecze w rozgrywkach piłkarskich w Polsce. Wybór klubów podyktowany był dostępnością danych pochodzących z raportów instytucji finansowej Ernst & Young. Z badania wynika, że między miernikami efektywności i wskaźnikami finansowymi istnieje silna korelacja. Otrzymane wyniki wskazują, że mierniki efektywności, obliczone za pomocą modeli DEA, mogą być stosowane do oceny kondycji finansowej klubów piłkarskich.

Słowa kluczowe: efektywność techniczna, kluby piłki nożnej, graniczna analiza danych (DEA).

Summary: The aim of the article is to apply technical efficiency indicators obtained by means of CCR, BCC and SE-CCR models, Data Envelopment Analysis (DEA) methods that measure the financial health of ekstraklasa football clubs, which in the 2016/17 season played matches in football matches in Poland. The choice of clubs was dictated by the availability of data from the reports of the Ernst & Young financial institution. The study shows that there is a correlation between performance measures and financial indicators. The results obtained indicate that efficiency measures calculated using DEA models can be used to assess the financial health of football clubs.

Keywords: technical efficiency, football clubs, DEA.

1. Wstęp

W teorii ekonomii ocena i pomiar efektywności jest kluczową kwestią dla każdej organizacji, niezależnie od tego, czy jest producentem dóbr i usług, czy organizacją sportową. Szczególnie pomiar efektywności profesjonalnych klubów sportowych

umożliwia ocenę własnych osiągnięć na tle innych klubów działających na rynku sportu. Podjęcie tej tematyki jest istotne ze względu na ekonomiczne i społeczne znaczenie sportu oraz silnie rozwijający się proces ich profesjonalizacji i komercjalizacji w Polsce. Kluby sportowe przekształcają się w przedsiębiorstwa, które muszą dbać o efektywność ekonomiczną swoich działań. O znaczeniu kwestii efektywności finansowej klubów piłkarskich świadczy podjęta w 2009 roku przez władze Europejskiego Stowarzyszenia Federacji Piłki Nożnej (UEFA) inicjatywa pod nazwą Finansowe Fair Play (*Financial Fair Play*). Jej celem jest poprawa efektywności finansowej klubów piłkarskich w Europie. Problemy finansowe zasłużonych dla europejskiej i polskiej piłki nożnej klubów, takich jak: AEK Ateny, Glasgow Rangers, FC Parma, Ruch Chorzów, Polonia Warszawa, Widzew Łódź i innych, sprawiają, że ze względu na trudną sytuację finansową stawiane są w stan upadłości bądź, nie otrzymując licencji na grę, w następnym sezonie rozpoczynają rozgrywki od niższej klasy. W celu poprawy sytuacji finansowej klubów uczestniczących w rozgrywkach lig europejskich, Komisja Licencyjna UEFA przyznaje klubom licencje na grę w europejskich pucharach. Obok kryteriów przyznawania licencji: sportowych, infrastrukturalnych, personelu i administracji oraz prawnych to kryteria finansowe odgrywają kluczową rolę w tym systemie. Szczególną uwagę zwrócono na następujące kwestie: poprawę potencjału ekonomicznego i finansowego danego klubu, zwiększenie jego przejrzystości finansowej, wiarygodności i ochrony wierzycieli oraz zapewnienie ciągłości rywalizacji w rozgrywkach przez co najmniej jeden sezon licencyjny. Kryteria finansowe wymusiły na klubach zachowanie i utrzymywanie płynności finansowej w ciągu całego sezonu rozgrywek piłkarskich. W polskiej praktyce gospodarczej do oceny efektywności klubów piłkarskich najczęściej stosuje się metody oparte o analizę wskaźnikową. Oceny i porównania klubów polskiej ekstraklasy dokonują m.in. dwie instytucje finansowe Deloitte i Ernst&Young (EY). Jednak ocena efektywności na podstawie podejścia wskaźnikowego jest niewystarczająca. Kluby sportowe to specyficzne organizacje, różniące się od innych przedsiębiorstw będących producentami różnych dóbr i usług celami działania, formą prawną czy strukturą organizacyjną. W celu obiektywnego poznania rzeczywistości gospodarczej charakteryzującej funkcjonowanie klubów sportowych konieczne staje się poszukiwanie i zastosowanie nowych metod do oceny sytuacji finansowej, głównie z takich dziedzin, jak statystyka, ekonometria czy badania operacyjne. Zastosowanie metod nieparametrycznych i parametrycznych pozwala rozpoznać sytuację ekonomiczno-finansową przy uwzględnieniu wielu wymiarów działalności klubu sportowego.

