



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## POLISH FINISHERS FROM DANISH PIGLETS: UNCONTROLLED TRANSFORMATION OF PIG INDUSTRY IN POLAND

### POLSKIE TUCZNIKI Z DUŃSKICH PROSIĄT – NIEKONTROLOWANA TRANSFORMACJA POLSKIEGO SEKTORA TRZODY CHLEWNEJ

JAKUB OLIPRA

**Citation:** Olipra, J. (2023). Polish Finishers From Danish Piglets: Uncontrolled Transformation of Pig Industry in Poland / Polskie tuczniki z duńskich prosiąt – niekontrolowana transformacja polskiego sektora trzody chlewnej. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 375(2), 1–21. <https://doi.org/10.30858/zer/166114>

#### Abstract

*Only 20 years ago, Poland was self-sufficient in pig production, being one of the key players in the European pig market. Since then a growing specialization of Poland in pig finishing and meat processing has been observed, while the domestic production of piglets has declined. As a consequence, Poland has lost its self-sufficiency in pig production and become strongly dependent on imports of piglets, mainly from Denmark. The aim of this paper is to summarize the evolution of the Polish pig industry and specify the main determinants of the Polish imports of Danish piglets. The results of the estimates using the vector error correction model (VECM) show that the volume of the Polish imports of piglets from Denmark may be explained by a degree of specialization of Poland in pig finishing, the phase of pig cycle, and the competitiveness of Polish pork. The results may be helpful in understanding the evolution of the Polish pig industry and its growing dependence on imports of piglets.*

**Keywords:** agricultural markets, pig industry, food security, market specialization, vector error correction model, prices.

**JEL codes:** F17, L1, Q13, Q17, Q18.

#### Abstrakt

*Jeszcze 20 lat temu Polska była samowystarczalna w produkcji świń, będąc jednym z kluczowych graczy na europejskim rynku trzody chlewnej. Od tego czasu obserwuje się rosnącą specjalizację Polski w zakresie tuczu świń i przetwórstwa mięsa, przy jednoczesnym spadku krajowej produkcji prosiąt. W konsekwencji Polska utraciła samowystarczalność w produkcji świń i stała się silnie uzależniona od importu prosiąt, głównie z Danii. Celem niniejszego opracowania jest podsumowanie ewolucji polskiego sektora trzody chlewnej oraz określenie głównych determinant polskiego importu prosiąt z Danii. Wyniki oszacowań przy użyciu modelu VECM wskazują, że wielkość polskiego importu prosiąt z Danii*

Jakub Olipra, PhD, Warsaw School of Economics, Collegium of Management and Finance, Department of Applied Economics;  
ul. Madalińskiego 6/8, 02-513 Warsaw, Poland ([jakub.olipra@sgh.waw.pl](mailto:jakub.olipra@sgh.waw.pl)).  <https://orcid.org/0000-0001-9216-6056>

*może być wyjaśniona przez stopień specjalizacji Polski w zakresie tuczu świń, fazę cyklu świńskiego oraz konkurencyjność polskiej wieprzowiny. Wyniki mogą być pomocne w zrozumieniu ewolucji polskiego sektora trzody chlewnej i jego rosnącego uzależnienia od importu prosiąt.*

**Słowa kluczowe:** rynki rolne, sektor trzody chlewnej, bezpieczeństwo żywnościowe, specjalizacja rynkowa, VECM, ceny.

**Kody JEL:** F17, L1, Q13, Q17, Q18.

---

## Introduction

In 2004, just after accession to the European Union (EU), Poland was one of the most important players in the European pork market, with the third largest pig herd. Since then, a gradual deterioration of Poland's market share in pig production has been observed. It results mainly from high fragmentation of pig sector in Poland which negatively affects its competitiveness, especially in comparison to a large-scale pig production in Western European countries. In turn, with the high slaughtering capacities, low labor costs, and relatively big domestic market, Poland has remained relatively competitive in slaughtering and meat processing. As a consequence, over the last two decades a growing specialization of Polish pig industry in pig finishing and meat processing has been observed, while the domestic production of piglets has been declining. To fulfill the gap resulting from the insufficient domestic production of pigs, Poland has become strongly dependent on imports of piglets, mainly from Denmark. What is especially interesting is the fact that a surge in imports of Danish piglets to Poland was an uncontrolled process as it did not result from economic policy but it was an effect of numerous uncoordinated decisions of participants operating on the Polish pig market. It turned out that within a few years pig farming in Poland became strongly dependent on imports of Danish piglets and the whole process developed beyond control of policymakers formulating strategies for development of agriculture in Poland.

It is worth noting that such a situation poses a serious threat to the stability of the Polish pig industry and Poland's food security, as any distortions in supply chain may deprive it from the access to the raw material. Furthermore, a strong dependence on imports of piglets from Denmark additionally dents the competitiveness of the Polish pig farming, as it loses a significant part of margin within pork supply chain. As a consequence, there is a heating debate between policymakers, industrial organizations, and representatives from the Polish pig sector on the excessive dependence of the Polish pig industry on imports of piglets from Denmark.

## Wstęp

W 2004 r., tuż po przystąpieniu do Unii Europejskiej (UE), Polska była jednym z najważniejszych graczy na europejskim rynku wieprzowiny, posiadając trzecie największe pogłowie świń. Od tego czasu obserwuje się stopniowy spadek udziału Polski w unijnym rynku trzody chlewnej. Wynika to przede wszystkim z dużego rozdrobnienia sektora wieprzowiny w Polsce, co negatywnie wpływa na jego konkurencyjność, zwłaszcza w porównaniu z wielkoskalową produkcją świń w krajach Europy Zachodniej. Z kolei przy wysokich mocach ubojowych, niskich kosztach pracy i relatywnie dużym wewnętrznym rynku Polska pozostawała stosunkowo konkurencyjna w uboju i przetwórstwie mięsa wieprzowego. W konsekwencji w ostatnich dwóch dekadach obserwuje się rosnącą specjalizację polskiego sektora trzody chlewnej w zakresie tuczu i przetwórstwa mięsa, przy jednoczesnym spadku krajowej produkcji prosiąt. Aby wypełnić lukę wynikającą z niewystarczającej krajowej produkcji świń, Polska stała się silnie uzależniona od importu prosiąt, głównie z Danii. Na szczególną uwagę zasługuje to, że skokowy wzrost importu duńskich prosiąt do Polski był procesem niekontrolowanym, gdyż nie wynikał z polityki gospodarczej, lecz był efektem licznych, nieskoordynowanych decyzji podmiotów działających na polskim rynku trzody chlewnej. Okazało się, że w ciągu kilku lat hodowla świń w Polsce została uzależniona od importu duńskich prosiąt, a cały proces rozwijał się poza kontrolą osób formułujących strategię rozwoju rolnictwa w Polsce.

Warto zauważyć, że taka sytuacja stanowi poważne zagrożenie dla stabilności polskiego sektora trzody chlewnej, gdyż wszelkie zakłócenia w łańcuchu dostaw mogą pozbawić go dostępu do surowca, co obniża bezpieczeństwo żywnościowe Polski. Ponadto silne uzależnienie od importu prosiąt z Danii dodatkowo osłabia konkurencyjność polskiego sektora trzody chlewnej, gdyż traci on znaczną część marży w łańcuchu tworzenia wartości. W konsekwencji trwa ożywiona debata pomiędzy politykami, organizacjami branżowymi i przedstawicielami polskiego sektora trzody chlewnej na temat jego nadmiernego uzależnienia od importu prosiąt z Danii.

