

COMPETITIVENESS, PRODUCTIVITY, AND EFFICIENCY OF FARMERS' COOPERATIVES: EVIDENCE FROM THE POLISH DAIRY INDUSTRY

KONKURENCYJNOŚĆ, PRODUKTYWNOŚĆ I EFEKTYWNOŚĆ SPÓŁDZIELNI ROLNICZYCH NA PRZYKŁADZIE POLSKIEGO SEKTORA PRZETWÓRSTWA MLEKA

MICHAŁ PIETRZAK
JOANNA DOMAGAŁA
ALEKSANDRA CHLEBICKA




Citation: Pietrzak, M., Domagała, J., Chlebicka, A. (2023). Competitiveness, Productivity, and Efficiency of Farmers' Cooperatives: Evidence from the Polish Dairy Industry / Konkurencyjność, produktywność i efektywność spółdzielni rolniczych na przykładzie polskiego sektora przetwórstwa mleka. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 376(3), 1–25. <https://doi.org/10.30858/zer/170891>

Abstract

Cooperatives are key players in the dairy sector both globally and in Poland. Increasing pressure on the economic performance of dairy cooperatives poses questions about the drivers that shape their competitiveness. The aim of the paper is twofold. Firstly, the paper assesses the productivity and efficiency of dairy cooperatives and how these features evolved over time. Secondly, it examines whether and to what extent productivity and efficiency determine the competitiveness of entities under the study. As an empirical illustration, the authors use a dataset on dairy cooperatives operating in Poland, which is an important producer of dairy products in the European Union (EU). The results (obtained using partial productivity and data envelopment analysis) confirm that productivity and efficiency affect the competitiveness of dairy cooperatives. However, a primary contribution is to demonstrate that the relationship between productivity and efficiency versus competitiveness is more complex. Taking into account factors like the qualitative features of market offerings and their influence on consumer behaviour and satisfaction is essential for a thorough assessment of the competitiveness of dairy cooperatives.

Keywords: competitiveness, productivity, efficiency, cooperatives, dairy sector.

JEL codes: Q13, Q14, D24, L66.

Michał Pietrzak, PhD, DSc, ProfTit, Warsaw University of Live Sciences; ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw, Poland (michal_pietrzak@sggw.edu.pl).  <https://orcid.org/0000-0002-0418-3436>
Joanna Domagała, PhD, Warsaw University of Live Sciences; ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw, Poland (joanna_domagala@sggw.edu.pl).  <https://orcid.org/0000-0001-9801-4344>
Aleksandra Chlebicka, PhD, Warsaw University of Live Sciences; ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw, Poland (aleksandra_chlebicka@sggw.edu.pl).  <https://orcid.org/0000-0002-3896-154X>

Abstrakt

Spółdzielnie są kluczowymi graczami w sektorze mleczarskim zarówno na świecie, jak i w Polsce. Rosnąca presja na poprawę wyników ekonomicznych nasuwa pytania dotyczące czynników kształtujących ich konkurencyjność. Autorzy opracowania stawiali przed sobą dwa cele. Po pierwsze, oceniono produktywność i efektywność spółdzielni mleczarskich oraz analizowano, jak te cechy zmieniały się w czasie. Po drugie, zbadano, czy i w jakim stopniu produktywność i efektywność determinują konkurencyjność wybranych podmiotów. Jako ilustrację empiryczną wykorzystano zbiór danych dotyczących spółdzielni mleczarskich działających w Polsce, które są ważnym producentem produktów mleczarskich w Unii Europejskiej (UE). Uzyskane wyniki (przy użyciu wskaźników częściowej produktywności oraz analizy obwiedni danych, ang. data envelopment analysis, DEA) potwierdzają, że produktywność i efektywność wpływają na konkurencyjność spółdzielni mleczarskich. Jednak istotnym wkładem jest również wykazanie, że związek między produktywnością i efektywnością a konkurencyjnością jest bardziej złożony. Dla pełnej oceny konkurencyjności spółdzielni mleczarskich konieczne jest bowiem uwzględnienie dodatkowych czynników, takich jak jakościowe cechy oferty rynkowej oraz ich wpływ na zachowanie i satysfakcję konsumentów.

Słowa kluczowe: konkurencyjność, produktywność, efektywność, spółdzielnie, sektor mleczarski.

Kody JEL: Q13, Q14, D24, L66.

Introduction

A farmer cooperative is a business owned, operated, and controlled by agricultural producers who benefit from its services (Barton, 1989; Birchall, 2005; Hansen, 2019). By forming a cooperative farmers can, inter alia, remedy their weak bargaining position, better handle risks, obtain access to inputs and services and increase income (Ortmann & King, 2007; Pietrzak, 2006; 2022). The level of cooperative organization in agriculture differs across countries and sectors. Hansen (2019) suggested that such cooperative arrangements are more prevalent in economies that experience growth and where agricultural goods account for a greater share of total costs in specific product groups. It is therefore unsurprising that cooperatives play a significant role in the dairy industry, where they handle 64% of cow's milk deliveries in the European Union (EU) (Eurostat, 2021). The environment of the agri-food sector creates an augmented pressure on economic performance, e.g., consolidation by mergers and acquisitions, internationalization of businesses etc. (Henning, 2015). Consequently, cooperatives, much like any other business entities, have to adapt to this dynamic landscape (Adrian & Green, 2001; Ajates, 2020; Parliament et al., 1990). Therefore, the authors believe that there is an emerging need for a better understanding of the factors that shape the competitiveness of cooperatives.

According to Jansik et al. (2014, p.7), “competitiveness is one of the most popular terms in the economic and business literature.” However, despite broad interest in competitiveness, there is no agreement on its definition or the exact methods of

Wstęp

Spółdzielnia rolników to przedsiębiorstwo będące własnością producentów rolnych korzystających z jego usług oraz będące w ich zarządzie i przez nich kontrolowane (Barton, 1989; Birchall, 2005; Hansen, 2019). Tworząc spółdzielnię, rolnicy mogą między innymi wzmacniać swoją słabą pozycję przetargową, lepiej radzić sobie z ryzykiem, uzyskać dostęp do środków produkcji i usług oraz zwiększyć dochody (Ortmann i King, 2007; Pietrzak, 2006, 2022).

Poziom współdzielczenia rolnictwa różni się w zależności od kraju i sektora. Hansen (2019) zasugerował, że spółdzielczość jest bardziej rozpowszechniona w gospodarkach, które doświadczają wzrostu, i w tych sektorach, w których surowce rolne stanowią większą część kosztów całkowitych produktu. Nic więc dziwnego, że spółdzielnie odgrywają znaczącą rolę w przemyśle mleczarskim, w którym odpowiadają za 64% dostaw mleka krowiego w Unii Europejskiej (UE) (Eurostat, 2021). Otoczenie sektora rolno-spożywczego stwarza coraz większą presję na wyniki gospodarcze, czego efekty można zaobserwować np. w postaci konsolidacji poprzez fuzje i przejęcia oraz umiędzynarodowienia przedsiębiorstw itp. (Hansen, 2019). W związku z tym spółdzielnie, podobnie jak inne podmioty gospodarcze, muszą dostosować się do tego dynamicznie zmieniającego się środowiska (Adrian i Green, 2001; Ajates, 2020; Parliament i in., 1990). Stąd też istnieje potrzeba lepszego zrozumienia czynników kształtujących konkurencyjność spółdzielni.

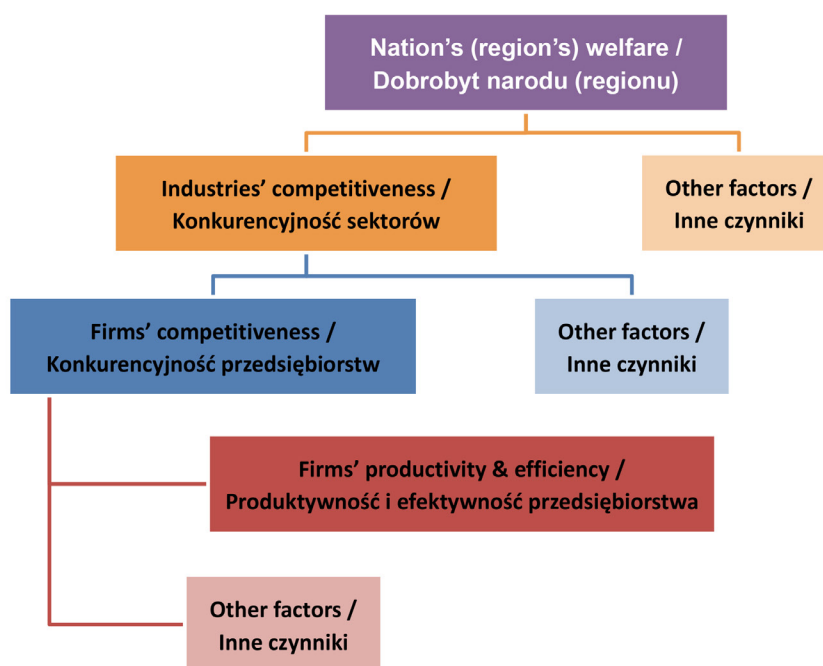
Według Jansika i in. (2014) konkurencyjność jest jednym z najbardziej popularnych terminów w literaturze ekonomicznej i biznesowej. Jednakże, pomimo

measurement. It may be assessed at the macro-, meso-, and microeconomic levels (Hatzichronologou, 1996; Latruffe, 2010). Fischer and Schornberg (2007), Latruffe (2010), and Wijnands et al. (2008) claim that productivity/efficiency is a crucial determinant of competitiveness—see Figure 1. However, few authors link productivity/efficiency measurement with competitiveness assessment in the agri-food sector (e.g., Ball et al., 2010; Hallam & Machado, 1996; Jansik et al. 2014; Latruffe, 2010; Zhu et al., 2008). “In general, productivity and efficiency are calculated per se without referring explicitly to competitiveness” (Latruffe, 2010, p. 44).

szerokiego zainteresowania konkurencyjnością, nie ma zgody co do jej definicji lub dokładnych metod pomiaru. Konkurencyjność może być oceniana na poziomie makroekonomicznym, mezoekonomicznym i mikroekonomicznym (Hatzichronologou, 1996; Latruffe, 2010). Fischer i Schornberg (2007), Latruffe (2010) oraz Wijnands i in. (2008) twierdzą, że produktywność/efektywność jest kluczowym wyznacznikiem konkurencyjności – por. rysunek 1. Jednak niewielu autorów łączy pomiar produktywności/efektywności z oceną konkurencyjności w sektorze rolno-spożywczym (np. Ball i in., 2010; Hallam i Machado, 1996; Jansik i in., 2014; Latruffe, 2010; Zhu i in., 2008). Ogólnie rzecz biorąc, produktywność i efektywność są obliczane same w sobie, bez wyraźnego odniesienia do konkurencyjności (Latruffe, 2010).

Figure 1. Competitiveness, productivity and efficiency and the social welfare

Rysunek 1. Produktywność i efektywność a konkurencyjność i dobrobyt społeczny



Source: authors' own adaptation based on Latruffe (2010, p. 6).
Źródło: opracowanie własne na podstawie: Latruffe (2010).

The aim of the paper is twofold. Firstly, the paper assesses the productivity and efficiency of dairy cooperatives in Poland and how these features evolved over time. Secondly, it examines whether and to what extent productivity and efficiency determine the competitiveness of entities under the study. As an empirical illustration, we use a dataset on dairy cooperatives operating in Poland. The authors made an attempt to answer the following research questions:

W niniejszym artykule wyznaczono dwa cele. Po pierwsze, dokonano oceny produktywności i efektywności spółdzielni mleczarskich w Polsce oraz zmiany tych cech w czasie. Po drugie, zbadano, czy i w jakim stopniu produktywność i efektywność determinują konkurencyjność wybranych podmiotów. Jako ilustrację empiryczną wykorzystano zbiór danych dotyczących spółdzielni mleczarskich działających w Polsce. Autorzy podjęli próbę odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

1. How productive (as measured by partial factor productivities) are Polish dairy cooperatives and how did their productiveness change over the 2010–2019 decade?
2. How effective (as measured holistically for all factors at once) are Polish dairy cooperatives and how did their effectiveness change from 2010–2019?
3. Whether and to what extent do productivity and efficiency of dairy cooperatives determine their competitiveness?

Literature Review

Competitiveness

Competitiveness refers to the ability to generate benefits in the face of competition and can be assessed at various levels, such as nations, regions, industries, and companies (see Hatzichronologou, 1996)—Figure 1. This paper relates to the micro level. The competitiveness of a firm could be defined as the ability to withstand competition while maintaining and expanding its market share and making profits (Nowakowski, 2000). The etymology of the word “competitiveness” draws out attention to the word “competition” which refers to the pursuit of more favorable offers by market participants (Kamerschen et al., 1992). Therefore, competitiveness is the ability to design, produce, and sell goods with more attractive prices, quality, and features than those offered by competitors (Flejterski, 1984). According to Latruffe (2010), competitiveness is also the ability to sell products that meet demand requirements while ensuring long-term profitability.