W literaturze zagranicznej do oceny efektywności klubów sportowych stosowane są głównie metody ilościowe: nieparametryczne oraz parametryczne, które wykorzystują przede wszystkim metodę DEA. Metodę tę zastosowano do oceny efektywności klubów lig piłkarskich, m.in.: amerykańsko-kanadyjskiej [Haas 2003b], angielskiej [Haas 2003a; Barros, Leach 2006b], hiszpańskiej [Gonzalez-Gomez, Picazo-Tadeo 2010], niemieckiej [Haas, Kocher, Slitter 2004], francuskiej [Jardin 2009], brazylijskiej [Barros, Assot, Earp 2010] i polskiej [Wyszyński 2016; 2017].

Wyniki badań efektywności klubów uzyskanych na podstawie metod parametrycznych przedstawili m.in. Barros i Leach [2006a] oraz Hoefler i Payne [1997]. Autorzy tych prac zbadali efektywność klubów angielskiej ligi piłkarskiej oraz amerykańskiej, stosując funkcję Cobba-Douglasa, natomiast Dawson, Dobson i Gerrard [2000] oraz Barros i Garcia-del-Barrio [2008] do określenia efektywności angielskich klubów piłkarskich zastosowali stochastyczną analizę graniczną (*Stochastic Frontier Approach* – SFA). W literaturze przedmiotu przykładem zastosowania metody *Data Envelopment Analysis* w analizie finansowej, rozpowszechnioną w badaniach naukowych, jest ocena zdolności kredytowej i ryzyka upadłości przedsiębiorstw w ramach credit scoringu. Za autorów tego podejścia uchodzą m.in. Emel, Oral, Reisman, Yolalan [2003]. W latach późniejszych temat został rozwinięty m.in. w pracach [Paradi, Asmild, Simak 2004; Chang, Chiang, Tang 2007; Min, Lee 2008].

2. Cel i metodyka badań

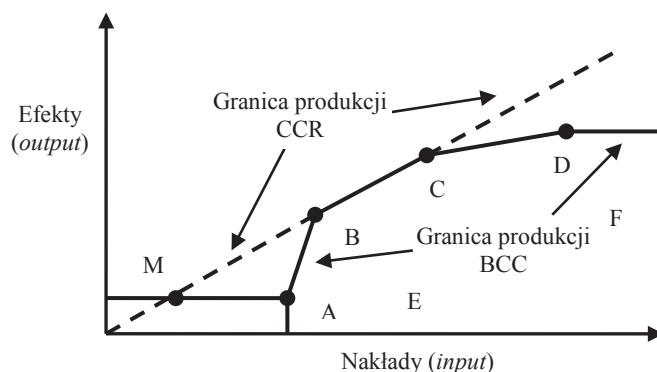
Celem artykułu jest zastosowanie wskaźników (mierników) obliczonych na podstawie modeli DEA do oceny kondycji finansowej 15 klubów piłkarskiej ekstraklasy, które w sezonie 2016/2017 rozgrywały mecze¹. Do określenia efektywności klubów zastosowano następujące modele metody DEA²: ze stałymi efektami skali (od nazwisk autorów: Charnes, Cooper, Rhodes, oznaczany jako CCR) oraz ze zmiennymi efektami skali (od nazwisk autorów: Banker, Charnes, Cooper, oznaczany jako BCC). Rozwiązując model CCR, otrzymujemy całkowitą efektywność, natomiast BCC – czystą efektywność techniczną danej jednostki. Wybrane modele do analizy są zorientowane na nakłady, kiedy celem jest ich minimalizacja przy zachowaniu niezmiennych efektów. Wielkości nakładów są podstawowymi zmiennymi wpływającymi na ich decyzję, a ich wielkość można optymalizować jedynie w podejściu zorientowanym na nakłady.