Simultaneously, due to its scale, the import of piglets from Denmark to Poland is important for the price fluctuations in the domestic market. Therefore, its flows are carefully followed by professionals from the Polish pig sector who very often attempt to formulate price expectations on their basis.

The aim of this paper is to summarize the evolution of the specialization of the Polish pig sector in pig finishing and meat processing and specify the main determinants of Polish imports of Danish piglets. The results of the research may be useful for policymakers in understanding the reasons for growing dependence of Poland on imports of Danish piglets. Moreover, they may be helpful for representatives from the pig industry in forecasting imports of Danish piglets to Poland which is also of great importance for the evolution of prices in the pig market in Poland. Therefore, as Poland is not the only country in the EU specialized in pig finishing and meat processing (similar tendency is observed, *inter alia*, in Germany), the results of the analysis of the piglet market in Poland may serve as a valuable starting point for the analysis of other countries dependent on imports of piglets.

The paper begins with a literature review on the pig market in Poland. Then, a general overview of the Polish pig industry and its evolution were briefly presented, data collection and the econometric methods employed in the research, and the estimation results were described, and finally the concluding remarks and policy implications were provided.

## Literature Review

The first strain of literature is holistic reports on the pig industry in Poland. Blicharski and Hammermeister (2013) prepared a wide-ranging diagnosis of the state of the pig industry in Poland and proposed a comprehensive strategy of its development for 2013–2030. The analysis on pig farms in Poland against a backdrop of selected EU countries can be found in report by Ziętara (2014). A profound overview of the pig industry in Poland was also provided by Szymańska (2017) who focused on a broad range of issues such as production competitiveness, regional distribution of pig production, consumption of pork, and animal welfare. In turn, Kowalski and Onopiuk (2021) published a report on the pig industry in Poland with the special focus on economic, health, environmental, and social issues.

Co więcej, ze względu na swoją skalę polski import prosiąt z Danii jest istotny dla wahań cenowych na krajowym rynku. Dlatego jest on uważnie śledzony przez przedstawicieli polskiego sektora trzody chlewnej, którzy często starają się na jego podstawie formułować swoje oczekiwania cenowe.

Celem niniejszego opracowania jest podsumowanie ewolucji specjalizacji polskiego sektora trzody chlewnej w zakresie tuczu świń i przetwórstwa mięsa oraz określenie głównych determinant polskiego importu prosiąt z Danii. Wyniki badań mogą być przydatne dla osób odpowiedzialnych za politykę gospodarczą w obszarze sektora wieprzowiny w zrozumieniu przyczyn rosnącego uzależnienia Polski od importu duńskich prosiąt. Ponadto mogą być one pomocne dla przedstawicieli sektora trzody chlewnej w prognozowaniu importu duńskich prosiąt przez Polskę, co ma również duże znaczenie dla kształtowania się cen na polskim rynku trzody chlewnej. W związku z tym, że Polska nie jest jedynym krajem w UE specjalizującym się w tuczu świń i przetwórstwie mięsa (podobną tendencję obserwuje się m.in. w Niemczech), niniejsze badanie poświęcone rynkowi prosiąt w Polsce może stanowić cenny punkt wyjścia do analizy innych krajów, charakteryzujących się wysokim stopniem uzależnienia od importu prosiąt.

Niniejszy artykuł rozpoczyna przegląd literatury na temat rynku trzody chlewnej w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem rynku prosiąt. Następnie przedstawiono sytuację polskiego przemysłu wieprzowego oraz podsumowano jego ewolucję, zaprezentowano dane statystyczne i metody ekonometryczne zastosowane w badaniu, przedstawiono wyniki estymacji. Artykuł kończą podsumowanie oraz implikacje dla polityki gospodarczej.

## Przegląd literatury

Pierwszy nurt literatury stanowią kompleksowe raporty dotyczące przemysłu trzody chlewnej w Polsce. Blicharski i Hammermeister (2013) przygotowali szeroką diagnozę stanu branży trzody chlewnej w Polsce oraz zaproponowali szczegółową strategię jej rozwoju na lata 2013–2030. Analizę dotyczącą ferm trzody chlewnej w Polsce na tle wybranych krajów UE można znaleźć w raporcie przygotowanym przez Ziętara (2014). Dogłębny przegląd branży trzody chlewnej w Polsce przedstawiła również Szymańska (2017). Autorka skupiła się na szerokim spektrum zagadnień, takich jak konkurencyjność produkcji, regionalny rozkład produkcji trzody chlewnej, spożycie wieprzowiny czy dobrostan zwierząt. Z kolei Kowalski i Onopiuk (2021) opublikowali raport dotyczący przemysłu wieprzowego w Polsce ze



A profound analysis of pig farming in Poland with the special focus on its regional concentration was provided by Pepliński (2019).

The second strain of literature focuses on the reasons for low competitiveness of pig industry in Poland. Hamulczuk and Stańko (2013) postulated that to a large extent it may be attributable to very high fragmentation of pig production in Poland. To similar conclusions came Mirkowska and Ziętara (2019) who, among reasons for low competitiveness of pig industry in Poland, identified a low degree of concentration, lack of links between livestock producers and processing plants, and the existence of barriers hampering investments in livestock buildings adapted to a larger scale of production. The issue of declining competitiveness of the pig industry in Poland was also analyzed by Szymańska (2014) who argues that this is caused by a low pace of concentration of pig production in Poland. The issue of low concentration was also highlighted by Zawadzka (2020) who analyzed the changes in the level of concentration of pig producers and pig population that have taken place after Poland's accession to EU. According to Zawadzka, the process of the concentration of pig production in Poland can be observed, however, it is still far behind countries such as Denmark or Germany. The low concentration of pig production as an important factor deteriorating the competitiveness of pig farming in Poland was also underlined by Ziętara (2019). An evolution of the concentration of Polish pig farming in the context of its competitiveness was studied by Utnik-Banaś (2015). In turn, Tereszczuk (2018) provided an evaluation of impact of African swine fever virus (ASF) on the pig industry in Poland and its competitiveness. An analysis of impact on profitability of pig production in Poland in regions affected by ASF was conducted also by Augustyńska (2017).

The third strain of literature covers the role of Poland in European and global pig markets. Olszańska (2017) analyzes how the enlargement of the EU in 2004 affected the positions of particular pig producers showing that pig production in new EU countries in general declined after their accession. Similar observations, however, on the base of data for the period of 2000–2010, were made by Stępień (2014). Statistical analyses of the pig industry in Poland from both global and European perspective was provided by Stańko and Mikuła (2017, 2019). Tereszczuk (2014) provided an analysis of growing integration of pig market in Poland with the global pig markets which is reflected in growing Polish international trade in pigs and pork. The evolution of the pig industry in terms of food security and

szczególnym uwzględnieniem kwestii ekonomicznych, zdrowotnych, środowiskowych i społecznych. Dogłębną analizę hodowli świń w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem jej koncentracji regionalnej przedstawił Pepliński (2019).