Pietrzak (2002) defines competitiveness as the economically feasible ability to offer goods and services which are less expensive and/or better than those of competitors. The competitiveness of the offer of a company can be thus presented as a ratio:

$$C = \frac{V}{P}$$

where: C denotes competitiveness, V – value for the buyer of the unit of good, P – price of the unit of product or service.

With the assumption of economic feasibility in mind (which means that the advantage should not be achieved by draining the firm’s resources and the firm’s long-term viability should not be compromised) the price could be replaced by the average

1. Jak produktywne (mierząc za pomocą wskaźników produktywności cząstkowej) są polskie spółdzielnie mleczarskie i jak zmieniała się ich produktywność na przestrzeni dekady 2010–2019?
2. Jak efektywne (mierząc całościowo dla wszystkich czynników produkcji łącznie) są polskie spółdzielnie mleczarskie i jak zmieniała się ich efektywność w okresie 2010–2019?
3. Czy i w jakim stopniu produktywność i efektywność spółdzielni mleczarskich decydują o ich konkurencyjności?

Przegląd literatury

Konkurencyjność

Konkurencyjność odnosi się do zdolności do generowania korzyści w obliczu konkurencji i może być oceniana na różnych poziomach, takich jak narody, regiony, branże i firmy (por. Hatzichronologou, 1996) – rysunek 1. W tym artykule omówiono poziom mikro. Konkurencyjność firmy można zdefiniować jako zdolność do przeciwstawienia się konkurencji przy jednoczesnym utrzymaniu i zwiększaniu udziału w rynku oraz osiągnięciu zysków (Nowakowski, 2000). Etymologia słowa „konkurencyjność” kieruje uwagę na pojęcie „konkurencji”, w ramach której uczestnicy rynku, dążąc do realizacji swoich interesów, starają się przedstawić oferty korzystniejsze od innych, wpływając na decyzje nabywców o zawarciu transakcji (Kamerschen i in., 1992). Zatem konkurencyjność to zdolność do projektowania, produkcji i sprzedaży dóbr, których ceny, jakość i inne cechy są bardziej atrakcyjne niż odpowiadające im atrybuty ofert konkurentów (Flejterski, 1984). Według Latruffe (2010) konkurencyjność to zdolność do sprzedaży produktów spełniających wymagania popytu przy jednoczesnym zapewnieniu długoterminowej rentowności.

Pietrzak (2002) definiuje konkurencyjność jako ekonomicznie wykonalną zdolność do oferowania dóbr i usług, które są tańsze i/lub lepsze niż te oferowane przez konkurentów. Konkurencyjność oferty firmy można zatem przedstawić jako stosunek:

gdzie: C oznacza konkurencyjność, V – wartość dla nabywcy jednostki dobra, P – cenę jednostki produktu lub usługi.

Przy założeniu ekonomicznej wykonalności (co oznacza, że przewaga nie powinna być osiągnięta poprzez drenaż zasobów firmy, a długoterminowa rentowność firmy nie powinna być zagrożona) cenę w powyższej relacji można zastąpić średnim kosztem

total cost— ATC (unit cost), and the competitiveness will be the following (Pietrzak, 2002):

$$C = \frac{V}{ATC}$$

Value for the buyer (V) represents his/her willingness to pay. If $V > P$, a consumer surplus is possible, which is necessary to attract customers. If $ATC < P$, a producer surplus is possible. In the case of flat demand curves, the surplus is achievable if the producer has lower costs than the marginal producer. In the case of downward-sloping demand curves, a surplus is possible due to the specific qualities offered by the producer. Pietrzak (2006, 2022) notes that for farmers' cooperatives, which are not profit-oriented, there is a trade-off between profit and revenue increase. This is an essential issue regarding the specifics of farmers' cooperatives, which are not profit-oriented. This issue will be addressed in the methodology chapter.

Consequently, competitiveness can be derived from two sources: improving productivity and efficiency, and better satisfying customers' expectations (Skalik, 2005). According to Figure 1, a firm's competitiveness is determined by its productivity, efficiency, and other factors such as quality, customer satisfaction, and the environment. However, the analysis in this paper will focus on productivity and efficiency as determinants of competitiveness, as shown in Figure 2.

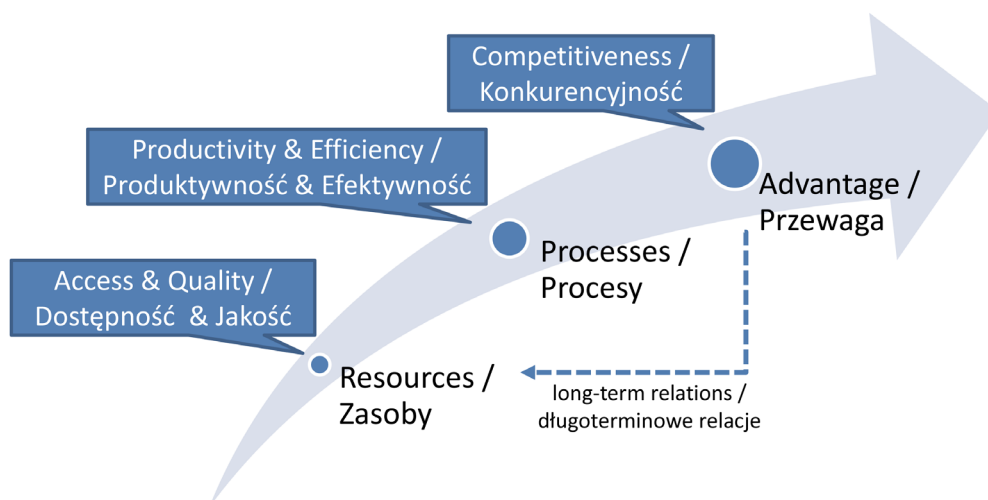
całkowitym – ATC (kosztem jednostkowym), a konkurencyjność można wówczas wyrazić następująco (Pietrzak, 2002):

Wartość dla kupującego (V) reprezentuje jego gotowość do zapłaty. Jeśli $V > P$, możliwa jest nadwyżka konsumenta, niezbędna do przyciągnięcia klientów. Jeśli $ATC < P$, możliwa jest nadwyżka producenta. W przypadku płaskich krzywych popytu nadwyżka producenta jest osiągalna, jeśli producent ma niższe koszty niż producent krańcowy. W przypadku krzywych popytu nachylonych w dół, nadwyżka jest możliwa ze względu na szczególne cechy oferowane przez producenta. Pietrzak (2006, 2022) zauważa, że w przypadku spółdzielni rolników istnieje obszar wyboru typu *trade-off* między zyskiem a wzrostem przychodów. Kwestia dotycząca specyfiki spółdzielni rolników, które nie są zorientowane na zysk, zostanie poruszona w rozdziale metodycznym.

W związku z tym konkurencyjność może pochodzić z dwóch źródeł: poprawy produktywności i wydajności oraz lepszego zaspokajania oczekiwań klientów (Skalik, 2005). Zgodnie z rysunkiem 1 konkurencyjność firmy zależy od jej produktywności, wydajności oraz od innych czynników, takich jak np. jakość, zadowolenie klienta i cechy otoczenia. W niniejszym artykule skoncentrowano się na produktywności i efektywności jako determinantach konkurencyjności – por. rysunek 2.

Figure 2. Relations between competitiveness and productivity & efficiency

Rysunek 2. Relacje między konkurencyjnością a produktywnością i efektywnością



Source: authors' own study.
Źródło: opracowanie własne.

Productivity and Efficiency

Productivity and efficiency are often cited as indicators or measures of competitiveness (Latruffe, 2010). Concepts of productivity and efficiency have received a great deal of attention in the literature in recent years. Productivity examines the relationship between the output volume and the volume of inputs in a given production process (Coelli et al., 2005). “A general definition of productivity is the ability of production factors to produce the output. It can be simply measured as a partial productivity indicator, relating output to one input (e.g., yields or partial productivity of labour), but this does not account for the possibility of either factor substitution or output substitution” (Latruffe, 2010, p. 18). In this context, the productivity of a firm can be expressed as a ratio (Coelli et al., 2005): productivity equals output(s) divided by input(s).

The concept of productivity is closely related to the concept of efficiency. The terms productivity and efficiency are often used interchangeably, but they do not have the same meaning. Coelli et al. (2005) suggested that efficiency reflects the ability of a firm to obtain maximum output from a given set of inputs. Consequently, if the productivity growth of an enterprise is higher than that of its competitors, that firm is considered to be more efficient.

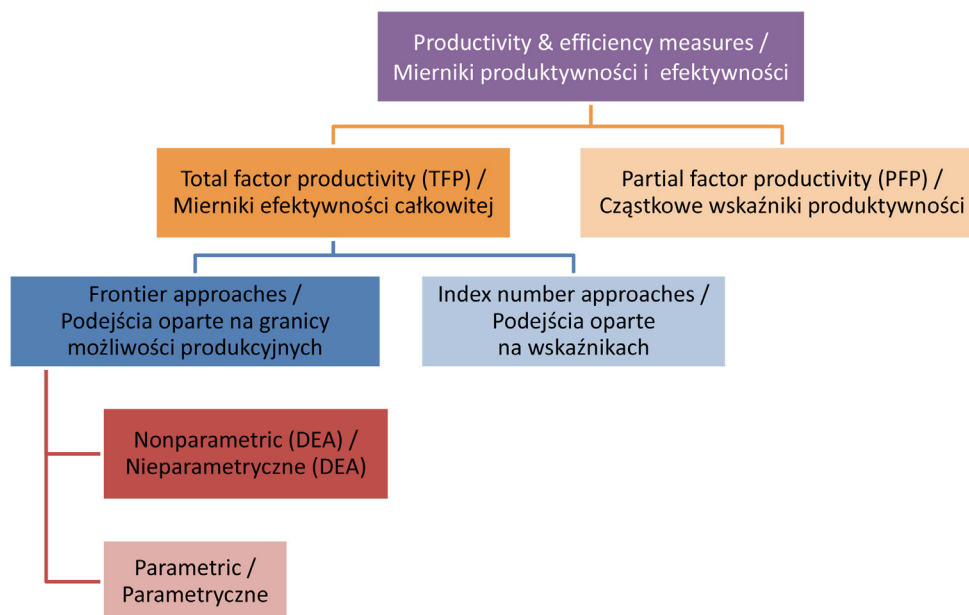
There are two types of productivity and efficiency measures: the partial factor or the total multifactor basis (Figure 3). A partial productivity measure relates output to a single input; examples include labor productivity, land productivity, capital productivity, and energy productivity (Kumbhakar, 2006). The main advantage of partial productivity measures „is the ease of calculation and interpretation, but it comes at the cost of accuracy. For instance, a high level of labour productivity can reflect high efficiency resulting from the use of a superior technology, but it can also be due to the inefficient substitution of capital for labour” (Jansik et al., 2014, p. 96). Therefore, it is necessary to compile several one-dimensional indicators or combine them into groups (Domagała, 2021).

Produktywność i efektywność

Produktywność i efektywność są często wymieniane jako oznaki lub miary konkurencyjności (Latruffe, 2010). Koncepcjom produktywności i efektywności poświęcono w ostatnich latach wiele uwagi w literaturze przedmiotu. Produktywność bada związek między wielkością produkcji a wielkością nakładów w danym procesie produkcyjnym (Coelli i in., 2005). Ogólna definicja produktywności to zdolność czynników produkcji do wytworzenia produktu. Można ją po prostu zmierzyć jako wskaźnik częściowej produktywności, odnoszący produkcję do jednego nakładu (np. wydajności lub częściowej produktywności pracy), ale nie uwzględnia to możliwości substytucji czynników produkcji lub substytucji produkcji (Latruffe, 2010). W tym kontekście produktywność firmy może być wyrażona jako stosunek (Coelli i in., 2005): produktywność równa się efektowi (efektom) produkcji podzielonemu/podzielonym przez nakład (nakłady).

Pojęcie produktywności jest ściśle związane z pojęciem efektywności. Terminy produktywność i efektywność są często używane zamiennie, ale nie mają tego samego znaczenia. Coelli i in. (2005) zasugerowali, aby przyjąć, że efektywność odzwierciedla zdolność firmy do uzyskania maksymalnej produkcji z danego zestawu nakładów. Jeśli wzrost produktywności danego przedsiębiorstwa jest wyższy niż w przypadku jego konkurentów, firma ta jest uważana za bardziej efektywną.

Istnieją dwa rodzaje miar produktywności i efektywności: cząstkowe wskaźniki produktywności oraz mierniki efektywności całkowitej (rys. 3). Cząstkowy wskaźnik produktywności odnosi produkcję do pojedynczego nakładu; przykłady obejmują produktywność pracy, produktywność ziemi, produktywność kapitału i produktywność energii (Kumbhakar, 2006). Główną zaletą cząstkowych wskaźników produktywności jest łatwość kalkulacji oraz interpretacji, ale odbywa się to kosztem dokładności. Na przykład wysoki poziom produktywności pracy może odzwierciedlać wysoką wydajność wynikającą z zastosowania doskonałej technologii, ale może być również spowodowany nieefektywną substytucją pracy kapitałem (Jansik i in., 2014). Dlatego też potrzebne jest zestawienie kilku jednowymiarowych wskaźników lub połączenie ich w grupy (Domagała, 2021).