W metodach DEA nie jest wymagana znajomość postaci funkcji efektywności. Wykorzystując empiryczne wielkości zmiennych w postaci nakładów (*inputs*) i efektów (*outputs*), poszukuje się (dla danego obiektu – DMU – *Decision Making Unit*) wag maksymalizujących efektywność. W ten sposób otrzymujemy zadanie programowania matematycznego, w którym celem jest wyznaczenie efektywności obiektów względem ich całej grupy. Ilustracją graficzną metod DEA jest krzywa efektywności (*best practice frontier*) łącząca najbardziej efektywne jednostki decyzyjne (rys. 1).

Krzywa efektywności jest estymowana na podstawie danych empirycznych dotyczących nakładów i efektów. Badane obiekty (w tym przypadku kluby piłkarskie)

¹ Ze względu na brak danych finansowych Termaliki-Bruk, klub z Niecieczy, nie był brany do badań.

² Opis metody DEA oraz kryterium oceny efektywności badanych obiektów są dostępne m.in. w publikacjach: dla modelu CCR [Charnes, Cooper, Rhodes 1978], dla modelu BCC – [Banker, Charnes, Cooper 1984].



Rys. 1. Krzywe efektywności technicznej: całkowitej (CCR) i czystej (BCC)

Źródło: opracowanie na podstawie [Cooper, Seiford, Tone 2006].

w postaci jednostek decyzyjnych DMU – A, B, C, D, M, znajdujące się na krzywej efektywności, przyjmuje się za efektywne, a ich wskaźniki efektywności równe są 1 ($\theta_o = 1$)³. Natomiast jednostki położone poniżej krzywej efektywności, których wartość jest niższa niż jeden, uznaje się za nieefektywne ($\theta_o < 1$) – są to jednostki E i F. Rozwiązanie modelu CCR bądź BCC nie daje możliwości ustalenia rankingu obiektów, a w szczególności rankingu obiektów w pełni efektywnych, których wskaźniki efektywności są równe jeden. Odpowiednią propozycję rozwiązania tego problemu ogłosili Andersen i Petersen [1993], Tone [2002]⁴. Na podstawie zaproponowanego przez nich modelu CCR z tzw. superefektywnością (SE-CCR, *super-efficiency*) określono kolejność klubów piłkarskich od najmniej do najbardziej efektywnego.

Wykorzystując przegląd literatury dotyczącej zastosowania mierników metody DEA do oceny kondycji finansowej, przyjęto dwie zmienne opisujące kategorię nakładów, tj. koszty wynagrodzeń zawodników⁵ oraz wartości wskaźnika ogólnego zadłużenia. Do efektów zaliczono trzy kategorie zmiennych: wysokość przychodów wraz z transferowymi, wartości wskaźnika płynności bieżącej oraz wartości wyników finansowych netto. Do empirycznej weryfikacji przydatności wskaźników efektywności uzyskanych na podstawie trzech modeli metody DEA porównano z tradycyjnymi kategoriami finansowymi opisującymi kondycję finansową klubów, tzn. ze wskaźnikami płynności bieżącej i ogólnego zadłużenia oraz z wynikiem finansowym netto. Zastosowano tutaj, analizę korelacji porządku rang Spearmana. Kategorie nakładów i efektów przyjętych do badań przedstawiono w tab. 1.

³ W metodach DEA efektywność (Farrella) powszechnie oznacza się symbolem θ_o (theta).

⁴ Szczegółowy opis metodyki modelu SE-CCR w publikacjach m.in. [Andersen, Petersen 1993; Tone 2002; Guzik 2008].

⁵ Koszty wynagrodzeń zostały obliczone na podstawie wielkości kosztów wynagrodzeń piłkarzy za każdy zdobyty punkt oraz całkowitej liczby punktów zdobytych w sezonie przez klub piłkarski.