Drugi nurt literatury skupia się na przyczynach niskiej konkurencyjności przemysłu wieprzowego w Polsce. Hamulczuk i Stańko (2013) postulowali, że w dużym stopniu można ją przypisać bardzo dużemu rozdrobnieniu produkcji świń w Polsce. Do podobnych wniosków doszli Mirkowska i Ziętara (2019), którzy wśród przyczyn niskiej konkurencyjności przemysłu wieprzowego w Polsce wskazali jego niski stopień koncentracji, brak powiązań między producentami żywca a zakładami przetwórczymi oraz istnienie barier utrudniających inwestycje w budynki inwentarskie dostosowane do większej skali produkcji. Kwestię spadku konkurencyjności przemysłu wieprzowego w Polsce analizowała również Szymańska (2014), która argumentuje, że jest on spowodowany zbyt wolnym tempem koncentracji produkcji trzody chlewnej w Polsce. Na kwestię niskiej koncentracji zwróciła uwagę również Zawadzka (2020), która analizowała zmiany w poziomie koncentracji producentów trzody chlewnej i pogłowia świń, jakie nastąpiły po przystąpieniu Polski do UE. Według Zawadzkiej można zaobserwować proces koncentracji produkcji trzody chlewnej w Polsce, jednak nadal pozostaje ona daleko za takimi krajami jak Dania czy Niemcy. Niską koncentrację produkcji trzody chlewnej, jako istotny czynnik pogarszający konkurencyjność hodowli świń w Polsce, podkreślał również Ziętara (2019). Z kolei ewolucję koncentracji chowu świń w Polsce w kontekście jego konkurencyjności badała Utnik-Banaś (2015). Tereszczuk (2018) przedstawiła ocenę wpływu wirusa afrykańskiego pomoru świń (ASF) na przemysł trzody chlewnej w Polsce i jego konkurencyjność. Analizę wpływu ASF na opłacalność produkcji świń w Polsce w regionach dotkniętych wirusem przeprowadziła również Augustyńska (2017).

Trzeci nurt literatury obejmuje rolę Polski na europejskim i światowym rynku trzody chlewnej. Olszańska (2017) przedstawia analizę na temat tego, jak rozszerzenie UE w 2004 r. wpłynęło na pozycję poszczególnych producentów trzody chlewnej, pokazując, że produkcja świń w nowych krajach UE na ogół spadła po ich akcesji. Podobne obserwacje, jednak na podstawie danych za okres 2000–2010, przedstawił Stępień (2014). Analizy statystyczne dotyczące przemysłu wieprzowego w Polsce zarówno z perspektywy globalnej, jak i europejskiej zaprezentowali Stańko i Mikuła (2017, 2019). Tereszczuk (2014) przedstawiła analizę rosnącej integracji rynku

food safety was conducted by Kozera-Kowalska (2017). In turn, Bórawski et al. (2018) focused on the development of pig market in Poland against the EU backdrop providing a statistical analysis on the role of Poland in the EU pig market. Mirkowska and Ziętara (2015) presented the situation of the Polish specialist pig holdings against a backdrop of similar holdings in Hungary, Germany, Denmark, and the Netherlands claiming that the fundamental reasons behind the weakness of the Polish pig production sector is its low concentration. The analysis of the role of foreign direct investments in the evolution of the pig industry in Poland was presented by Micek et al. (2011).

Another strain of literature is devoted to the analysis of profitability of pig production. Skarżyńska (2018) evaluated the economic results of the production of pigs for finishing and identified the main determinants of its profitability such as production scale, model and efficiency of feeding, as well as volatility of costs and procurement prices. The profitability of pig production in Poland was also examined by Żekało (2013) who argued that it is negatively affected by factors such as lack of support for the development of farms specialized in pig production, fragmentation and small-scale production, small power of producer's groups and the lack of professionalism in the management of production, including problems with the control of production costs.

The piglet market, which is also a key interest of the research, was analyzed by Zawadzka (2019) who compared pig markets in Poland, Germany, and Denmark. According to Zawadzka, the main reason for a strong increase in the Polish imports of piglets is unprofitable domestic production associated with high costs of production due to its low scale.

### **General Overview of the Polish Pig Industry and Its Evolution**

According to Eurostat (2022), total pig herd in Poland in June 2022 amounted to 9.6 million heads. Therefore, Poland ranks sixth position among the EU countries in the number of pigs after Spain (32.6 million), Germany (22.3 million), France (12.7 million), Denmark (12.2 million), and the Netherlands (11.2 million) – see Figure 1. Nevertheless, it worth noting that in 2004, in the first year of Poland's membership in the EU, total pig herd in Poland amounted

trzody chlewnej w Polsce z globalnym rynkiem, co znajduje odzwierciedlenie w rosnącym polskim handlu międzynarodowym świniami i wieprzowiną. Ewolucję branży wieprzowej w aspekcie bezpieczeństwa żywnościowego i bezpieczeństwa żywności przeprowadziła Kozera-Kowalska (2017). Z kolei Bórawski i in. (2018) skupili się na rozwoju rynku trzody chlewnej w Polsce na tle UE, przedstawiając analizę statystyczną dotyczącą roli Polski na unijnym rynku wieprzowiny. Mirkowska i Ziętara (2015) przedstawili sytuację polskich gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji trzody chlewnej na tle podobnych gospodarstw na Węgrzech, w Niemczech, Danii i Holandii, postulując, że podstawową przyczyną słabości polskiego sektora produkcji trzody chlewnej jest jego niska koncentracja. Analizę roli bezpośrednich inwestycji zagranicznych w rozwój przemysłu wieprzowego w Polsce przedstawili Micek i in. (2011).

Kolejnym nurtem literatury są badania poświęcone analizie opłacalności produkcji trzody chlewnej. Skarżyńska (2018) dokonała oceny wyników ekonomicznych produkcji tuczników i wskazała główne determinanty jej opłacalności jak skala produkcji, model i efektywność żywienia czy zmienność kosztów i cen skupu. Analizę opłacalności produkcji świń w Polsce przedstawił również Żekało (2013), który postulował, że negatywnie wpływają na nią takie czynniki, jak: brak wsparcia dla rozwoju gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji świń, rozdrobnienie i mała skala produkcji, niewielka siła przetargowa grup producenckich oraz brak profesjonalizmu w zarządzaniu produkcją, w tym problemy z kontrolą kosztów produkcji.

Rynek prosiąt, będący również głównym przedmiotem zainteresowania niniejszego artykułu, był analizowany również przez Zawadzką (2019), która dokonała porównania rynku świń w Polsce, Niemczech i Danii. Zdaniem Zawadzkiej główną przyczyną silnego wzrostu polskiego importu prosiąt jest nieopłacalna krajowa produkcja związana z jej wysokimi kosztami z uwagi na jej niską skalę.

### **Ogólna charakterystyka polskiego sektora trzody chlewnej i jego ewolucja**

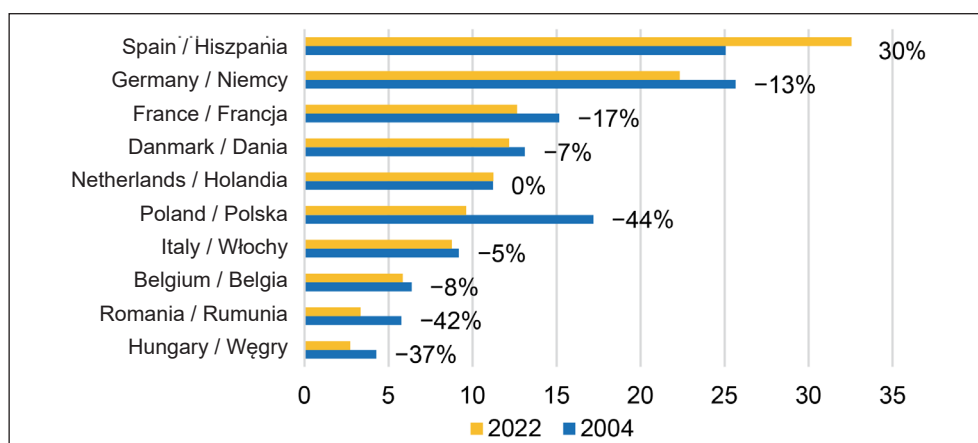
Zgodnie z danymi Eurostatu (2022) całkowite pogłowie świń w Polsce w czerwcu 2022 r. wynosiło 9,6 mln sztuk. Tym samym Polska zajmuje 6 miejsce wśród krajów UE pod względem liczby świń, po Hiszpanii (32,6 mln), Niemczech (22,3 mln), Francji (12,7 mln), Danii (12,2 mln) i Holandii (11,2 mln) – por. wykres 1. Niemniej jednak warto zauważyć, że w 2004 r., w pierwszym roku członkostwa Polski w UE, całkowite pogłowie świń w Polsce wynosiło

to 17.4 million heads and was the third largest herd in the EU. This significant decline in pig population in Poland is attributable mainly to low competitiveness of the Polish pig industry related with its high fragmentation which was additionally dented by the spread of African swine fever (ASF) virus.