Figure 3. Productivity and efficiency measurements**Rysunek 3. Pomiar produktywności i efektywności**

Source: authors' own study based on Jayamaha and Mula (2011).

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Jayamaha i Mula (2011).

On the other hand, total factor productivity (TFP) relates an output index to a composite index of all inputs. TFP can be measured in two ways, namely, the index number approach and the frontier approach (Coelli et al., 2005; Rogers, 1998). The most popular non-parametric approach to constructing a production frontier and measuring efficiency is data envelopment analysis (DEA). DEA is a linear mathematical programming method first originated by Charnes et al. (1978) as a reformulation of Farrell's (1957) single-output, a single-input radial measure of technical efficiency to the multiple-output and multiple-input case. Numerous empirical applications of DEA exist in many different sectors, such as education (Nazarko & Šaparauskas, 2014), healthcare (Jacobs, 2001), banking (Emrouznejad, 2003), logistics (Baran & Górecka, 2019), manufacturing (Wahab et al., 2008), and agriculture¹ (Domagała, 2021).

Jednocześnie mierniki efektywności całkowitej odnoszą wektor efektów produkcji do wektora wszystkich nakładów. Efektywność całkowitą można mierzyć na dwa sposoby, a mianowicie w ramach podejścia wskaźnikowego oraz podejścia związanego z granicznymi możliwościami produkcyjnymi (Coelli i in., 2005; Rogers, 1998). Najpopularniejszym nieparametrycznym podejściem do konstruowania granicy możliwości produkcyjnych i związanego z nią pomiaru efektywności jest metoda analizy obwiedni danych (metoda DEA). Metoda DEA (ang. *data envelopment analysis*) jest liniową metodą programowania matematycznego zapoczątkowaną przez Charnesa, Coopera i in. (1978) jako przeformułowanie radialnej miary efektywności technicznej Farrella (1957) z jednym nakładem i jednym efektem na przypadek wieloefektowy i wielonakładowy.

Liczne empiryczne zastosowania DEA istnieją w wielu różnorodnych sektorach, takich jak edukacja (Nazarko i Šaparauskas, 2014), opieka zdrowotna (Jacobs, 2001), bankowość (Emrouznejad, 2003), logistyka (Baran i Górecka, 2019), produkcja (Wahab i in., 2008) i rolnictwo¹ (Domagała, 2021).

¹ The example of the TFP index approach applied to agriculture could be an interesting study of dairy chains in Northern Europe countries conducted by Jansik et al. (2014), which is discussed later in the paper.

¹ Przykładem zastosowania mierników efektywności całkowitej w rolnictwie może być interesujące badanie łańcuchów mleczarskich w krajach Europy Północnej przeprowadzone przez Jansiką i in. (2014). Omówienie tego badania w dalszej części artykułu.

The European Commission (2009) considers productivity and efficiency as the most reliable indicators for competitiveness over the long term. Both the partial factor of productivity and efficiency measured by data envelopment analysis will be further analyzed in this text in the context of the competitiveness of dairy cooperatives in Poland.

Cooperatives in the Dairy Industry

Dairy cooperatives can be economically justified in two ways. Firstly, they can help reduce market imperfections by serving as a competitive yardstick, leading to a long-run equilibrium close to a perfectly competitive market. This countervails the market power of influential milk buyers (Royer, 1999; Schrader, 1989). Secondly, they can save on transaction costs by acting as a form of quasi-vertical integration, that minimize production and transaction costs, leading to competitive advantages of cooperatives in the dairy sector (Ollila & Nilsson, 1997; Menard, 2004; Pietrzak, 2022; Williamson, 1998).

Several authors underline a dual character of a cooperative. Hendrikse and Bijman (2002) identify two layers in the organizational configuration, i.e., a layer formed by farms being members of a co-op and the second layer constituted by the cooperative business. Nilsson et al. (2012) argue that the survival of the cooperative entails aligning with the interests of member farms and cooperative businesses. Members have a threefold relationship with their cooperatives: transaction, control, and finance (Dunn, 1988). The transaction relationship is fundamental, as farmers expect to benefit from cooperative membership by supplying milk to the cooperative business. At the same time, control and finance relationships are required to allow the cooperative to operate effectively. Members democratically decide on the business policy of a cooperative and provide the capital for the cooperative business to operate in their interest.

However, the environment of agri-food industry changes substantially by mergers and acquisitions, as well as by internalization (Hansen, 2019). The same tendencies are observable in the European dairy, where the consolidation of dairies, including cooperatives is fast. Thus, one should be aware that the real position of a rank-and-file farmer against executives of cooperative is getting weaker as the consolidation progress. The issue of the membership size and the behavioral attributes of cooperatives is discussed broadly by Pietrzak (2022).

Komisja Europejska uważa produktywność i efektywność za najbardziej wiarygodne wskaźniki konkurencyjności w perspektywie długoterminowej (European Commission [EC], 2009). Zarówno częściowy czynnik produktywności, jak i efektywność mierzona za pomocą metody DEA zostaną omówione w dalszej części tego artykułu, jako potencjalne determinanty konkurencyjności spółdzielni mleczarskich w Polsce.

Spółdzielnie w sektorze mleczarskim

W poszukiwaniu ekonomicznego uzasadnienia dla istnienia spółdzielni w sektorze mleczarskim można odwołać się do następujących argumentów. Po pierwsze, mogą one pomóc zmniejszyć niedoskonałości rynku, służąc jako tzw. konkurencyjny punkt odniesienia (ang. *competitive yardstick*), to znaczy prowadząc do długoterminowej równowagi rynkowej zbliżonej do doskonale konkurencyjnego rynku. Przeciwdziałają one wówczas sile rynkowej potężnych nabywców mleka (Royer, 1999; Schrader, 1989). Po drugie, mogą one dać oszczędność na kosztach transakcyjnych, działając jako forma quasi-pionowej integracji, która minimalizuje łączne koszty produkcyjne i transakcyjne, prowadząc w efekcie do przewagi konkurencyjnej spółdzielni (Menard, 2004; Ollila & Nilsson, 1997; Pietrzak, 2022; Williamson, 1998; Zwanenberg, 2001).

Wielu autorów podkreśla dwoisty charakter spółdzielni. Hendrikse i Bijman (2002) identyfikują dwie warstwy w ich konfiguracji organizacyjnej, tj. warstwę utworzoną przez gospodarstwa rolne należące do członków spółdzielni oraz drugą warstwę utworzoną przez przedsiębiorstwo spółdzielni. Nilsson i in. (2012) twierdzą, że przetrwanie spółdzielni wymaga dostosowania się zarówno do interesów gospodarstw członkowskich, jak i przedsiębiorstw spółdzielczych. Członkowie mają potrójną relację ze swoimi spółdzielniami: transakcyjną, nadzorczą i finansową (Dunn, 1988). Relacja transakcyjna ma fundamentalne znaczenie, ponieważ rolnicy oczekują korzyści z członkostwa w spółdzielni poprzez dostarczanie mleka do spółdzielni. Jednocześnie aby spółdzielnia mogła działać efektywnie, wymagane są relacje nadzoru i finansowania. Członkowie demokratycznie decydują o polityce biznesowej spółdzielni i zapewniają kapitał, aby spółdzielnia mogła działać w ich interesie.

Jednak otoczenie przemysłu rolno-spożywczego zmienia się znacząco w wyniku fuzji i przejęć, a także umiędzynarodowienia (Hansen, 2019). Te same tendencje można zaobserwować w europejskim mleczarstwie, gdzie konsolidacja mleczarni, w tym spółdzielni, jest szybka. Dlatego należy mieć świadomość,

Competitiveness, Productivity, and Efficiency of Dairy Cooperatives: Overview of Research Results to Date

Numerous studies in the field of competitiveness of dairies can be found in the literature. In measuring international competitiveness, researchers use export competitiveness indicators. The Polish dairy sector is a net exporter, which means that export revenues from dairy products exceed (almost twice) import expenditures (coverage ratio – CR – amounted to 189% in 2016) (Baran, 2019). The decrease in the value of the CR index since 2005 indicates a reduction in the positive balance of trade in dairy products and is due to, among other things, the increase in the intensity of intra-industry trade (as shown by the Grubel-Lloyd index) after Poland's accession to the EU. Baran (2019) analyzed the relative revealed comparative export advantage index (XRCA) and relative import penetration index (MRCA) of the Polish dairy processing between 1995 and 2016. The XRCA index in relation to the world market was above 1 and showed an increasing trend, which means that the Polish dairy has the ability to locate products in foreign markets and to develop exports. During the same period, the MRCA index also showed an increase with respect to both the world and EU markets. In addition, the relative trade advantage index (RTA) was positive with respect to both world and EU trade, which indicates the competitiveness of the Polish dairy processing. The value of the RTA index shows a downward trend after 2005, which may indicate a deterioration of the competitive situation in the trade of Polish dairy products. Such a situation may be due to intensifying competitive pressure from producers and exporters from countries with lower production costs, such as Australia, New Zealand, or some South American countries (Baran, 2019). Szczubełek (2019) assessed the prospects for further growth in the competitiveness of the Polish dairy industry in selected EU countries. The Polish dairy industry was compared to international markets concerning the quality of raw material supplies, the worth and structure of the production of dairy products, labor efficiency, and production concentration.

Jansik et al. (2014) conducted a study of the competitiveness of dairy chains (comprising of dairy farms and milk processors) in eight Northern Europe

że rzeczywista pozycja szeregowego rolnika wobec kierownictwa spółdzielni słabnie wraz z postępowaniem konsolidacji. Kwestia wielkości członkostwa i atrybutów behawioralnych spółdzielni została szeroko omówiona u Pietrzaka (2022).

Konkurencyjność, wydajność i efektywność spółdzielni mleczarskich – przegląd dotychczasowych wyników badań

W literaturze można znaleźć wiele badań dotyczących konkurencyjności sektora mleczarskiego. Do pomiaru konkurencyjności międzynarodowej badacze wykorzystują wskaźniki konkurencyjności eksportowej. Polski sektor mleczarski jest eksporterem netto, co oznacza, że przychody z eksportu produktów mleczarskich przekraczają (prawie dwukrotnie) zapotrzebowania importowe (wskaźnik pokrycia CR, ang. *coverage ratio*, wyniósł 189% w 2016 r.) (Baran, 2019). Spadek wartości wskaźnika CR od 2005 r. wskazuje na zmniejszenie dodatniego salda wymiany handlowej produktami mleczarskimi i wynika m.in. ze wzrostu intensywności handlu wewnątrzgałęziowego (co potwierdza wskaźnik Grubela-Lloyda) po przystąpieniu Polski do UE. Baran (2019) przeanalizowała wskaźnik względnej ujawnionej przewagi komparatywnej w eksporcie (ang. *the export index of revealed comparative advantage, XRCA*) i wskaźnik względnej penetracji importu (ang. *the import index of revealed comparative advantage, MRCA*) polskiego przetwórstwa mleczarskiego w latach 1995–2016. Wskaźnik XRCA w odniesieniu do rynku światowego wynosił powyżej 1 i wykazywał tendencję wzrostową, co oznacza, że polskie mleczarstwo ma zdolność do lokowania produktów na rynkach zagranicznych i rozwoju eksportu. W tym samym okresie wskaźnik MRCA również wykazywał wzrost zarówno w odniesieniu do rynku światowego, jak i unijnego. Ponadto wskaźnik relatywnej przewagi handlowej (ang. *relative trade advantage, RTA*) był dodatni zarówno w odniesieniu do handlu światowego, jak i unijnego, co wskazuje na konkurencyjność polskiego przetwórstwa mleczarskiego. Wartość wskaźnika RTA wykazuje tendencję spadkową po 2005 r., co może wskazywać na pogorszenie sytuacji konkurencyjnej w handlu polskimi produktami mleczarskimi. Taka sytuacja może wynikać z nasilającej się presji konkurencyjnej ze strony producentów i eksporterów z krajów o niższych kosztach produkcji, takich jak Australia, Nowa Zelandia czy niektóre kraje Ameryki Południowej (Baran, 2019). Szczubełek (2019) ocenił perspektywy dalszego wzrostu konkurencyjności polskiego przemysłu mleczarskiego w wybranych

countries, including Poland. They employed an eclectic approach in which they used a set comprising sixteen indicators of competitiveness classified into five major groups: economic performance, productivity, foreign trade performance, growth, and innovation. In this set of indicators, they take into account partial productivity indexes as well as TFP index. As regards dairy processing in Poland, it represented a higher TFP growth among eight studied countries during the 1995–2011 period (Jansik et al., 2014). The aforementioned research assesses the international competitive position of the whole sector or at the region level. However, it should be emphasized that the study in this article is focused on the micro level (see Figure 1), hence the indicators mentioned above will not be analyzed as part of this paper.