Tabela 1. Kategorie nakładów i efektów klubów ekstraklasy

Wyszczególnienie	Koszty wynagrodzeń (w tys. zł)	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	Przychody wraz z transferowymi (w tys. zł)	Wskaźnik płynności bieżącej	Wynik finansowy netto
Legia Warszawa	48 584	0,78	280 969	1,44	74 386
Jagiellonia Białystok	8 652	0,75	34 446	1,93	11 275
Lech Poznań	15 916	0,95	75 081	0,82	11 344
Lechia Gdańsk	27 332	2,12	43 587	1,03	-19 528
Korona Kielce	9 310	2,61	17 858	0,24	-1 144
Wisła Kraków	10 608	7,77	30 897	0,35	-3 588
Pogoń Szczecin	8 326	4,70	24 816	0,51	-240
Zagłębie Lubin	10 968	0,40	39 996	1,20	-1 310
Piast Gliwice	9 890	0,92	15 759	0,79	-2 038
Śląsk Wrocław	9 752	3,52	19 626	0,23	2 707
Wisła Płock	7 885	1,26	12 819	0,68	-9 055
Arka Gdynia	4 661	1,14	18 361	1,55	2 954
Cracovia	12 956	0,39	42 545	1,66	1 559
Górnik Łęczna	6 290	3,12	16 487	0,15	253
Ruch Chorzów	4 488	2,00	19 329	0,24	-1 557

Źródło: dane i obliczenia własne na podstawie raportu [Ekstraklasa piłkarskiego...].

Wybór zmiennych do badań determinowany był dostępnością informacji na temat klubów piłki nożnej. Dane wykorzystane w analizie efektywności pochodziły z opublikowanego i udostępnionego na stronach internetowych raportu Ernst&Young pt. *Ekstraklasa piłkarskiego biznesu* [Ekstraklasa piłkarskiego...]. Analizę statystyczną i dyskryminacyjną przeprowadzono, wykorzystując program Statistica 13. Wskaźniki efektywności dla modeli CCR, BCC i SE-CCR obliczono za pomocą programu optymalizacji liniowej EMS.

3. Ocena efektywności funkcjonowania klubów ekstraklasy

Kolejność klubów ekstraklasy w tabeli ligowej na koniec sezonu 2016/2017, wartości wskaźników efektywności oraz formuły (współczynniki) benchmarkingowe lambda λ_{oj} (obliczonych dla modelu CCR)⁶ przedstawiono w tab. 2.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w sezonie 2016/2017 rozgrywek piłkarskich ekstraklasy w pełni efektywnymi klubami według modeli CCR są: Legia Warszawa i Cracovia Kraków, natomiast według modelu BCC obok wymienionych jest Jagiellonia Białystok. Wartość wskaźnika efektywności dla wy-

⁶ Formuły benchmarkingowe dla nieefektywnego obiektu o -tego opisywana jest przez optymalne współczynniki λ_{oj} ($j = 1, \dots, J$). Podają one, jaką krotność technologii obiektu j -tego należy przyjąć, konstruując optymalną technologię obiektu o -tego.

Tabela 2. Wyniki oceny efektywności technicznej klubów ekstraklasy w sezonie 2016/2017