17,4 mln sztuk i było trzecim co do wielkości w UE. Ten znaczący spadek pogłowia świń w Polsce jest przypisywany głównie niskiej konkurencyjności polskiego sektora trzody chlewnej związanej z jego dużym rozdrobnieniem, która została dodatkowo osłabiona przez rozprzestrzenianie się wirusa ASF.

**Figure 1. Top 10 EU pig herds in 2022 vs. 2004 (million heads)**

**Wykres 1. Kraje UE o największym pogłowiu trzody chlewnej w 2022 r. względem 2004 r. (mln szt.)**



Source: Eurostat (2022).

Źródło: Eurostat (2022).

In 2021, pork production in Poland amounted to 2.0 million tonnes. According to Eurostat, it was the fourth highest result in EU after Spain (5.2 million), Germany (5.0 million), and France (2.2 million)—see Figure 2. Therefore, the level of pork production in Poland has changed only marginally compared to 2004 (1.9 million). Taking into consideration the significant decline in total pig herd, maintaining the level of pork production was possible chiefly due to an increase in imports of live pigs, mainly piglets. As a consequence, it may be stated that in the last two decades the Polish pig industry has specialized in slaughtering and meat processing while pig production has been to a large extent outsourced in other countries. It resulted in profound changes in the structure of the pig herd. The share of pigs intended for slaughter increased while the share of sows and piglets markedly declined: in 2004, the shares of sows and piglets below 20 kg of weight in the herd structure were 9.2 and 32.0%, respectively, while in June 2022 they amounted to 6.3 and 21.0%, respectively (Statistics Poland [GUS], 2017, 2022).

According to Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI) (2021), pork and fat consumption in Poland amounted to 49.8 kg per capita in 2021 and it has been stable for over last two decades. Moreover, it is the third largest level of pork consumption in

W 2021 r. produkcja wieprzowiny w Polsce wyniosła 2,0 mln ton. Zgodnie z danymi Eurostatu był to czwarty najwyższy wynik w UE po Hiszpanii (5,2 mln), Niemczech (5,0 mln) i Francji (2,2 mln) – por. wykres 2. Zatem wielkość produkcji wieprzowiny w Polsce zmieniła się tylko nieznacznie w stosunku do 2004 r. (1,9 mln). Biorąc pod uwagę znaczny spadek pogłowia świń ogółem, utrzymanie poziomu produkcji wieprzowiny było możliwe w znacznym stopniu dzięki wzrostowi importu żywca, głównie prosiąt. Wskazuje to, że w ostatnich dwóch dekadach polski sektor wieprzowiny wyspecjalizował się w tuczu, uboju i przetwórstwie mięsa, natomiast produkcja prosiąt w znacznym stopniu przesunęła się do innych krajów. Spowodowało to głębokie zmiany w strukturze stada świń. Wzrósł udział świń przeznaczonych do uboju, natomiast udział loch i prosiąt wyraźnie zmalał: w 2004 r. udział loch oraz prosiąt poniżej 20 kg wagi w strukturze stada wynosił odpowiednio 9,2 i 32,0%, natomiast w czerwcu 2022 r. ukształtował się odpowiednio na poziomie 6,3 i 21,0% (Główny Urząd Statystyczny [GUS], 2017, 2022).

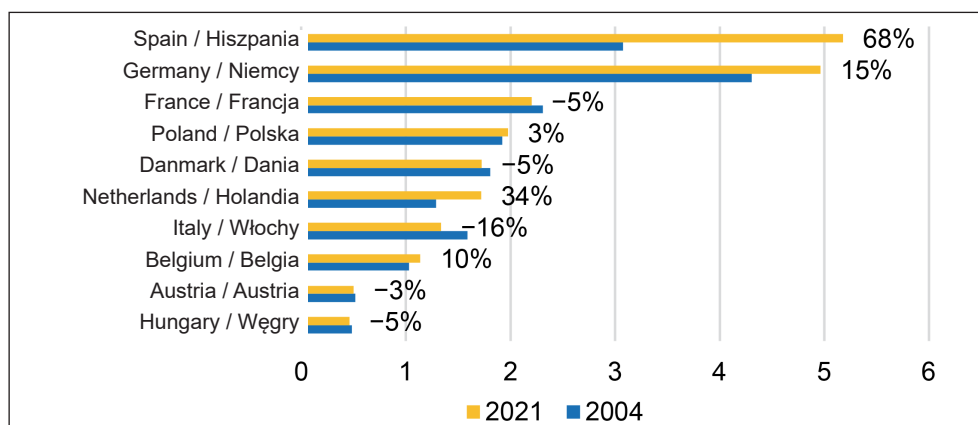
Zgodnie z danymi Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI) (2021) spożycie wieprzowiny w Polsce w 2021 r. wyniosło 49,8 kg na mieszkańca i jest stabilne od ponad dwóch dekad. Ponadto jest to trzeci największy poziom spożycia wieprzowiny w UE, po Cyprze (56,1 kg) i Hiszpanii (51,7 kg) –

the EU, after Cyprus (56.1 kg) and Spain (51.7 kg) – see Figure 3. Pork is an inseparable element of many traditional Polish dishes, which is the reason for robust pork consumption in Poland. Nevertheless, taking into consideration the very high level of pork consumption compared to other EU countries it seems that the Polish pork market is already saturated.

por. wykres 3. Wieprzowina jest nieodłącznym elementem wielu tradycyjnych polskich dań, co jest źródłem jej wysokiego spożycia w Polsce. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom konsumpcji wieprzowiny w porównaniu z innymi krajami UE, wiele wskazuje, że polski rynek wieprzowiny jest już nasycony.

**Figure 2. Top 10 EU pig slaughterings in 2021 vs. 2004 (million tonnes)**

**Wykres 2. Najwięksi producenci mięsa wieprzowego w UE w 2021 r. względem 2004 r. (mln ton)**

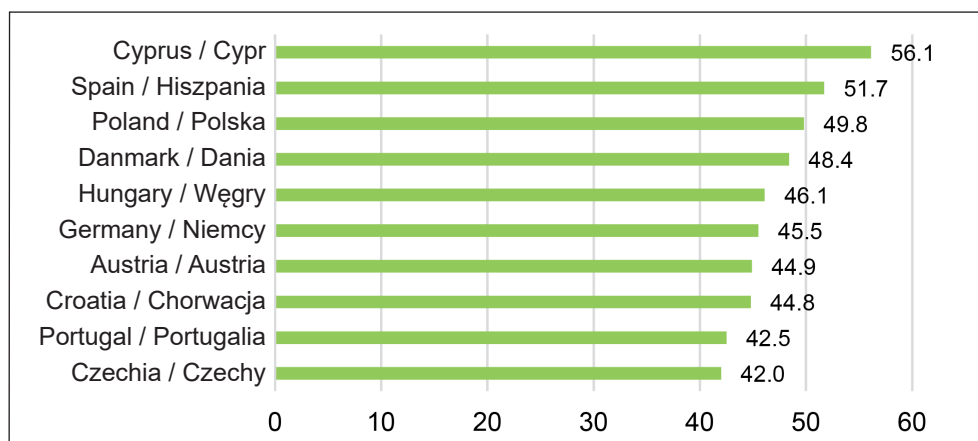


Source: Eurostat (2022).