Many researchers analyzed the efficiency and productivity in the dairy sector at the micro level. Viira et al. (2015) analyzed the competitiveness of the Estonian dairy sector from several perspectives: the competitiveness of dairy farms, the dairy processing industry, and dairy exports. Beber et al. (2021) analyzed the technical efficiency of 243 milk processors in southern Brazil according to their different organizational forms (cooperatives and investor-owned firms, IOF). They proved that the average efficiency of milk processors was 0.77, and cooperatives were more efficient than investor-owned firms. Ziętek-Kwaśniewska et al. (2022) evaluated the technical efficiency of 108 dairies in Poland in 2019. Based on the DEA method, these authors compared the technical efficiency of different organizational forms of dairies (i.e., cooperatives vs. non-cooperatives). Their findings revealed that cooperatives were less technically efficient than non-cooperatives.

On the other hand, Zuba-Ciszewska (2018) analyzed structural changes in Poland's dairy industry and assessed their impact on the efficiency of cooperatives. The researchers' main findings indicate that dairy cooperatives should strengthen vertical integration with milk producers and their position in the domestic and foreign markets. The issue of the technical efficiency of dairy cooperatives and IOFs in major European countries was also raised by Soboh et al. (2012). The results indicate that when using an approach that is more aligned with cooperatives' objectives, cooperatives' performance is better than IOFs. Baran (2007) based on DEA analyzed the efficiency of the dairy industry in Poland. The research indicated differences in the efficiency of the production scale among the dairy cooperative and IOFs between 1997 and 2005. In another

krajach UE. Polski przemysł mleczarski został porównany z rynkami międzynarodowymi pod względem jakości dostaw surowca, wartości i struktury produkcji produktów mleczarskich, wydajności pracy i koncentracji produkcji.

Jansik i in. (2014) przeprowadzili badanie konkurencyjności łańcuchów mleczarskich (obejmujących gospodarstwa mleczarskie i przetwórców mleka) w ośmiu krajach Europy Północnej, w tym w Polsce. Zastosowali ekлекtyczne podejście, w którym wykorzystali zestaw składający się z szesnastu wskaźników konkurencyjności sklasyfikowanych w pięciu głównych grupach: wyniki gospodarcze, produktywność, wyniki handlu zagranicznego, wzrost i innowacje. W tym zestawie wskaźników uwzględniono częściowe indeksy produktywności, a także indeks kompleksowy TFP (ang. *total factor productivity*). Jeśli chodzi o przetwórstwo mleka w Polsce, to reprezentowało ono przewagę w zakresie wzrostu TFP wśród ośmiu badanych krajów w latach 1995–2011 (Jansik i in., 2014). Wspomniane wyżej badania oceniały międzynarodową pozycję konkurencyjną całego sektora lub poziomu regionu. Należy jednak podkreślić, że badania w tym artykule koncentrują się na poziomie mikro (por. rys. 1), tak więc wspomniane powyżej wskaźniki nie będą analizowane w ramach tego artykułu.

Wielu badaczy analizowało wydajność i produktywność w sektorze mleczarskim na poziomie mikro. Viira i in. (2015) przeanalizowali konkurencyjność estońskiego sektora mleczarskiego z kilku perspektyw: konkurencyjności gospodarstw mleczarskich, przemysłu przetwórstwa mleczarskiego i eksportu produktów mleczarskich. Beber i in. (2021) przeanalizowali efektywność techniczną 243 przetwórców mleka w południowej Brazylii w zależności od ich różnych form organizacyjnych (spółdzielnie i firmy będące własnością inwestorów – IOF, ang. *investor-owned firms*). Wykazali oni, że średnia wydajność przetwórców mleka wynosiła 0,77, a spółdzielnie były bardziej wydajne niż firmy będące własnością inwestorów. Ziętek-Kwaśniewska i in. (2022) oceniły efektywność techniczną 108 mleczarni w Polsce w 2019 roku. Na podstawie metody DEA autorki te porównały efektywność techniczną różnych form organizacyjnych mleczarni (tj. spółdzielni i pozostałych). Ich ustalenia ujawniły, że spółdzielnie były mniej efektywne technicznie od mleczarni funkcjonujących w innych formach prawnych.

Z kolei Zuba-Ciszewska (2018) przeanalizowała zmiany strukturalne w polskim przemyśle mleczarskim i oceniła ich wpływ na efektywność spółdzielni. Główne ustalenia wskazują, że spółdzielnie mleczarskie powinny wzmocnić integrację

publication, Baran and Pietrzak (2009) indicated that the large scale of Polish dairy cooperatives led to higher labor productivity, return on assets (ROA), return on sales (ROS), and return on equity (ROE), as well as higher efficiency based on the DEA model.

The literature review allows us to conclude that there is a gap in the comprehensive research field combining competitiveness, productivity, and efficiency of dairy cooperatives. Our research fills this gap in the case of the dairy industry in Poland.

Material and Methods

There were 306 entities collecting cow milk from dairy farms in Poland in 2020, and many also process raw milk (KOWR, 2020). This number breaks down into 178 dairy cooperatives (58%) and 128 other entities. The total revenue of the dairy industry was around PLN 31 billion in 2019, while the value of raw milk sold was around PLN 16 billion (KOWR, 2020)².

To conduct an empirical analysis, the authors used financial statements published by cooperatives. The entities that are hard to classify as representing milk collection and processing technology were excluded from this group. For example, some cooperatives have a substantial proportion of revenues generated by the trade of other commodities than dairy products (cooperatives with a ratio of such items higher than 30% were excluded), others operate as hotel owners, etc. The final dataset includes 48 comparable cooperatives. Data availability dictated the study's time scope – the most current and complete data came from 2019. To assess dynamics, the study covers the whole decade. Therefore, it also uses data from 2010. The sample

² In 2019, the average Euro exchange rate set by the National Bank of Poland was PLN 4.2988.

pienową z producentami mleka oraz swoją pozycję na rynku krajowym i zagranicznym. Kwestia efektywności technicznej spółdzielni mleczarskich oraz IOF w głównych krajach europejskich została również poruszona przez Soboha i in. (2012). Badania te wskazują, że przy zastosowaniu oceny adekwatnej do celów spółdzielni wyniki spółdzielni są lepsze niż IOF. Baran (2007) na podstawie metody DEA przeanalizowała efektywność przemysłu mleczarskiego w Polsce. Badanie wykazało różnice w efektywności skali produkcji między spółdzielniami mleczarskimi a IOF w latach 1997–2005. W innej publikacji Baran i Pietrzak (2009) wskazali, że duża skala polskich spółdzielni mleczarskich wiązała się z wyższymi: wydajnością pracy, rentownością sprzedaży (ang. *return on sales*, ROS), rentownością aktywów (ang. *return on assets*, ROA), wyższą stopą zwrotu z kapitału własnego (ang. *return on equity*, ROE) oraz wyższą efektywnością całkowitą ocenioną na podstawie modelu DEA.

Przegląd literatury pozwala stwierdzić, że istnieje luka w kompleksowym polu badawczym łączącym konkurencyjność, produktywność i efektywność spółdzielni mleczarskich. W badaniach podjęto próbę wypełnienia tej luki w odniesieniu do przemysłu mleczarskiego w Polsce.

Materiał i metody

W 2020 r. w Polsce funkcjonowało 306 podmiotów skupujących mleko krowie z gospodarstw, z których wiele również przetwarzało mleko surowe (KOWR, 2020). Na liczbę tę składa się 178 spółdzielni mleczarskich (58%) i 128 innych podmiotów. Łączne przychody branży mleczarskiej w 2019 r. wyniosły około 31 mld PLN, natomiast wartość sprzedanego mleka surowego – około 16 mld PLN² (KOWR, 2021).

W celu przeprowadzenia analizy empirycznej skorzystano ze sprawozdań finansowych publikowanych przez spółdzielnie. Z próby wyłączono te podmioty, które trudno zakwalifikować jako reprezentujące technologię skupu i przetwórstwa mleka. Na przykład niektóre spółdzielnie znaczną część swoich przychodów osiągają przez handel towarami, tj. produktami innymi niż własne wyroby mleczne (wykluczono spółdzielnie z udziałem takich towarów wyższym niż 30% przychodów), inne działają jako właściciele hoteli itp. Ostateczny zestaw danych obejmuje 48 porównywalnych spółdzielni. Dostępność danych podyktowała zakres czasowy badania – najbardziej aktualne i kompletne dane pochodziły z 2019 r. Aby ocenić dynamikę, postanowiono objąć całą dekadę. Dlatego wykorzystano również dane

² W 2019 r. średni kurs EUR w NBP wyniósł 4,2988 PLN.

accounts for 48 cooperatives each year, and the set of cooperatives is the same for both years.

According to Latruffe (2010, p. 50) „there is (...) a widely held view that it [competitiveness] is a complex concept that incorporates a multitude of aspects.” Thus, one indicator is insufficient to assess the complex issue of competitiveness. Therefore, the authors assume that an assessment of competitiveness should be undertaken based on various components, and an attempt was made to create a complex measure of competitiveness using three criteria (see Table 1):

1. The general business criterion was the dynamics of the revenues from dairy products between 2010 and 2019. The cooperative is considered as competitive only if it has an index of dynamics of this revenue higher than the median, namely 127.15%. Thus, based on this criterion, we included the upper half of the cooperatives from the sample;
2. Additional criteria regarding the specificity of cooperatives:
 - a. non-negative net profits in 2010 and 2019; it is assumed that co-ops are not profit-oriented; however, the competitive cooperative should not generate any losses;
 - b. dynamics of equity between 2010 and 2019: the cooperative is regarded as competitive only if it has an index of dynamics of the equity higher than the median, namely, in this case, 125.94%. Many dairy cooperatives in Poland declare high nominal milk prices for their members instead of generating profits. Some part of the member-premium is paid in cash, and another part is often accumulated as a kind of equity. An additional form of accumulation is the more conventional one and takes on the form of retained profit. Regardless of the form, accumulating equity at a rate higher than the median is a sign of long-term competitiveness (see the dotted line in Figure 2).

z 2010 r. Próba składa się zatem z 48 spółdzielni w każdym roku, przy czym spółdzielnie w próbie są identyczne dla obydwu badanych lat.

Według Latruffe (2010) istnieje szeroko rozpowszechniony pogląd, że konkurencyjność jest złożoną koncepcją, która obejmuje wiele aspektów. Zatem jeden wskaźnik jest niewystarczający do oceny złożonego zagadnienia konkurencyjności. Idąc tym tropem założono, że ocena konkurencyjności powinna być podejmowana na podstawie różnych komponentów i podjęto próbę stworzenia kompleksowej miary konkurencyjności przy użyciu trzech kryteriów (por. tab. 1):

1. Ogólnym kryterium biznesowym jest dynamika przychodów ze sprzedaży produktów mleczarskich w latach 2010–2019. Spółdzielnia jest konkurencyjna tylko wtedy, jeśli odnotowuje ona indeks dynamiki tych przychodów wyższy od mediany dla tego okresu, czyli powyżej 127,15%. Tak więc, na podstawie tego kryterium, włączono do próby górną połowę spółdzielni o najwyższej dynamice sprzedaży produktów mleczarskich.
2. Dodatkowe kryteria dotyczące specyfiki spółdzielni, to:
 - a) nieujemne zyski netto w 2010 i 2019 r. Założono, że spółdzielnie nie są zorientowane na zysk, jednak konkurencyjna spółdzielnia nie powinna generować żadnych strat;
 - b) dynamika kapitału własnego w latach 2010–2019. Spółdzielnia jest konkurencyjna tylko wtedy, jeśli odnotowuje ona indeks dynamiki kapitału własnego wyższy od mediany, czyli w tym przypadku powyżej 125,94%. Wiele spółdzielni mleczarskich w Polsce deklaruje wyższe nominalne ceny mleka dla swoich członków jako substytutów generowania wyższego zysku. Typowo część premii członkowskiej (tj. nadwyżki ceny nominalnej ponad cenę płaconą rolnikom na bieżąco) jest wypłacana w gotówce, zaś część jest akumulowana jako forma kapitału własnego (fundusz udziałowy). Inny rodzaj akumulacji jest bardziej konwencjonalny i przybiera po prostu formę zysku zatrzymanego w przedsiębiorstwie spółdzielczym. Niezależnie od przyjętego rozwiązania, akumulacja kapitału własnego w tempie wyższym niż mediana jest oznaką długoterminowej konkurencyjności (por. linia przerywana na rys. 2).

Table 1. The selection of groups of competitive and uncompetitive cooperatives according to the adopted criteria**Tabela 1. Grupy spółdzielni konkurencyjnych i niekonkurencyjnych według przyjętych kryteriów**

Dynamics of / Dynamika			Net profit / Zysk netto	
			non-negative / nieujemny	others / ujemny
Revenues / Przychody	above average / powyżej średniej	Equity / Kapitał własny	above average / powyżej średniej	competitive (n = 19) / konkurencyjne spółdzielnie (n = 19)
			below average / poniżej średniej	
	below average / poniżej średniej	Equity / Kapitał własny	above average / powyżej średniej	uncompetitive (n = 29) / niekonkurencyjne spółdzielnie (n = 29)
			below average / poniżej średniej	

Source: authors' own elaboration.

Źródło: opracowanie własne.

The productivity of dairy cooperatives was evaluated using the measures of partial productivity. The authors calculated and analyzed indicators such as sales per amortization, sales per labor cost, sales per services cost, and sales per materials and energy cost.