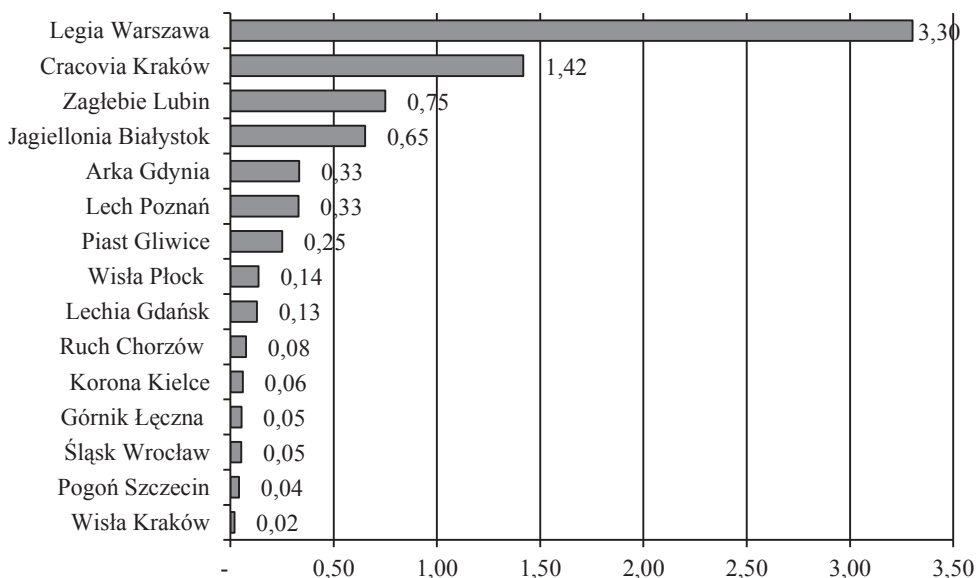
Wyszczególnienie	Miejsce w tabeli Sezon 16/17	CCR	BCC	Formuły benchmarkingowe λ_{oj} (CCR)
Legia Warszawa	1	1	1	$\lambda_1 = 1$
Jagiellonia Białystok	2	0,65	1	$\lambda_1 = 0,08, \lambda_{13} = 1,09$
Lech Poznań	3	0,33	0,47	$\lambda_1 = 0,27, \lambda_{13} = 0,26$
Lechia Gdańsk	4	0,13	0,19	$\lambda_1 = 0,07, \lambda_{13} = 0,56$
Korona Kielce	5	0,06	0,15	$\lambda_1 = 0,20$
Wisła Kraków	6	0,02	0,05	$\lambda_1 = 0,16, \lambda_{13} = 0,07$
Pogoń Szczecin	7	0,04	0,08	$\lambda_1 = 0,17, \lambda_{13} = 0,16$
Zagłębie Lubin	9	0,75	0,98	$\lambda_1 = 0,04, \lambda_{13} = 0,69$
Piast Gliwice	10	0,25	0,42	$\lambda_1 = 0,10, \lambda_{13} = 0,39$
Śląsk Wrocław	11	0,05	0,11	$\lambda_1 = 0,24$
Wisła Płock	12	0,14	0,31	$\lambda_1 = 0,03, \lambda_{13} = 0,39$
Arka Gdynia	13	0,33	0,35	$\lambda_1 = 0,04, \lambda_{13} = 0,90$
Cracovia	14	1	1,00	$\lambda_{13} = 1$
Górnik Łęczna	15	0,05	0,13	$\lambda_1 = 0,21$
Ruch Chorzów	16	0,08	0,20	$\lambda_1 = 0,20$

Źródło: opracowanie własne.

mienionych klubów wynosi 1 (100%), co oznacza, że są efektywne zarówno technologicznie, jak i pod względem skali generowanych rezultatów. Najmniej efektywnymi klubami ekstraklasy są: Wisła Kraków, Śląsk Wrocław, Górnik Łęczna, Korona Kielce i Ruch Chorzów, których wskaźniki efektywności (według modelu CCR) kształtowały się poniżej 0,10.

Przedstawione dotychczas wyniki badań pozwoliły przede wszystkim na wyodrębnienie klubów efektywnych i nieefektywnych. Nie dają one jednak możliwości jednoznacznego ustalenia kolejności klubów pod względem osiągniętego poziomu efektywności (chodzi o jednostki uznane w grupie za efektywne). Taką możliwość daje zastosowanie modelu SE-CCR. Uzyskane wielkości wskaźników efektywności obliczonych na podstawie tego modelu stanowią podstawę do opracowania kolejności klubów w rankingu od najbardziej efektywnych do najmniej, co pokazano na rys. 2.