Źródło: Eurostat (2022).

**Figure 3. Top 10 EU consumers of pork in EU (kg per capita, pork and fats)**

**Wykres 3. Najwięksi konsumenci wieprzowiny w UE (kg na mieszkańca, wieprzowina łącznie z tłuszczami)**



Source: AMI (2021).

Źródło: AMI (2021).

In 2021, Poland's exports of pork and pork products amounted to EUR 1600 million. Among the main importers of the Polish pork and pork products were the United Kingdom (20% of value of Polish exports in this category), Germany (10%), the United States (7%), Czechia (7%), and Slovakia (5%). On the other hand, Poland imported pork and pork products for EUR 1428 million, mainly from Germany (30%),

W 2021 r. polski eksport wieprzowiny i produktów wieprzowych wyniósł 1600 mln EUR. Do głównych importerów polskiej wieprzowiny i produktów wieprzowych należała Wielka Brytania (20% wartości polskiego eksportu w tej kategorii), Niemcy (10%), Stany Zjednoczone (7%), Czechy (7%) i Słowacja (5%). Z kolei Polska zaimportowała wieprzowinę i produkty wieprzowe za 1428 mln EUR, głównie

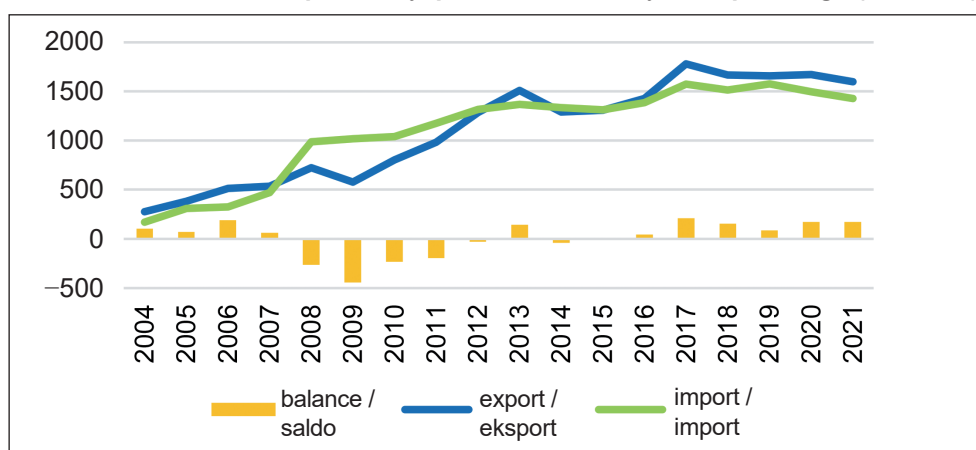


Belgium (22%), Denmark (15%), Spain (13%), and the Netherlands (13%). As a consequence, the trade balance in pork and pork products in 2021 was positive and amounted to EUR 172 million—see Figure 4. Nevertheless, it should be underlined that the data does not include trade in live animals.

z Niemiec (30%), Belgii (22%), Danii (15%), Hiszpanii (13%) i Holandii (13%). W konsekwencji bilans handlowy wieprzowiny i produktów wieprzowych w 2021 r. był dodatni i wyniósł 172 mln EUR – por. wykres 4. Niemniej należy podkreślić, że dane te nie obejmują handlu żywcem.

**Figure 4. Poland's trade balance in pork and pork products (million EUR)**

**Wykres 4. Bilans Polski w handlu wieprzowiną i przetworami z mięsa wieprzowego (mln EUR)**



Source: Eurostat (2022).

Źródło: Eurostat (2022).

Until 2007, Poland was self-sufficient in pork production. In 2008 a significant decrease in the number of pigs amounting to 3.4 million (−19%) was recorded due to a surge in production costs connected with the commodity boom after financial crisis. Since then, Poland has not been able to rebuild domestic pig production which was additionally affected by negative factors such as Russian embargo on Polish pork in 2014, ASF, and the COVID-19 pandemic. As a consequence, with the stable domestic consumption of pork a further deterioration of self-sufficiency in pork production has been observed in recent years. Therefore, Poland is strongly dependent on imports of Danish piglets and also on imports of meat. Nevertheless, it is worth noting that Poland records slight surplus in trade in pork and pork products as a whole which is a result of a developed slaughtering and meat processing industry.

The average efficiency of pig production in Poland is markedly lower than in Western European countries. It results from the fragmentation of farms and their low professionalization, which is accompanied by the lack of knowledge of smaller farmers how to deal with pig farming. The results of Statistics Poland (GUS, 2017) survey in 2016 showed that 9.9% of the domestic sows were located on farms with 1–2 sows, 24.1% on farms with 3–9 sows, 27.4% on farms with 10–49 sows, and 38.5% on farms

Do 2007 r. Polska była samowystarczalna w produkcji wieprzowiny. W 2008 r. odnotowano znaczny spadek поголівья trzody chlewnej wynoszący 3,4 mln sztuk (−19%) ze względu na gwałtowny wzrost kosztów produkcji związany z boomem na rynkach surowcowych po kryzysie finansowym (wykr. 5). Od tego czasu Polska nie była w stanie odbudować krajowej produkcji świń, na którą dodatkowo wpłynęły negatywne czynniki, takie jak wprowadzone w 2014 r. rosyjskie embargo na polską wieprzowinę, pojawienie się ASF oraz pandemia COVID-19. W konsekwencji przy stabilnej krajowej konsumpcji wieprzowiny w ostatnich latach obserwuje się dalsze pogorszenie samowystarczalności Polski w produkcji wieprzowiny. Dlatego też Polska stała się silnie uzależniona od importu duńskich prosiąt, a także od importu mięsa. Niemniej warto zauważyć, że Polska odnotowuje lekką nadwyżkę w handlu wieprzowiną i przetworami z mięsa wieprzowego ogółem, co jest wynikiem rozwiniętego przemysłu ubojowego i przetwórstwa mięsnego.

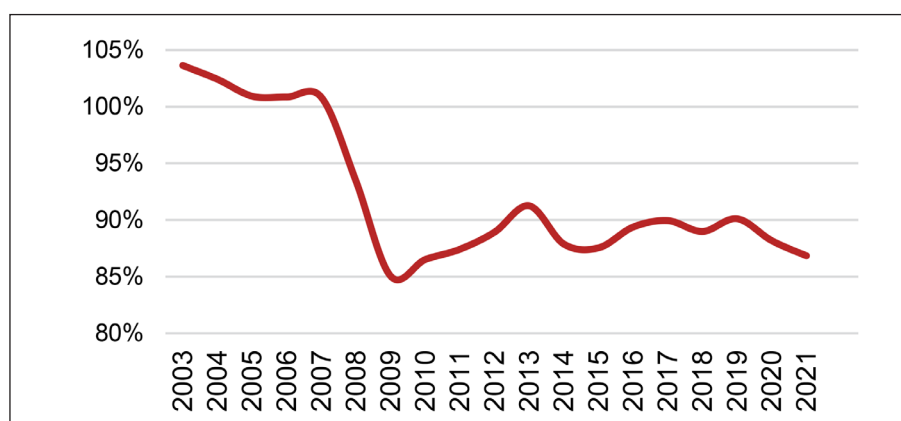
Średnia efektywność produkcji trzody chlewnej w Polsce jest wyraźnie niższa niż w krajach Europy Zachodniej. Wynika to z rozdrobnienia gospodarstw i ich niskiej profesjonalizacji, której towarzyszy brak wiedzy mniejszych rolników, jak radzić sobie z hodowlą świń. Dane GUS-u (2017) wykazują, że w 2016 r. 9,9% krajowych loch znajdowało się w gospodarstwach utrzymujących 1–2 lochy, 24,1% – 3–9 loch, 27,4% –