The efficiency of cooperatives was evaluated using non-parametric methods – data envelopment analysis (DEA). The DEA model can be input- or output-oriented. The DEA models may also be categorized based on the type of returns to scale. Accordingly, the following models are distinguished: the CCR model proposed by Charnes, Cooper, Rhodes (Charnes et al., 1978), which provides for constant returns to scale, and the BCC model provides for a variable return to scale proposed by Banker, Charnes, and Cooper (1984).

In this study, the authors used the DEA–CCR output-oriented model. This model is formed for evaluating the efficiency of decision making units (DMUs), namely dairy cooperatives. Suppose there are n DMUs, ($j = 1, 2, \dots, n$) and each of DMU consumes the amounts $x_j = [x_{ij}]$ of m inputs ($i = 1, 2, \dots, m$) and will produce the amounts $y_j = [y_{rj}]$ of s outputs ($r = 1, 2, \dots, s$) $x_j \geq 0_m$, $x_j \neq 0_m$, $y_j \neq 0_s$. Then the DEA–CCR model is defined as follows (Cooper et al., 2007):

Produktywność spółdzielni mleczarskich została oceniona przy użyciu mierników produktywności cząstkowej. Uwzględniono takie wskaźniki, jak: wartość przychodów w relacji do kosztów amortyzacji, wartość przychodów w relacji do kosztów wynagrodzeń wraz z narzutami, wartość przychodów w relacji do kosztów usług oraz wartość przychodów w relacji do kosztów materiałów i energii.

Efektywność spółdzielni została oceniona przy użyciu metody nieparametrycznej – opartej na analizie obwiedni danych (DEA). Model DEA może być zorientowany na nakłady lub efekty. Modele DEA można również skategoryzować w kierunku uwzględnienia korzyści skali. W związku z tym wyróżnia się następujące modele: model CCR zaproponowany przez Charnesa, Coopera i Rhodesa (Charnes i in., 1978), który przewiduje stałe korzyści skali, oraz model BCC przewidujący zmienne korzyści skali zaproponowany przez Bankera, Charnesa i Coopera (Banker i in., 1984).

W niniejszym badaniu autorzy wykorzystali model DEA–CCR zorientowany na maksymalizację efektów. Model ten został wykorzystywany do oceny efektywności jednostek decyzyjnych (ang. *decision making units, DMU*), czyli spółdzielni mleczarskich. Jeżeli istnieje n DMU ($j = 1, 2, \dots, n$) i każda z DMU zużywa określoną liczbę $x_j = [x_{ij}]$ z m nakładów ($i = 1, 2, \dots, m$) i wyprodukuje określoną ilość $y_j = [y_{rj}]$ z s efektów ($r = 1, 2, \dots, s$) i jeśli $x_j \geq 0_m$, $x_j \neq 0_m$, $y_j \neq 0_s$, wówczas model DEA–CCR definiuje się następująco (Cooper i in., 2007):

$$\max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (1)$$

Subject to:

Przy założeniu:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad (j = 1, \dots, n)$$

where:

m – is the quantity of inputs,

s – is the quantity of outputs,

u_r – is the weight to be determined for output r ,

v_i – is the weight to be determined for input i .

y_{rj} – effect size of the r -th kind ($r = 1, \dots, R$) at the j -th object,

x_{ij} – magnitude of input of the i -th kind ($n = 1, \dots, N$) in the j -th object; ($j = 1, \dots, J$).

gdzie:

m – liczba nakładów,

s – liczba efektów,

u_r – wagi określające ważność poszczególnych efektów,

v_i – wagi określające ważność poszczególnych nakładów,

y_{rj} – wielkość efektu r -tego rodzaju ($r = 1, \dots, R$) w obiekcie j -tym,

x_{ij} – wielkość nakładu i -tego rodzaju ($n = 1, \dots, N$) w obiekcie j -tym; ($j = 1, \dots, J$).

The relative efficiency of any decision-making unit is defined as a ratio of the weighted sums of their outputs (virtual output) and the weighted sums of their inputs (virtual input). The quotient of synthetic output and synthetic input is an objective function, which is then solved in linear programming. DMUs are efficient if their efficiency index equals 1, which means (in the case of the model focused on output maximization) that it is impossible to generate more outputs from the available set of inputs (Cooper et al., 2007). Inefficient units have a value DEA score of less than 1.

In the conducted research, four variables were selected as the inputs (x_1 – x_4) and one variable as the output (y_1).³ Statistical measures of selected output and input variables were presented in Table 2. For calculating the DEA method, DEA ProSolver 14 was used.

Względna efektywność każdej jednostki decyzyjnej jest definiowana jako stosunek ważonych sum ich efektów (wirtualnych wyników) i ważonych sum ich nakładów (wirtualnych nakładów). Iloraz syntetycznego wyniku i syntetycznego nakładu jest funkcją celu, która jest następnie rozwiązywana w programowaniu liniowym. Jednostki decyzyjne (DMU) są efektywne, jeśli ich wskaźnik efektywności jest równy 1, co oznacza (w przypadku przyjętego w badaniu modelu skoncentrowanego na maksymalizacji wyników), że niemożliwe jest wygenerowanie większej liczby efektów z dostępnego zestawu nakładów (Cooper i in., 2007). Nieefektywne jednostki mają wartość DEA mniejszą niż 1.

W przeprowadzonym badaniu wybrano cztery zmienne jako nakłady (x_1 – x_4) oraz jedną zmienną jako wynik produkcyjny (y_1).³ Podstawowe statystyki dla wybranych zmiennych przedstawiono w tabeli 2. Do obliczeń metodą DEA wykorzystano program DEA ProSolver 14.

³ Productivity indicators ideally should be calculated based on volume data rather than on monetary values. Prices of various inputs and outputs can vary at different rates over time, potentially leading to biased results when calculating productivity using nominal prices. For micro-level calculations the use of a single deflator, as often done in macro- or sector-level analyses, would be questionable due to regional price differences in various input markets (such as labor market) and output markets (markets for some dairy products are still local). The authors decided to use nominal monetary values in their calculations due to the lack of volume data while acknowledging the limitations of this approach. The authors would like to thank the anonymous reviewer for bringing this issue to our attention.

³ Wskaźniki produktywności powinny być obliczane na podstawie danych ilościowych, a nie wartości pieniężnych. Ceny różnych nakładów i wyników mogą zmieniać się w różnym tempie w czasie, potencjalnie prowadząc do zaburzonych wyników przy obliczaniu produktywności z wykorzystaniem cen nominalnych. W przypadku obliczeń na poziomie mikro zastosowanie pojedynczego deflatora, jak to często ma miejsce w analizach na poziomie makro lub sektorowym, byłoby wątpliwe ze względu na regionalne różnice cen na różnych rynkach nakładów (takich jak rynek pracy) i rynkach produktów (rynki niektórych produktów mlecznych są nadal lokalne). Zdecydowano się na użycie nominalnych wartości pieniężnych w obliczeniach ze względu na brak danych dotyczących wolumenu, jednocześnie uznając ograniczenia tego podejścia. Autorzy chcieliby podziękować anonimowemu recenzentowi za zwrócenie uwagi na tę kwestię.

Table 2. Statistical measures of selected output and input variables**Tabela 2. Miary statystyczne uwzględnionych nakładów i efektów**

	Inputs and outputs (variable) / Nakłady i efekty (zmienne)	Unit / Jednostki	Max. / Maks.	Min. / Min.	Mean / Średnia	Standard deviation / Odch. st.
x_1 –	cost of labor (remuneration) / koszty pracy (wynagrodzenia)	mIn PLN	336	0.5	22	56
x_2 –	costs of services ^a / koszty usług obcych ^a	mIn PLN	332	0.1	17	61
x_3 –	costs of energy and materials consumption / koszty zużycia energii i materiałów	mIn PLN	4060	2	246	742
x_4 –	cost of capital (amortization) / koszty nakładów kapitałowych (amortyzacja)	mIn PLN	97	0.008	6	18
y_1 –	net revenues from sales and equated with them / przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi	mIn PLN	5182	3	311	941

^a Dairy cooperatives broadly use outsourcing, e.g., transport during the collection of milk. Therefore, apart from labor costs, the costs of external services were also included as input. / Spółdzielnie mleczarskie dość powszechnie korzystają z outsourcingu, np. transportu podczas odbioru mleka. Dlatego też, oprócz kosztów pracy, koszty usług zewnętrznych zostały również uwzględnione jako nakłady.

Source: authors' own elaboration.

Źródło: opracowanie własne.

Results and Discussion

The results regarding partial productivity indicators are presented in Table 3. The main categories of operating costs are taken into account as inputs, namely: amortization (cost of capital), remuneration and social security (cost of labor), services (in some sense the cost of capital and labor rented outside from the firm), cost of materials and energy. On the other hand, the total revenues (sales) are taken as output.

There was a substantial increase in capital input productivity (measured by sales per amortization) in the analyzed decade. The rise in a mean is biased by an extremely high maximum (due to very low amortization according to highly depreciated property). Nevertheless, regarding the median and other quartiles, the increase in this partial productivity index is undoubted. The productivity of labor (as measured by sales per remuneration and security) decreased between 2010 and 2019. In the productivity of services and materials, and energy, no substantial changes were noted (see Table 3).

Wyniki i dyskusja

Wyniki dotyczące wskaźników produktywności cząstkowej przedstawiono w tabeli 4. Jako nakłady uwzględniono główne kategorie kosztów operacyjnych, a mianowicie: amortyzację (koszt kapitału), wynagrodzenia i ubezpieczenia społeczne (koszt pracy), usługi obce (w pewnym sensie reprezentują one koszt kapitału i pracy wynajmowanych na zewnątrz przedsiębiorstwa spółdzielczego), koszty materiałów i energii. Z kolei za efekt produkcyjny przyjęto przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi.

W analizowanej dekadzie nastąpił istotny wzrost produktywności nakładów kapitałowych (mierzonej przychodami do amortyzacji). Ocena za pomocą średniej jest jednak zakłócona przez wyjątkowo wysokie maksimum (ze względu na bardzo niską amortyzację w jednej ze spółdzielni – skutek bardzo zdekapitalizowanego majątku trwałego). Oceniany za pomocą mediany i pozostałych kwartyli wzrost tego wskaźnika produktywności cząstkowej nie budzi już jednak wątpliwości. Produktywność pracy (mierzona przychodami do kosztów wynagrodzeń i ubezpieczeń społecznych) zmniejszyła się w latach 2010–2019. W produktywności usług obcych oraz materiałów i energii nie odnotowano istotnych zmian (por. tab. 3).

Table 3. Partial productivity of cooperatives in the sample between 2010 and 2019 (n = 48 per year)
Tabela 3. Produktywność cząstkowa spółdzielni w latach 2010 i 2019 (n = 48 na rok)

Indicator / Wskaźnik	Year / Rok	Mean / Średnia	Median / Mediana	Min. / Min.	Max. / Maks.	Q1/ Kw. I	Q3/ Kw. III
Productivity of capital expenditures (sales per amortization) / Produktywność nakładów kapitałowych (przychody do amortyzacji)	2010	56.32	45.29	14.13	231.60	37.31	64.78
	2019	130.78	57.55	20.93	1534.41	49.46	107.53
Labor productivity (sales per labor cost) / Produktywność pracy (przychody do kosztów pracy)	2010	10.34	8.76	5.01	23.95	7.48	11.43
	2019	9.60	7.81	3.95	35.26	6.35	11.22
Productivity of services (sales per services cost) / Produktywność usług obcych (przychody do kosztów usług obcych)	2010	27.15	22.23	9.12	103.33	15.34	33.04
	2019	28.27	21.72	10.49	108.59	17.80	32.66
Productivity of materials and energy (sales per materials and energy cost) / Produktywność materiałów i energii (przychody do kosztów materiałów i energii)	2010	1.38	1.35	1.16	1.92	1.27	1.45
	2019	1.35	1.30	1.10	1.95	1.24	1.42

Source: authors' own calculation based on financial statements of the cooperatives under consideration.
 Źródło: obliczenia własne na podstawie sprawozdań finansowych badanych spółdzielni.

At the next stage of the study, the authors split these findings into two groups (competitive cooperatives versus the other ones). Table 4 presents the results of this procedure for 2010 and 2019. Surprisingly at first glance⁴, the productivity index of capital costs (amortization) is higher in the uncompetitive group than in the competitive cooperatives in both years in the analyzed period. At the same time, the difference is even higher in 2019 than in 2010. On the other hand, as one could expect, labor productivity (as measured by sales per wages, salaries and security) is higher in competitive cooperatives.

The advantage of competitive cooperatives is also observed in the productivity of services cost (with the exception of arithmetic mean in 2010, which is, however, biased by maximum value). In 2019, even though the maximum value noted a similar bias, the advantage of competitive cooperatives is observed in all statistical measures. Conversely, regarding the productivity of materials and energy, the uncompetitive group is better than the competitive one (see Table 4).

Na kolejnym etapie analizy dokonano podziału badanych spółdzielni na dwie grupy (spółdzielnie konkurencyjne oraz niekonkurencyjne – według kryteriów z tab. 1). Tabela 4 przedstawia wyniki tej procedury dla roku 2010 i 2019. Co zaskakujące, wskaźnik produktywności kosztów kapitału (amortyzacji) jest wyższy w grupie niekonkurencyjnej niż w spółdzielniach konkurencyjnych w obu badanych latach⁴. Jednocześnie w 2019 r. różnica ta jest jeszcze wyższa niż w 2010 roku. Z kolei, jak można było się spodziewać, wydajność pracy jest wyższa w spółdzielniach konkurencyjnych.