W grupie 15 klubów piłkarskiej ekstraklasy najbardziej efektywnie funkcjonującym jest Legia Warszawa. Do osiągnięcia swoich rezultatów (wielkość: przychodów, wskaźnika płynności bieżącej i zysku netto) klub z Warszawy potrzebuje ponad 3 razy mniej nakładów niż pozostałe kluby w swej optymalnej technologii wspólnej. Pozostałe kluby nie są efektywne, gdyż ich wskaźniki efektywności są niższe od jedności. Wyraźnie najmniejszą efektywnością finansową odznaczają się kluby z Krakowa (Wisła) oraz ze Szczecina. Konkurenci najmniej efektywnego klubu ekstraklasy, Wisły Kraków, wygenerowałyby znacznie wyższe wyniki ekonomiczne



Rys. 2. Ranking klubów ekstraklasy pod względem efektywności ich funkcjonowania (model SE-CCR)

Źródło: opracowanie własne.

przy znacznie niższych nakładach (wielkościach wynagrodzeń) tego klubu. Do określenia współzależności pomiędzy miernikami efektywności rozwiązanych metodą DEA a wskaźnikami finansowymi przeprowadzono analizę korelacji (tab. 3).

Tabela 3. Korelacje pomiędzy wskaźnikami finansowymi i efektywności

Wyszczególnienie	Wskaźniki płynności bieżącej	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	Wynik finansowy netto
CCR	0,82*	-0,63*	0,60*
BCC	0,83*	-0,69*	0,52*
SE-CCR	0,57*	-0,42	0,89*

* Istotność statystyczna na poziomie $\alpha = 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

Pomiędzy wskaźnikami efektywności uzyskanymi za pomocą modeli CCR, BCC i SE-CCR a wskaźnikami finansowymi oraz wynikiem finansowym netto obserwowano współzależność istotną statystycznie. Wysokie wartości współczynników korelacji (0,82 i 0,60 dla CCR, 0,83 i 0,52 dla BCC oraz 0,57 i 0,89 dla SE-CCR) oznaczają, że wzrostowi płynności i wyniku finansowego towarzyszył wzrost efektywności. Ujemna i wysoka wartość korelacji pomiędzy wskaźnikami

efektywności a wskaźnikiem ogólnego zadłużenia ($-0,63$ dla CCR, $-0,69$ dla BCC oraz $-0,42$ dla SE-CCR) oznacza natomiast, że wzrostowi zadłużenia towarzyszył spadek efektywności.

4. Zakończenie

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że efektywność funkcjonowania klubów jest silnie zróżnicowana. Ponad jedna trzecia klubów (nieefektywnych) ponosi zbyt wysokie nakłady (wynagrodzenia) w stosunku do faktycznie osiągniętych rezultatów. Mimo wysokich wynagrodzeń w przypadku Legii klub z Warszawy przy wyższych przychodach w porównaniu z kosztami jest efektywny i charakteryzuje się dobrą kondycją finansową w porównaniu z klubami nieefektywnymi. Z przeprowadzonych badań wynika, że między wskaźnikami efektywności uzyskanymi za pomocą modeli metody DEA a wskaźnikami finansowymi oraz wielkością wyniku finansowego istnieje silna korelacja. Oznacza to, że poprawie wskaźników sytuacji finansowej towarzyszy wzrost efektywności. Wyniki analizy statystycznej sugerują, że wskaźniki efektywności technicznej uzyskane za pomocą modeli CCR, BCC i SE-CCR mogą być zastosowane do oceny sytuacji finansowej klubów ekstraklasy. Analiza i obserwacje dokonane w artykule, mimo że do analizy zostały wykorzystane tylko trzy kategorie finansowe opisujące sytuację finansową klubów sportowych, mogą służyć jako istotny sygnał dla zarządzających klubem sportowym, jak i komisji licencyjnej związku sportowego wydającej zgodę na udział klubu w rozgrywkach ligowych. Wyniki analizy mogą także stanowić jedno z podstawowych narzędzi wspomagających proces związany z monitorowaniem sytuacji finansowej. Jest to potencjalny kierunek badań nad oceną efektywności klubów sportowych w przyszłości.