keeping 50 or more sows. The estimated number of finishing pigs sold per sow per year (PSY) in 2014 was 14.8, 18.7 in 2016, and 19.9 in 2021. Nevertheless, according to Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB), despite the significant improvement, Polish farmers are still lagging behind the EU average (PSY equal to 27.9) and the top pig breeders such as Denmark (31.6) and the Netherlands (29.4)—see Figure 6. The production results similar to the EU average are achieved in Poland only on large professional pig farms, but they are still in minority. Low efficiency and fragmentation of domestic pig production, and thus extremely high differentiation of raw material, have forced many Polish producers to rely on imported piglets.

10–49 loch i 38,5% w gospodarstwach utrzymujących 50 i więcej loch. Szacowana liczba sprzedanych tuczników na jedną lochę rocznie (współczynnik PSY) w 2014 r. wynosiła 14,8, w 2016 r. 18,7, a w 2021 r. 19,9. Niemniej według danych Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB) (2021) pomimo znacznej poprawy polscy rolnicy nadal pozostają w tyle za średnią unijną (współczynnik PSY równy 27,9), a także za czołowymi producentami świń, takimi jak Dania (31,6) i Holandia (29,4) – por. wykres 6. Wyniki produkcyjne zbliżone do średniej unijnej osiągane są w Polsce jedynie w dużych, profesjonalnych fermach trzody chlewnej, ale nadal stanowią one mniejszość. Niska efektywność i rozdrobnienie krajowej produkcji trzody chlewnej, a tym samym niezwykle wysokie zróżnicowanie surowca, zmusiły wielu producentów do importu prosiąt.

**Figure 5. Self-sufficiency in pork production in Poland**

**Wykres 5. Współczynnik samowystarczalności Polski w produkcji wieprzowiny**

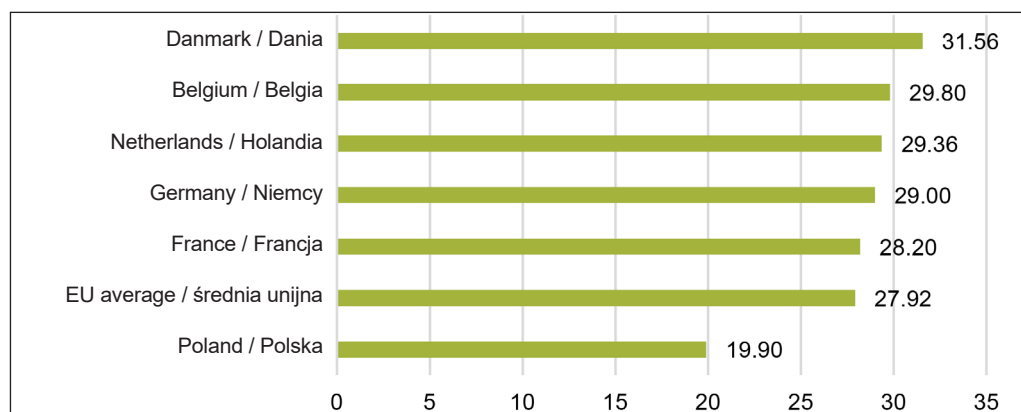


Source: authors' own study based on the Ministry of Agriculture and Rural Development data (n.d.).

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (b.d.).

**Figure 6. Pigs sold per sow ratio (PSY) in 2020**

**Wykres 6. Liczba sprzedanych tuczników na jedną lochę rocznie (współczynnik PSY) w 2020 r.**



Source: author's own study based on the Agency for Restructuring and Modernisation of Agriculture (ARMA) and AHDB data.

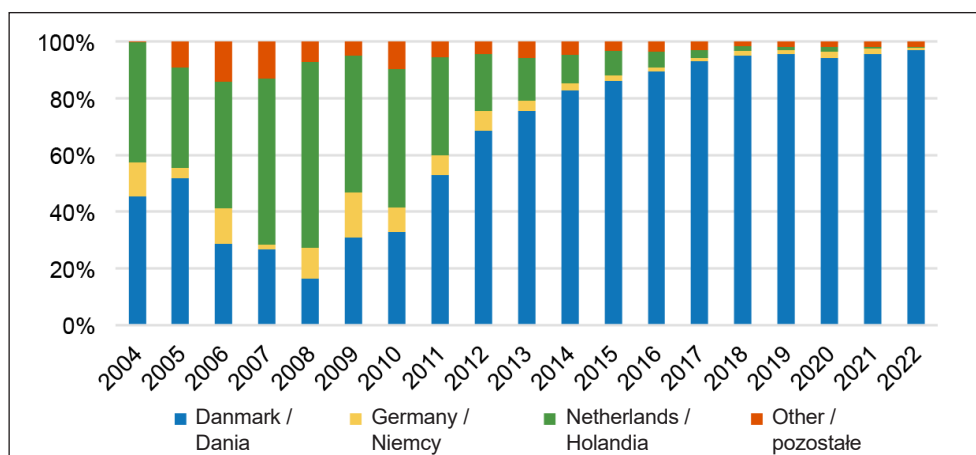
Źródło: opracowanie własne na podstawie niepublikowanych danych Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) i AHDB.

Therefore, since 2008 a rapid increase in imports of piglets can be observed in Poland. As a result, in 2021 Polish imports of piglets amounted to 7.2 million heads and Poland became the second largest importer of piglets in the EU, just after Germany. In 2021, the number of imported piglets decreased by 1 million heads due to the difficult market situation and COVID-19. Nevertheless, data for the first half of 2022 shows a strong rebound of imports which is returning to the levels observed before the pandemic. Almost all piglets imported by Poland come from Denmark (97% share in Polish imports) while the significance of the Netherlands and Germany in Polish imports of piglets is marginal – see Figure 7.

Z tego powodu od 2008 r. można zaobserwować w Polsce szybki wzrost importu prosiąt. W efekcie w 2021 r. polski import prosiąt wyniósł 7,2 mln sztuk, a Polska stała się drugim największym importerem prosiąt w UE, zaraz po Niemczech. W 2021 r. liczba importowanych prosiąt zmniejszyła się o 1 mln sztuk ze względu na trudną sytuację rynkową i COVID-19. Niemniej jednak dane za I połowę 2022 r. pokazują silne odbicie importu, który wraca do poziomów obserwowanych przed pandemią. Prawie wszystkie prosięta importowane przez Polskę pochodzą z Danii (97% udział w polskim imporcie), natomiast znaczenie Holandii i Niemiec w polskim imporcie prosiąt jest marginalne – por. wykres 7.

**Figure 7. Structure of Polish imports of piglets**

**Wykres 7. Struktura geograficzna polskiego importu prosiąt**



Source: unpublished data from ARMA.

Źródło: niepublikowane dane ARiMR.