Przewagę spółdzielni konkurencyjnych obserwuje się również w przeciętnej produktywności kosztów usług. Wyjątek stanowi w tym względzie średnia arytmetyczna z 2010 r., nieco wyższa w grupie spółdzielni niekonkurencyjnych, ale wiąże się to z dużym wpływem obeserwacji skrajnej (wysokie maksimum) – stąd też większa miarodajność mediany. W 2019 r., pomimo bardzo wysokiego maksimum, przewaga konkurencyjnych spółdzielni jest znaczna, zauważalna w przekroju wszystkich miar tendencji centralnej. Natomiast w zakresie produktywności materiałów i energii grupa niekonkurencyjna jest lepsza od grupy spółdzielni konkurencyjnych (por. tab. 4).

⁴ We will refer to this issue in the discussion section.

⁴ Zostanie to omówione w dalszej części artykułu.

Table 4. Partial productivity of cooperatives in the sample regarding competitiveness in the 2010 and 2019 ($n_{nc} = 29, n_c = 19$)**Tabela 4. Produktywność cząstkowa spółdzielni z uwzględnieniem ich konkurencyjności w roku 2010 i 2019 ($n_{nk} = 29, n_k = 19$)**

Indicator / Wskaźnik	Year / Rok	Competitive? / Konkurencyjne?	Mean / Średnia	Median / Mediana	Min. / Min.	Max. / Maks.	Q1 / Kw. I	Q3 / Kw. III
Productivity of capital expenditures / Produktywność nakładów kapitałowych	2010	Not / Nie	62.54	46.04	15.85	231.60	38.61	66.73
		Yes / Tak	46.82	45.21	14.13	74.96	36.01	59.01
	2019	Not / Nie	178.66	79.46	20.93	534.41	51.40	144.68
		Yes / Tak	57.70	53.80	34.14	146.11	41.05	63.04
Labor productivity / Produktywność pracy	2010	Not / Nie	8.71	7.93	5.01	17.04	6.64	10.96
		Yes / Tak	12.82	11.09	5.40	23.95	8.31	18.18
	2019	Not / Nie	8.17	7.01	3.95	35.26	6.21	8.43
		Yes / Tak	11.77	12.15	4.69	19.66	8.01	15.73
Productivity of services / Produktywność usług obcych	2010	Not / Nie	27.92	21.77	9.42	103.33	15.24	30.62
		Yes / Tak	25.99	24.49	9.12	59.12	15.67	34.45
	2019	Not / Nie	26.87	21.70	10.49	108.59	19.73	29.02
		Yes / Tak	30.41	24.02	10.49	78.47	15.71	36.99
Productivity of materials and energy / Produktywność materiałów i energii	2010	Not / Nie	1.40	1.38	1.16	1.75	1.27	1.51
		Yes / Tak	1.35	1.33	1.19	1.92	1.27	1.38
	2019	Not / Nie	1.36	1.35	1.10	1.73	1.27	1.44
		Yes / Tak	1.33	1.26	1.10	1.95	1.22	1.33

Source: authors' own calculation based on financial statements of the cooperatives under consideration.

Źródło: obliczenia własne na podstawie sprawozdań finansowych badanych spółdzielni.

Table 5. Competitiveness versus partial productivity indicators – the *t*-test of the difference between two groups' means in 2010 and 2019**Tabela 5. Wskaźniki konkurencyjności versus wskaźniki produktywności cząstkowej – test *t* na różnice średnich dwóch grup spółdzielni w 2010 i 2019 r.**

Indicator / Wskaźnik	Year / Rok	Uncompetitive ($n = 29$) / Niekonkurencyjne ($n = 29$)	Competitive ($n = 19$) / Konkurencyjne ($n = 19$)	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Productivity of capital expenditures / Produktywność nakładów kapitałowych	2010	62.54	46.82	1.33	46	0.19
	2019	178.66	57.70	1.76	46	0.09
Labor productivity / Produktywność pracy	2010	8.71	12.82	-3.39	46	0.00 ^b
	2019	8.17	11.77	-2.31	46	0.03 ^a
Productivity of services / Produktywność usług obcych	2010	27.92	25.99	0.36	46	0.72
	2019	26.87	30.41	-0.66	46	0.51
Productivity of materials and energy / Produktywność materiałów i energii	2010	1.40	1.35	0.99	46	0.33
	2019	1.36	1.33	0.54	46	0.59

The red color denotes statistical significance for the confidence level $\alpha = 0.1$. Additionally ^a denotes the confidence level $\alpha = 0.05$ and ^b denotes the confidence level $\alpha = 0.01$. / Kolor czerwony oznacza istotność statystyczną dla poziomu ufności $\alpha = 0,1$. Dodatkowo ^a oznacza poziom ufności $\alpha = 0,05$; ^b oznacza poziom ufności $\alpha = 0,01$.

Source: authors' own calculation based on financial statements of the cooperatives under consideration.

Źródło: obliczenia własne na podstawie sprawozdań finansowych badanych spółdzielni.

Table 5 presents the results for testing the statistical significance of the above-mentioned differences. In 2010, only the difference in sales per labor cost in favor of a competitive group of cooperatives is statistically significant at the confidence level $\alpha = 0.01$. The same difference in 2019 is also statistically significant at the confidence level $\alpha = 0.05$. Additionally, for this year, the difference in sales per capital cost (amortization) in favor of the uncompetitive group of cooperatives is statistically significant at the confidence level $\alpha = 0.1$.

However, one should make one assertion here. The differences in partial productivity indicators noticed in Table 4 remain valid until one regard only the sample as such. This is quite a substantial part of the dairy industry, which accounts for two-thirds of sales of all cooperatives from this sector. The statistical significance is only important if we want to generalize the results to the whole cooperatives population.

At the next stage of the study, the authors verified the relationship between efficiency and competitiveness. To do this, they first conducted DEA using the CCR output-oriented model based on data from 2010 and 2019 (Table 6). The average value of the efficiency ratio for all tested cooperatives from the dairy sector in Poland in 2019 was 0.93 and improved as compared to 2010. While comparing uncompetitive and competitive dairies, it should be noted that competitive cooperatives overall recorded an improvement in efficiency from 0.93 to 0.95 between 2010 and 2019. On the other hand, the average efficiency of uncompetitive cooperatives remained at the same level during the period under analysis. It can also be noted that the efficiency measured by the DEA method shows a slight variation between the DMUs in 2010 and 2019. The results show that 12 cooperatives were considered efficient in 2010. In 2019, the group of efficient DMUs increased to 15.

Table 7 presents results for testing the statistical significance of efficiency differences (as measured by the DEA method) between the competitive group of cooperatives and the other ones. Small differences in average efficiency were noticed in 2010 in favor of the competitive group of cooperatives. However, they are not statistically significant for the confidence level $\alpha = 0.1$ ⁵.

W tabeli 5 przedstawiono wyniki testów na istotność statystyczną wspomnianych wyżej różnic. W 2010 r. jedynie różnica w wydajności pracy pokazująca wyższość konkurencyjnej grupy spółdzielni jest statystycznie istotna na poziomie ufności $\alpha = 0,01$. Ta sama różnica w 2019 r. jest również statystycznie istotna na poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Dodatkowo dla tego roku różnica w relacji przychodów do kosztu kapitału (amortyzacji) na korzyść niekonkurencyjnej grupy spółdzielni jest statystycznie istotna na poziomie ufności $\alpha = 0,1$.

Należy w tym miejscu poczynić ważne zastrzeżenie. Dopóki autorzy ograniczają się we wnioskach do spółdzielni z próby badawczej (a jest to dość znaczna część branży mleczarskiej, która odpowiada za dwie trzecie sprzedaży wszystkich spółdzielni z tego sektora), dopóty różnice w cząstkowych wskaźnikach produktywności przedstawione w tabeli 4 pozostają aktualne. Istotność statystyczna ma znaczenie tylko wtedy, gdy zachodzi potrzeba uogólnienia wyników na całą zbiorowość spółdzielni w Polsce.

W kolejnym etapie badania zweryfikowano związek pomiędzy efektywnością a konkurencyjnością. W tym celu najpierw przeprowadzono analizę DEA z wykorzystaniem modelu CCR zorientowanego na wyniki na podstawie danych z 2010 i 2019 r. (tab. 6). Średnia wartość wskaźnika efektywności dla wszystkich badanych spółdzielni z sektora mleczarskiego w Polsce w 2019 r. wyniosła 0,93 i uległa poprawie w porównaniu z rokiem 2010. Porównując mleczarnie niekonkurencyjne i konkurencyjne, należy zauważyć, że spółdzielnie konkurencyjne ogółem są bardziej efektywne oraz odnotowały poprawę efektywności z 0,93 do 0,95 w latach 2010–2019. Jednakże średnia efektywność niekonkurencyjnych spółdzielni pozostała na tym samym poziomie w analizowanym okresie. Można również zauważyć, że efektywność mierzona metodą DEA wykazuje niewielkie zróżnicowanie pomiędzy DMU w latach 2010 i 2019. Wyniki pokazują, że w 2010 r. za efektywne uznano 12 spółdzielni. W 2019 r. grupa efektywnych DMU wzrosła do 15.

W tabeli 7 przedstawiono wyniki badania statystycznej istotności różnic efektywności (mierzonej metodą DEA) między konkurencyjną grupą spółdzielni a pozostałymi. Zauważono niewielkie różnice w średniej efektywności w 2010 r. na korzyść konkurencyjnej grupy spółdzielni. Nie są one jednak istotne statystycznie dla poziomu ufności $\alpha = 0,1$ ⁵.

⁵ As previously stressed, the efficiency differences remain valid until one regard only the sample as such. This sample accounts for the two third of all cooperatives' market share in the Polish dairy sector. The statistical significance is only important if there is a need to generalize the results obtained on the whole cooperatives population in Poland.

⁵ Jak już wcześniej podkreślono, różnice w efektywności pozostają ważne, dopóki bierze się pod uwagę tylko próbę jako taką. Próba ta stanowi dwie trzecie udziału rynkowego wszystkich spółdzielni w polskim sektorze mleczarskim. Istotność statystyczna jest ważna tylko wtedy, gdy zachodzi potrzeba, by uogólnić wyniki uzyskane dla całej populacji spółdzielni w Polsce.

Table 6. The efficiency of cooperatives according to DEA between 2010 and 2019 ($n = 48$ per year)Tabela 6. Efektywność spółdzielni według metody DEA w latach 2010 i 2019 ($n = 48$ na rok)

Cooperatives (DMU) / Spółdzielnie (DMU)	2019		2010	
	Score / Wskaźnik efektywności DEA	Rank / Miejsce w rankingu	Score / Wskaźnik efektywności DEA	Rank / Miejsce w rankingu
C 1 / S 1	1.00	1	1.00	1
C 2 / S 2	1.00	1	1.00	1
C 3 / S 3	1.00	1	0.90	28
C 4 / S 4	1.00	1	1.00	1
C 5 / S 5	1.00	1	0.96	18
C 6 / S 6	1.00	1	0.87	37
C 7 / S 7	1.00	1	0.95	21
C 8 / S 8	1.00	1	0.95	20
C 9 / S 9	1.00	1	0.98	16
C 10 / S 10	1.00	1	1.00	1
C 11 / S 11	1.00	1	1.00	1
C 12 / S 12	1.00	1	1.00	1
C 13 / S 13	1.00	1	1.00	1
C 14 / S 14	1.00	1	0.95	19
C 15 / S 15	1.00	1	1.00	1
C 16 / S 16	0.99	16	1.00	1
C 17 / S 17	0.99	17	0.97	17
C 18 / S 18	0.98	18	1.00	1
C 19 / S 19	0.97	19	0.83	44
C 20 / S 20	0.97	20	1.00	1
C 21 / S 21	0.97	21	0.89	31
C 22 / S 22	0.97	22	1.00	13
C 23 / S 23	0.97	23	0.87	35
C 24 / S 24	0.94	24	0.92	26
C 25 / S 25	0.93	25	0.88	34
C 26 / S 26	0.93	26	0.82	45
C 27 / S 27	0.92	27	0.92	24
C 28 / S 28	0.92	28	0.89	32
C 29 / S 29	0.91	29	0.98	15
C 30 / S 30	0.91	30	0.94	22
C 31 / S 31	0.91	31	0.88	33
C 32 / S 32	0.90	32	0.91	27
C 33 / S 33	0.90	33	0.87	36
C 34 / S 34	0.89	34	0.92	25
C 35 / S 35	0.88	35	0.98	14
C 36 / S 36	0.88	36	0.81	47
C 37 / S 37	0.88	37	0.89	30
C 38 / S 38	0.87	38	0.85	40
C 39 / S 39	0.86	39	0.83	43
C 40 / S 40	0.85	40	0.82	46
C 41 / S 41	0.85	41	0.93	23
C 42 / S 42	0.84	42	0.89	29
C 43 / S 43	0.83	43	0.86	38
C 44 / S 44	0.83	44	0.85	39
C 45 / S 45	0.82	45	0.84	42
C 46 / S 46	0.82	46	1.00	1
C 47 / S 47	0.77	47	0.84	41
C 48 / S 48	0.74	48	0.70	48
Mean ($n = 48$) / Średnia ($n = 48$)	0.93	–	0.92	–
Mean uncompetitive ($n = 29$) / Średnia spółdzielni niekonkurencyjnych ($n = 29$)	0.91	–	0.91	–
Mean competitive ($n = 19$) / Średnia spółdzielni konkurencyjnych ($n = 19$)	0.95	–	0.93	–

Note / objaśnienie: – denotes that mean and median cannot be calculated / – oznacza, że nie można obliczyć średniej i mediany.