Literatura

- Andersen P., Petersen N.C., 1993, *A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis*, Management Science, vol. 39, s. 1261-1264.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., 1984, *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis*, Management Science, 30(9), s. 1078-1092.
- Barros C.P., Assaf A., Earp F., 2010, *Brazilian football league technical efficiency: A Simar and Wilson approach*, Journal of Sports Economics, vol. 11, no. 6, s. 641-651.
- Barros C.P., Garcia-del-Barrio P., 2008, *Efficiency measurement of the English football Premier League with a random frontier model*, Economic Modelling, Elsevier, September, vol. 25, (5), s. 994-1002.
- Barros C.P., Leach S., 2006a, *Analyzing the performance of the English F.A. Premier League with an econometric frontier model*, Journal of Sports Economics, vol. 7, no. 4, s. 391-407.
- Barros C.P., Leach S., 2006b, *Performance evaluation of the English Premier League with data envelopment analysis*, Applied Economics, vol. 38, no. 12, s. 1449-1458.
- Chang E.W.I., Chiang Y.H., Tang B.S., 2007, *Alternative approach to credit scoring by DEA: Evaluating borrowers with respect to PFI projects*, Building and Environment, 42, 4.

- Charnes A., Cooper W., Rhodes E.L., 1978, *Measuring the efficiency of decision making units*, European Journal of Operational Research, vol. 2, s. 429-444.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., 2006, *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses*, Springer, New York.
- Dawson P., Dobson S., Gerrard B., 2000, *Stochastic frontier and the temporal structure of managerial efficiency in English soccer*, Journal of Sports Economics, vol. 1, no. 4, 3 s. 41-362.
- Ekstraklasa piłkarskiego biznesu*, [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Ekstraklasa_Pilkarskiego_Biznesu_2017/\\$FILE/EY-Ekstraklasa-Pilkarskiego-Biznesu-2017.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Ekstraklasa_Pilkarskiego_Biznesu_2017/$FILE/EY-Ekstraklasa-Pilkarskiego-Biznesu-2017.pdf) (10.05.2018).
- Emel A.B., Oral M., Reisman A., Yolalan R., 2003, *A credit scoring approach for the commercial banking sector*, Socio-Economic Planning Sciences, no. 37.
- Gonzalez-Gomez F., Picazo-Tadeo A.J., 2010, *Can we be satisfied with our football team? Evidence from Spanish professional football*, Journal of Sports Economics, vol. 11, no. 4, s. 418-442.
- Guzik B., 2008, *Zastosowanie modelu SE-CCR do ustalania struktury i siły konkurencji technologicznej*, Wiadomości Statystyczne, nr 10 s. 15-29.
- Haas D., Kocher M.G., Slitter M., 2004, *Measuring efficiency of German football teams by data envelopment analysis*, Central European Journal of Operations Research, vol. 12, s. 251-268.
- Haas D.J., 2003a, *Productive efficiency of English football teams – a data envelopment approach*, Managerial and Decision Economics, vol. 24, s. 403-410.
- Haas D.J., 2003b, *Technical efficiency in the Major League Soccer*, Journal of Sport Economics, vol. 4, no. 3, s. 203-215.
- Hoefler R.A., Payne J.E., 1997, *Measuring efficiency in the National Basketball Association*, Economics Letters, vol. 55, s. 293-299.
- <http://wiso.unidortmund.de/LSFR/OR/scheel/ems>.
- Jardin M., 2009, *Efficiency of French football clubs and its Dynamice*, 23. June, https://mpra.ub.uni-muenchen.de/19828/1/Efficiency_of_French_football_clubs_and_its_dynamics.pdf.
- Min J.H., Lee Q.C., 2008, *A practical approach to credit scoring*, Expert System with Applications, 35, 4.
- Paradi J.C., Asmild M., Simak P.C., 2004, *Using DEA and worst practice DEA in credit risk evaluation*, Journal of Productivity Analysis, 21.
- Tone K., 2002, *A slacks based measure of efficiency in Data Envelopment Analysis*, European Journal of Operational Research, 143, s. 32-41.
- Wyszyński A., 2016, *Efficiency of Football Clubs in Poland*, Olsztyn Economic Journal, 1/2016, s. 59-72.
- Wyszyński A., 2017, *Efektywność klubów piłkarskich w Polsce*, Ekonomista, 3/2017, s. 294-322.