The domination of Danish piglets in Polish imports of piglets, despite the geographical proximity of Denmark, may be explained by their very good reputation on the Polish market. In the opinion of Polish farmers, the main competitive advantages of Danish piglets over the competition are: the availability of large batches from one source, excellent performance in finishing stage, and the superior quality of finishing pigs appreciated and sought by processors. Therefore, Danish piglets in Poland are competitive in Polish markets despite their higher prices in comparison to domestic piglets.

## Material and Methods

In order to understand what determines Polish imports of piglets from Denmark, an econometric model was set up. Such an approach not only allows for verifying whether particular factors, even if reasonable from the market professionals' point of view, are indeed affecting the volume of piglets imported by Poland

Dominacja duńskich prosiąt w polskim imporcie prosiąt, oprócz geograficznej bliskości Danii, może być tłumaczona również ich bardzo dobrą opinią na polskim rynku. Według polskich rolników głównymi przewagami konkurencyjnymi duńskich prosiąt są dostępność dużych partii z jednego źródła, wysokie wyniki tuczu oraz odpowiednia jakość tuczników poszukiwana przez przetwórców. Dlatego też duńskie prosięta są konkurencyjne w Polsce pomimo ich wyższych cen w porównaniu do prosiąt krajowych.

## Materiał i metody

W celu zrozumienia, co determinuje polski import prosiąt z Danii, zbudowany został model ekonometryczny. Takie podejście pozwala nie tylko zweryfikować, czy poszczególne czynniki, nawet jeśli są racjonalne z punktu widzenia ekspertów rynkowych, rzeczywiście wpływają na wielkość polskiego importu prosiąt

from Denmark, but also quantifying their impact. The dependent variable in the model was defined as a number of piglets imported by Poland from Denmark expressed in thousands of heads (henceforth imports). On the base of interviews with the pork market professionals and experts, and the literature review, the following explanatory variables were included in the model:

- **Percentage share of sows in total pig herd** (henceforth *sows\_share*). The aim of this variable is twofold. Firstly, it is a proxy for model of the Polish pig sector which is increasingly specialized in pig finishing based on imported piglets, while the role of domestic breeding is diminishing. This is reflected in the declining share of sows in total pig herd. Therefore, it can be expected that higher specialization of Polish pig sector in finishing stage will favor higher imports of piglets from Denmark, which is the main supplier of piglets for Poland. Secondly, the share of sows in total pig herd can be treated also as a cyclical component. Demand for piglets is strongly determined by the phase of the pig cycle. When the profitability is higher, the demand for piglets is growing and when the profitability is low, it is declining. It is much easier and faster to suspend and re-launch production on farms specialized in finishing than on farms with farrow-to-finish production. Therefore, it can be observed that in times of high profitability of production, the share of sows in total pig herd will be declining, while in times of low profitability it will be growing. This is also consistent with the hypothesis that the decreasing share of sows in total pig herd leads to higher import of piglets from Denmark.
- **Trade balance in pig products** (meat and processed products, excluding live animals, henceforth *trade\_balance*). The main objective of this variable is to track the competitiveness of the Polish pork industry. Trade surplus may be perceived as an expansion of the industry which should support demand for imported piglets, while trade deficit indicates a contraction of the industry, lower domestic production, and thus lower demand for piglets. It is worth noting that this variable also captures the impact of ASF on the competitiveness of the Polish pork industry as ASF markedly limited its export outlets. In order to properly add different product categories as fresh meat or processed products, the trade balance was expressed in million euro.

z Danii, ale także skwantyfikować ich wpływ. Zmienna zależna w modelu została zdefiniowana jako liczba prosiąt importowanych przez Polskę z Danii wyrażona w tysiącach sztuk (dalej *imports*). Na podstawie wywiadów z przedstawicielami branży i ekspertami rynku wieprzowiny oraz przeglądu literatury do modelu włączone zostały następujące zmienne objaśniające:

- **Procentowy udział loch w całkowitym stadzie świń** (dalej *sows\_share*). Cel tej zmiennej jest dwójaki. Po pierwsze, reprezentuje ona model polskiego sektora trzody chlewnej, który w coraz większym stopniu specjalizuje się w tuczu świń poprzez importowane prosięta, podczas gdy rola krajowej produkcji prosiąt maleje. Znajduje to odzwierciedlenie w malejącym udziale loch w całkowitym поголовiu świń. Można zatem oczekiwać, że większa specjalizacja polskiego sektora trzody chlewnej w tuczu będzie sprzyjać większemu importowi prosiąt z Danii, która jest głównym dostawcą prosiąt do Polski. Po drugie, udział loch w поголовiu świń ogółem może być traktowany również jako komponent cykliczny. Popyt na prosięta jest silnie zdeterminowany przez fazę cyklu świńskiego. W okresie wyższej opłacalności popyt na prosięta rośnie, natomiast w czasie niskiej opłacalności spada. Zawieszenie i wznowienie produkcji w gospodarstwach specjalizujących się w tuczu jest znacznie łatwiejsze i szybsze niż w gospodarstwach produkujących w cyklu zamkniętym. Można zatem zauważyć, że w okresie wysokiej opłacalności produkcji udział loch w поголовiu świń ogółem będzie malał, natomiast w okresie niskiej opłacalności będzie rósł. Jest to również zgodne z hipotezą, że zmniejszający się udział loch w całkowitym поголовiu świń prowadzi do większego importu prosiąt z Danii.
- **Bilans handlu produktami wieprzowymi** (mięso i przetwory z mięsa, z wyłączeniem handlu żywymi zwierzętami, dalej *trade\_balance*). Głównym celem tej zmiennej jest uchwycenie konkurencyjności polskiego przemysłu wieprzowego. Nadwyżka handlowa może być postrzegana jako ekspansja branży, która powinna wspierać popyt na importowane prosięta, natomiast deficyt handlowy wskazuje na kurczenie się branży, niższą produkcję krajową, a tym samym niższy popyt na prosięta. Warto zauważyć, że zmienna ta ujmuje również wpływ ASF na konkurencyjność polskiego sektora wieprzowiny, ponieważ pojawienie się wirusa znacznie ograniczyło jego możliwości eksportowe. W celu właściwego dodania różnych kategorii produktów, takich jak świeże mięso czy też przetwory z mięsa, bilans handlowy został wyrażony w milionach euro.



- **COVID-19 variable** (henceforth *covid*). As the COVID-19 pandemic has profoundly impacted pork industry in Europe, depressing demand for piglets, it should be taken into account in the model. Finally, it was incorporated into the model in the form of binary variable. It takes 1 during the pandemic and 0 otherwise.
- **Zmienna COVID-19** (dalej *covid*). Ponieważ pandemia COVID-19 silnie wpłynęła na przemysł wieprzowy w Europie, zmniejszając popyt na prosięta, jej efekt powinien być uwzględniony w modelu. Ostatecznie został on włączony do modelu w postaci zmiennej binarnej. Przyjmuje ona wartość 1 w okresie pandemii i 0 w przeciwnym wypadku.

Monthly data on the Polish imports of Danish piglets was obtained from Danske Svineproducenter. Biannual data on the size of total pig herd and the number of sows in Poland, needed for calculating percentage share of sows in total pig herd, was downloaded from Eurostat. Similarly, monthly data on value of the Polish exports and imports of pig products (meat and processed products, excluding live animals), needed for calculating the trade balance (exports–imports), also comes from Eurostat.