Source: authors' own calculations based of financial statements of the cooperatives under consideration.

Źródło: obliczenia własne na podstawie sprawozdań finansowych badanych spółdzielni.

On the other hand, the difference in average efficiency in 2019 increased in favor of competitive cooperatives, and what is more, it is also statistically significant for the confidence level $\alpha = 0.1$.

Natomiast różnica w średniej efektywności w 2019 r. wzrosła na korzyść spółdzielni konkurencyjnych, a co więcej jest ona również statystycznie istotna dla poziomu ufności $\alpha = 0,1$.

Table 7. Competitiveness versus DEA efficiency – t-test of difference between two groups' means in 2010 and 2019

Tabela 7. Konkurencyjność a efektywność DEA – test t na różnice między średnimi dwóch grup w 2010 i 2019 r.

Year / Rok	Uncompetitive (n = 29) / Niekonkurencyjne (n = 29)	Competitive (n = 19) / Konkurencyjne (n = 19)	t	df	p
2010	0.91	0.93	-0.90	46	0.38
2019	0.91	0.95	-1.74	46	0.09

Note / objaśnienie: the red colour denotes statistical significance for the confidence level $\alpha = 0.1$. / kolor czerwony oznacza istotność statystyczną dla poziomu ufności $\alpha = 0,1$.

Source: authors' own calculations based on financial statements of the cooperatives under consideration.

Źródło: obliczenia własne na podstawie sprawozdań finansowych badanych spółdzielni.

The results presented in the study confirm that productivity and efficiency affect competitiveness at the firm's level (in our case – cooperatives), however, there are also other factors, which have an impact on competitiveness (see Figure 1). The relationship between productivity and efficiency versus competitiveness is not straightforward and not necessarily the obvious one. According to the authors, it is so because of the impact of the other factors, namely the qualitative features of market offers of cooperatives and their influence on consumer behavior and satisfaction.

The assumption that productivity and efficiency translate directly and obviously into competitiveness could be valid only if the firm is a price-taker. Under assumption that the needs and preferences of customers are heterogeneous, they will be susceptible to the various forms of product differentiation. In this case, the window of opportunity opens for the firm to impact consumer behavior through qualitative features not just by the cost/price advantage. But such a possibility will require typically more modern and sophisticated machines, equipment, and other kinds of assets.

This reasoning could serve as the explanation for the surprising differences in partial productivity of capital costs in favor of the uncompetitive group of cooperatives. Competitive cooperatives invest much more in their fixed assets accordingly to the desire to meet the more sophisticated requirements of their customers. It gives them a competitive advantage even though at the same time it makes them less effective as regards the productivity of the fixed assets. An additional explanation could be related to

Wyniki uzyskane w badaniu potwierdzają, że produktywność i efektywność wpływają na konkurencyjność na poziomie firmy (spółdzielni). Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że istnieją również inne czynniki, które mają wpływ na konkurencyjność (por. rys. 1). Relacja między produktywnością i efektywnością a konkurencyjnością nie jest prosta i wcale nie musi być oczywista. Zdaniem autorów jest tak właśnie ze względu na wpływ innych czynników, czyli cech jakościowych ofert rynkowych spółdzielni rzutu-jących na zachowania i satysfakcję konsumentów.

Założenie, że produktywność i efektywność przekładają się w sposób bezpośredni i oczywisty na konkurencyjność, może być słuszne tylko wtedy, gdy firma jest cenobiorcą. Natomiast jeśli przyjąć, że potrzeby i preferencje klientów są heterogeniczne i podatne na różne formy różnicowania produktów, sytuacja zaczyna się komplikować. W tym przypadku otwiera się okno możliwości dla firmy, aby wpływać na zachowania konsumentów poprzez cechy jakościowe, a nie tylko poprzez przewagę kosztowo-cenową. Możliwość skorzystania z takiej opcji będzie się wiązała z dysponowaniem nowoczesnymi, bardziej wyrafinowanymi maszynami, urządzeniami i innymi rodzajami aktywów.

Takie rozumowanie mogłoby posłużyć za wyjaśnienie zaskakujących różnic w cząstkowej produktywności kosztów kapitałowych na korzyść grupy niekonkurencyjnych spółdzielni. Konkurencyjne spółdzielnie inwestują znacznie więcej w środki trwałe, co wynika z chęci spełnienia bardziej wysublimowanych wymagań klientów. Daje im to przewagę konkurencyjną, choć jednocześnie czyni je mniej efektywnymi w zakresie produktywności środków trwałych.

allocative efficiency, which was not assessed directly in the research. Namely, the cost of labor increased faster (200%) than the dynamics of revenues (183%). In these circumstances, it would be most efficient to invest more in machinery and other equipment just to achieve higher productivity of such an increasingly expensive input like labor.

In addition, numerous other factors (see Figure 1) can potentially influence competitiveness of cooperatives. These factors include the engagement of farmers in corporate governance activities, the skills of executives, advertising, and branding efforts, among others.⁶

Conclusions

Cooperatives are important players in the dairy sector, but they face increasing economic pressure. To assess their competitiveness, the authors use three indicators: revenue growth, non-negative net profits, and equity dynamics. The authors consider a cooperative competitive only if its revenue growth exceeds the median growth rate, it generates non-negative net profits, and its equity dynamics exceeds the median in the sample. For dairy cooperatives, equity dynamics could serve as an indicator of members' interest to participate, similar to profit generation in investor-owned firms.

By studying the productivity and efficiency as determinants of competitiveness in 48 Polish dairy cooperatives, it was found that there was a substantial growth in capital productivity in the last decade. On the other hand, the labor productivity decreased at the same time. No significant changes were observed in the productivity of services, materials, and energy. Surprisingly, non-competitive cooperatives had higher productivity in capital, materials, and energy, while competitive cooperatives had higher labor productivity and productivity of services cost. The only statistically significant differences were observed in sales per labor cost and in sales per capital cost.

Furthermore, the measurement of efficiency using the DEA method demonstrated an improvement in efficiency for competitive cooperatives from 2010 to 2019, while non-competitive cooperatives remained stagnant. The statistical significance of efficiency differences between the two groups was small and not significant in 2010 but increased and became significant in 2019.

⁶ The authors express their gratitude to the anonymous reviewer for help in enlisting the set of possible other factors.

Dodatkowe wyjaśnienie mogłoby być związane z efektywnością alokacyjną, która nie była oceniana bezpośrednio w tym badaniu. Mianowicie koszty pracy rosły szybciej (200%) niż dynamika przychodów (183%). W tej sytuacji bardziej efektywne alokacyjnie jest inwestowanie w maszyny i inne urządzenia po to, aby osiągnąć wyższą produktywność w warunkach coraz droższej pracy.

Ważną konkluzją pośrednią wynikającą z badań jest to, że wiele innych (tj. poza produktywnością i efektywnością) czynników może potencjalnie wpływać na konkurencyjność spółdzielni (por. rys. 1). Czynnikiem tymi są m.in. zaangażowanie rolników w sprawowanie nadzoru właścicielskiego, umiejętności kadry kierowniczej, działania reklamowe i brandingowe⁶.

Wnioski

Spółdzielnie są kluczowymi podmiotami w sektorze mleczarskim. Funkcjonują one w warunkach rosnącej presji ekonomicznej. Do weryfikacji ich konkurencyjności wykorzystano trzy zmienne: dynamikę przychodów, zyski netto i dynamikę kapitałów własnych. Daną spółdzielnię uznano za konkurencyjną tylko wtedy, jeśli jednocześnie: odnotowywała ona indeks dynamiki przychodów wyższy od mediany, nie generowała strat oraz indeks dynamiki kapitału własnego był wyższy od mediany. W przypadku spółdzielni mleczarskich dynamika kapitałów własnych może służyć jako miernik zaangażowania członków podobnie jak generowanie zysków w firmach/spółkach będących własnością inwestorów.

Analizując produktywność i efektywność jako determinanty konkurencyjności w 48 polskich spółdzielniach mleczarskich, wykazano, że w ostatniej dekadzie nastąpił znaczny wzrost produktywności kapitału. Jednocześnie w tym samym czasie wydajność pracy zmalała. Nie zaobserwowano istotnych zmian w produktywności usług, materiałów i energii. Co zaskakujące, niekonkurencyjne spółdzielnie miały wyższą produktywność kapitału oraz produktywność materiałów i energii. Konkurencyjne spółdzielnie miały wyższą produktywność pracy i produktywność usług. Jedyne istotne statystycznie różnice zaobserwowano w ramach wskaźnika przychodów w przeliczeniu na koszty pracy oraz wskaźnika przychodów w przeliczeniu na koszty kapitału.

Ponadto pomiar efektywności z wykorzystaniem metody DEA wykazał, że spółdzielnie konkurencyjne w latach 2010–2019 odnotowały poprawę efektywności, podczas gdy niekonkurencyjne spółdzielnie

⁶ Autorzy chcieliby podziękować anonimowemu recenzentowi za pomoc w określeniu zestawu przykładowych innych czynników.

The results confirm that productivity and efficiency affect competitiveness at the firm's level but the relation is not straightforward.

The primary contribution of the study is to demonstrate that the relationship between productivity and efficiency versus competitiveness is more complex and that other factors have an impact on competitiveness. According to the authors, taking into account factors like the qualitative features of market offerings and their influence on consumer behavior and satisfaction is essential for a thorough assessment of the competitiveness of enterprises, notably dairy cooperatives.

The results also highlight the importance of considering productivity, efficiency, and competitiveness together while analyzing cooperatives. While the DEA score can provide an overall efficiency measure, it overlooks systematic differences between partial productivity indicators that impact competitiveness. Partial productivity analysis can reveal insights into the differences between inputs that could be crucial for competitive advantage. High capital productivity could be achieved due to underinvestment, while investments could lead to higher labor productivity. Productivity and efficiency are not synonymous with competitiveness and should not be treated interchangeably.

The study has three main limitations. Firstly, the dataset used is limited, lacking information on milk prices provided to members, essential for assessing dairy cooperatives' performance. Secondly, the analysis was conducted based on only two years, potentially compromising robustness due to potential fluctuations in time series, which are not captured by taking into account only two points in the timeframe. Thirdly, using monetary values instead of volume-based data to calculate productivity is not optimal. Despite these limitations, the authors believe that their study partially fills the existing gap and suggests promising directions for future research, including expanding the analysis to include other countries, comparing cooperatives to IOFs in the dairy industry, and studying productivity/efficiency and competitiveness in other sectors outside of agriculture.

pozostawały pod tym względem w stagnacji. Istotność statystyczna różnic efektywności między obiema grupami była niewielka i nieistotna w 2010 r., ale wzrosła i stała się istotna w 2019 r.

Uzyskane przez autorów artykułu wyniki potwierdzają, że produktywność i efektywność wpływają na konkurencyjność na poziomie firmy, ale zależność nie jest prosta. Podstawowym wkładem badań było wykazanie, że związek między produktywnością i efektywnością a konkurencyjnością jest bardziej złożony i że inne czynniki wpływają na konkurencyjność. Zdaniem autorów uwzględnienie takich czynników jak cechy jakościowe oferty rynkowej i ich wpływ na zachowania oraz satysfakcję konsumentów jest niezbędne do pełnej oceny konkurencyjności przedsiębiorstw, zwłaszcza spółdzielni mleczarskich.

Uzyskane wyniki potwierdzają znaczenie wspólnego rozpatrywania produktywności, efektywności i konkurencyjności podczas analizy spółdzielni. Chociaż wynik DEA może stanowić ogólną miarę efektywności, pomija systematyczne różnice między wskaźnikami cząstkowej produktywności, które wpływają na konkurencyjność. Analiza cząstkowych wskaźników produktywności może ujawnić różnice między nakładami, które mogą mieć kluczowe znaczenie dla przewagi konkurencyjnej. Wysoką produktywność kapitału można osiągnąć dzięki niedoinwestowaniu, podczas gdy inwestycje mogą prowadzić do wyższej wydajności pracy. Produktywność i efektywność nie są synonimami konkurencyjności i kategorie te nie powinny być traktowane zamiennie.

Zaprezentowane w artykule badania mają trzy główne ograniczenia. Po pierwsze, wykorzystany zbiór danych jest ograniczony do zmiennych dostępnych w sprawozdaniach finansowych, w związku z tym brakuje w nim istotnych informacji np. na temat cen mleka skupowanego od członków, co ma zasadnicze znaczenie dla oceny osiągnięć spółdzielni mleczarskich. Po drugie, w analizie oparto się na danych tylko z dwóch lat. Rzutuje to na kompletność wnioskowania, gdyż wzięcie pod uwagę tylko dwóch punktów – początkowego i końcowego badanego okresu – nie pozwala na uwzględnienie potencjalnych wahań w szeregach czasowych. Po trzecie, wykorzystanie wartości pieniężnych zamiast danych stricte ilościowych (opartych na wolumenach) do obliczeń produktywności/efektywności technicznej nie jest optymalne. Niezależnie od powyższych ograniczeń artykuł ten uzupełnia częściowo istniejącą lukę oraz wskazuje na obiecujące kierunki przyszłych badań, w tym rozszerzenie analizy o inne kraje, porównanie spółdzielni z mleczarniami w innej formie prawnej, jak również badanie produktywności/efektywności oraz konkurencyjności w innych sektorach poza rolnictwem.

References

- Adrian, J.L., jr., & Green, T.W. (2001). Agricultural Cooperative Managers and the Business Environment. *Journal of Agribusiness*, 19(1), 17–33. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.14685>
- Ajates, R. (2020). Agricultural Cooperatives Remaining Competitive in a Globalised Food System: At What Cost to Members, the Cooperative Movement and Food Sustainability? *Organization*, 27(2), 337–355. <https://doi.org/10.1177/1350508419888900>
- Ball, V.E., Butault, J.P., Juan, C.S., & Mora, R. (2010). Productivity and International Competitiveness of Agriculture in the European Union and the United States. *Agricultural Economics*, 41(6), 611–627. <http://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00476.x>
- 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), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Baran, J. (2007). Efektywność spółdzielni i pozostałych form prawnych działających w przemyśle mleczarskim z wykorzystaniem metody DEA. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G*, 94(1), 109–116. http://sj.wne.sggw.pl/article-RNR_2007_n1_s109/
- Baran, J. (2019). *Intensywność i zasięg geograficzny internacjonalizacji sektora przetwórstwa mleka*. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
- Baran, J., & Górecka, A.K. (2019). Economic and Environmental Aspects of Inland Transport in EU Countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1), 1037–1059. <http://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1578680>
- Baran, J., & Pietrzak, M. (2009). Skala a efektywność spółdzielni mleczarskich w latach 2002–2006. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G*, 96(1), 101–108. http://sj.wne.sggw.pl/article-RNR_2009_n1_s101/
- Barton, D.G. (1989). What is a cooperative? In D. Cobia (Ed.), *Cooperatives in Agriculture* (pp. 1–20). Prentice-Hall.
- Beber, C.L., Lakner, S., & Skevas, I. (2021). Organizational Forms and Technical Efficiency of the Dairy Processing Industry in Southern Brazil. *Agricultural and Food Economics*, 9, Article 23. <http://doi.org/10.1186/s40100-021-00195-3>
- Birchall, J. (2005). *The Co-operative Principles Ten Years On*. International Cooperative Alliance.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., & Battese, G.E. (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2nd Ed.). *Springer*. <https://link.springer.com/book/10.1007/b136381>
- Cooper, W.W., Seiford L.M., & Tone, K. (2007). Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software (2nd Ed.). *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-45283-8>
- Domagała, J. (2021). Economic and Environmental Aspects of Agriculture in the EU Countries. *Energies*, 14(22), Article 7826. <https://doi.org/10.3390/en14227826>
- Dunn, J.R. (1988). Basic Cooperative Principles and Their Relationship to Selected Practices. *Journal of Agricultural Cooperation*, 3, 83–93. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.46212>
- Emrouznejad, A. (2003). An Alternative DEA Measure: A Case of OECD Countries. *Applied Economics Letters*, 10(12), 779–782. <http://doi.org/10.1080/1350485032000126703>
- European Commission (EC). (2009). *European Competitiveness Report 2008*. <https://doi.org/10.2769/65417>
- Eurostat. (2021). *Milk and Milk Product Statistics*. [Data set]. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics
- Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120(3), 253–290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fischer, C., & Schornberg, S. (2007). Assessing the Competitiveness Situation of EU Food and Drink Manufacturing Industries: An Index-based Approach. *Agribusiness*, 23(4), 473–495. <https://doi.org/10.1002/agr.20139>
- Flejterski, S. (1984). Istota i mierzenie konkurencyjności międzynarodowej. *Gospodarka Planowa*, 39(9), 390–394.
- Hallam, D., & Machado, F. (1996). Efficiency Analysis with Panel Data: A Study of Portuguese Dairy Farms. *European Review of Agricultural Economics*, 23(1), 79–93. <https://doi.org/10.1093/erae/23.1.79>
- Hansen, H.O. (2019). The International Transfer of Cooperative Ownership in Agriculture: Barriers and Opportunities. [Paper presented at International Farm Management Congress, Launceston, Tasmania, Australia]. University of Copenhagen. https://static-curis.ku.dk/portal/files/216261238/2019_IFMA_Hansen_35.pdf
- Hatzichronoglou, T. (1996). *Globalisation and Competitiveness: Relevant Indicators*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1996/5. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/885511061376>
- Hendrikse, G., & Bijman, J. (2002). Ownership Structure in Agrifood Chains: The Marketing Cooperative. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(1), 104–119. <https://doi.org/10.1111/1467-8276.00246>
- Jacobs, R. (2001). Alternative Methods to Examine Hospital Efficiency: Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis. *Health Care Management Science*, 4(2), 103–115. <https://doi.org/10.1023/a:1011453526849>

- Jansik, C. (Ed.), Irz, X., & Kuosmanen, N. (2014). *Competitiveness of Northern European Dairy Chains*. MTT Economic Research, Agrifood Research Finland. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/484594>
- Jayamaha, A., & Mula, J.M. (2011). Productivity and Efficiency Measurement Techniques: Identifying the Efficacy of Techniques for Financial Institutions in Developing Countries. *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences (JETEMS)*, 2(5), 454–460. https://research.usq.edu.au/download/707a9d3acef0ece53262f35592ce53180ec2c7335bccfcf7ede5c05b364cd9f2/95737/Jayamaha_Mula_JETEAS_2011_PV.pdf
- Kamerschen, D.R., McKenzie, R.B., & Nardinelli, C. (1992). *Ekonomia*. Fundacja Gospodarcza Niezależnego Samorządowego Związku Zawodowego „Solidarność”.
- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR). (2021). *Rynek mleka w Polsce*. <https://www.gov.pl/web/kowr/broszury>
- Kumbhakar, S.C. (2006). Productivity and Efficiency Measurement Using Parametric Econometric Methods. In M. Bagella, L. Becchetti & I. Hasan (Eds.) *Transparency, Governance and Markets* (pp. 21–66). Elsevier. https://www.cerge-ei.cz/pdf/events/papers/061124_t.pdf
- Latruffe, L. (2010). Competitiveness. Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, 30. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5km91nkd6d6-en>
- Menard, C. (2004). The Economics of Hybrid Organization. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 160(3), 345–376. <https://doi.org/10.1628/0932456041960605>
- Nazarko, J., & Šaparauskas, J. (2014). Application of DEA Method in Efficiency Evaluation of Public Higher Education Institutions. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(1), 25–44. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.837116>
- Nilsson, J., Svendsen, G.L.H., & Svendsen, G.T. (2012). Are Large and Complex Agricultural Cooperatives Losing Their Social Capital?. *Agribusiness*, 28(2), 187–204. <https://doi.org/10.1002/agr.21285>
- Nowakowski, M.K. (Ed.). (2000). *Biznes międzynarodowy – obszary decyzji strategicznych*. Wydawnictwo Key Text.
- Ollila, P., & Nilsson, J. (1997). The Position of Agricultural Cooperatives in the Changing Food Industry of Europe. In J. Nilsson & G. van Dijk (Eds.), *Strategies and Structures in the Agro-Food Industries* (pp. 131–150), Van Gorcum.
- Ortmann, G.F., & King, R.P. (2007). Agricultural Cooperatives I: History, Theory and Problems. *Agrekon (Agricultural Economics Research, Policy and Practice in Southern Africa)*, 46(1), 18–46. <https://doi.org/10.1080/03031853.2007.9523760>
- Parliament, C., Lerman, Z., & Fulton, J. (1990). Performance of Cooperatives and Investor-Owned Firms in the Dairy Industry. *Journal of Agricultural Cooperation*, 5, Article 1. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.46229>
- Pietrzak, M. (2002). *Strategie konkurencji przodujących przedsiębiorstw w sektorze przetwórstwa mleka*. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
- Pietrzak, M. (2006). *Efektywność finansowa spółdzielni mleczarskich – koncepcja oceny*. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
- Pietrzak, M. (2010). Klasyczne i dedykowane wskaźniki oceny efektywności spółdzielni mleczarskich na przykładzie uczestników IV [czwartego] rankingu forum spółdzielczości mleczarskiej. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G*, 97(4), 172–182. http://sj.wne.sggw.pl/article-RNR_2010_n4_s172/
- Pietrzak, M. (2022). *Fenomen spółdzielni rolników. Pomiędzy rynkiem, hierarchią i klanem* (2nd Ed.). CeDeWu.
- Rogers, M. (1998). *The Definition and Measurement of Productivity*. Melbourne Institute Working Paper, 9/98. University of Melbourne.
- Royer, J.S. (1999). Cooperative Organizational Strategies: A Neo-Institutional Digest. *Journal of Cooperatives*, 14, 44–67. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.46367>
- Schrader, L.F. (1989). Economic Justification. In D.W. Cobia (Ed.), *Cooperatives in Agriculture* (pp. 121–136). Prentice-Hall.
- Skalik, J. (2005). Rynkowe i pozarynkowe uwarunkowania wzrostu konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw. In R. Krupski (Ed.) *Zarządzanie strategiczne. Strategie małych firm* (pp. 153–160). Prace Naukowe Wałbrzyskiej Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości. Poldruk. https://wvwszip.pl/wp-content/uploads/2017/07/09_Zarządzanie_strategiczne_strategie_malych_firm_Krupski_2005.pdf
- Soboh, R., Oude Lansink, A.G.J.M., & Van Dijk, G. (2012). Efficiency of Cooperatives and Investor Owned Firms Revisited. *Journal of Agricultural Economics*, 63(1), 142–157. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2011.00324.x>
- Szczubełek, G. (2019). Competitiveness of the Polish Dairy Industry in the EU Market. *Olsztyn Economic Journal*, 14(4), 383–395. <https://doi.org/10.31648/oj.4933>
- Viira, A.H., Omel, R., Värnik, R., Luik, H., Maasing, B., & Põldaru, R. (2015). Competitiveness of the Estonian Dairy Sector, 1994–2014. *Agraarteadus / Journal of Agricultural Science*, 26(2), 84–105. <https://doaj.org/article/d6db6ff726674547a90bf63d553985cf>
- Wahab, M.I.M., Wu, D., & Lee, C.G. (2008). A Generic Approach to Measuring the Machine Flexibility of Manufacturing Systems. *European Journal of Operational Research*, 186(1), 137–149. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.052>

- Wijnands, J.H.M., Bremmers, H.J., van der Meulen, B.M.J., & Poppe, K.J. (2008). An Economic and Legal Assessment of the EU Food Industry's Competitiveness. *Agribusiness*, 24(4), 417–439. <https://doi.org/10.1002/agr.20167>
- Williamson, O.E. (1998). *Ekonomiczne instytucje kapitalizmu: firmy, rynki, relacje kontraktowe*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Zhu, X., Demeter, R.M., & Oude Lansink, A.G.J.M. (2008, August 26–29). *Competitiveness of Dairy Farms in Three Countries: The Role of CAP Subsidies*. [Paper presentation]. European Association of Agricultural Economists, 2008 International Congress, Ghent, Belgium. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.44143>
- Ziętek-Kwaśniewska, K., Zuba-Ciszewska, M., & Nucińska, J. (2022). Technical Efficiency of Cooperative and Non-Cooperative Dairies in Poland: Toward the First Link of the Supply Chain. *Agriculture*, 12(1), Article 52. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010052>
- Zuba-Ciszewska, M. (2020). Rola spółdzielni w zapewnieniu dostępności żywności w Polsce – na przykładzie produktów mleczarskich. *Więś i Rolnictwo*, 1(186), 93–119. <http://doi.org/10.7366/wir012020/05>
- Zuba-Ciszewska, M. (2018). Structural Changes in the Dairy Industry and Their Impact on the Efficiency of Dairies – A Polish Example. *Economic Sciences for Agribusiness and Rural Economy*, 2, 116–123. <http://doi.org/10.22630/ESARE.2018.2.14>
- Zwanenberg, A. (2001). Will Global Dairy Company Be a True Co-operative?. Global Dairy Company. Rabobank.

Submission date / Data nadesłania: 12.03.2023.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 24.04.2023.

Acceptance date / Data akceptacji: 9.08.2023.

© 2023 Pietrzak, M., Domagała, J., & Chlebicka, A. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



Autorskie prawa osobiste: Pietrzak, M., Domagała, J., & Chlebicka, A. (2023). Niniejszy artykuł został opublikowany w otwartym dostępie na licencji Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