As variables vary in terms of frequency, from monthly to biannual data, they were unified and converted into quarterly data. Consequently, quarterly sums were calculated for data on the Polish imports of piglets from Denmark and trade balance in pig products, while data on the size of pig herd and number of sows was linearly interpolated. An important advantage of analyzing quarterly data instead on monthly data is lower noise in time series which makes the inference on their basis easier. The sample included in the analysis begins from the first quarter of 2009 and ends in the second quarter of 2022 and is determined by the availability of biannual data on the pig herd size in Poland. Before 2009, data was of annual frequency, thus as many as three out of four values would have to be interpolated, which might have affected the results of the analysis. The variables included in the model are presented in Figure 8, while their descriptive statistics are shown in Table 1.

All variables, excluding *covid*, which is binary, were tested for the presence of unit root using the augmented Dickey–Fuller (ADF) test. The results lead to the conclusion that variables *imports* and *sows\_share* are integrated of degree one, while variable *trade\_balance* is stationary at 10% significance level – see Table 2. Nevertheless, taking into account the nature of trade data which is usually characterized by sustaining trends and the fact that the ADF result for the *trade\_balance* is on the border of 10% level of significance, an assumption has been made that it is also integrated of degree one.

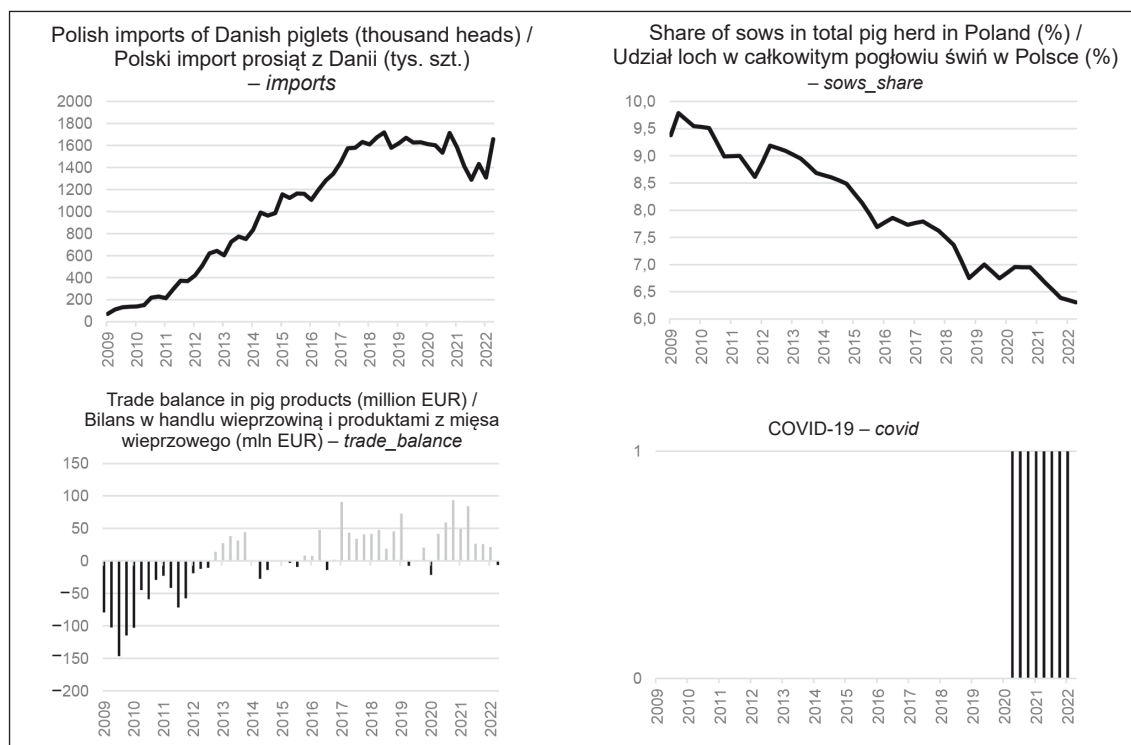
Miesięczne dane dotyczące polskiego importu duńskich prosiąt uzyskano z Danske Svineproducenter. Półroczne dane o wielkości pogłowia świń ogółem i liczbie loch w Polsce, potrzebne do obliczenia procentowego udziału loch w pogłowiu świń ogółem, pobrano z Eurostatu. Podobnie, miesięczne dane o wartości polskiego eksportu i importu produktów wieprzowych (mięsa i przetworów z mięsa, z wyłączeniem żywych zwierząt), potrzebne do obliczenia bilansu handlowego (eksport–import), również pochodzą z Eurostatu.

Ponieważ zmienne różnią się częstotliwością, obejmując dane od miesięcznych do półrocznych, zostały one ujednolicone i przeliczone na dane kwartalne. W związku z tym dla danych o polskim imporcie prosiąt z Danii i bilansie handlowym produktami wieprzowymi obliczono sumy kwartalne, natomiast dane o wielkości stada świń i liczbie loch poddano interpolacji liniowej. Istotną zaletą analizy danych kwartalnych zamiast miesięcznych jest mniejszy szum w szeregach czasowych, co ułatwia wnioskowanie na ich podstawie. Próba objęta analizą rozpoczyna się w I kwartale 2009 r., a kończy w II kwartale 2022 r. i jest uwarunkowana dostępnością półrocznych danych o wielkości pogłowia świń w Polsce. Przed 2009 r. dane miały częstotliwość roczną, więc aż trzy z czterech wartości musiałyby być interpolowane, co mogłoby wpłynąć na wyniki analizy. Wykres 8 przedstawia zmienne uwzględnione w modelu, natomiast w tabeli 1 zawiera ich statystyki opisowe.

Wszystkie zmienne, z wyjątkiem zmiennej *covid*, która jest binarna, zostały przetestowane na obecność pierwiastka jednostkowego przy użyciu testu ADF (Augmented Dickey–Fuller). Wyniki prowadzą do wniosku, że zmienne *imports* i *sows\_share* są zintegrowane stopnia pierwszego, podczas gdy zmienna jest stacjonarna przy 10% poziomie istotności – por. tabela 2. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę charakter danych dotyczących handlu, które zazwyczaj charakteryzują się utrzymującymi się trendami, oraz fakt, że wynik testu ADF dla *trade\_balance* znajduje się na granicy 10% poziomu istotności, przyjęto założenie, że jest ona również zintegrowana stopnia pierwszego.

Figure 8. Variables used in model

Wykres 8. Zmienne użyte w modelu



Source: Danske Svineproducenter (n.d.), Eurostat (2022).

Źródło: Danske Svineproducenter (b.d.), Eurostat (2022).

Table 1. Descriptive statistics of variables used in model

Tabela 1. Statystyki opisowe zmiennych wykorzystanych w modelu

Variable / Zmienna	Unit / Jednostka	Min. / Minimum	Median / Mediana	Mean / Średnia	Max. / Maksimum
<i>imports</i>	thousand heads / tys. szt.	70.7	1,159.2	1,023.8	1,718.6
<i>sows_share</i>	%	6.3	7.9	8.0	9.8
<i>trade_balance</i>	million EUR / mln EUR	-146.5	0.9	1.2	93.2

Source: authors' own calculations based on Danske Svineproducenter (n.d.) and Eurostat (2022) data.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Danske Svineproducenter (b.d.) i Eurostatu (2022).

Table 2. Results of ADF test

Tabela 2. Wyniki testu ADF

Specification / Wyszczególnienie	<i>imports</i>	<i>sows_share</i>	<i>trade_balance</i>
level / poziom	-1.31	-0.73	-2.68*
1 <sup>st</sup> difference / pierwsze różnice	-7.52***	-3.71***	-9.24***
test critical values / wartości krytyczne	1% level / poziom 1%	5% level / poziom 5%	10% level / poziom 10%
	-3.56	-2.92	-2.60

\*\*\*, \*\*, and \* denote significance level of 1%, 5%, and 10% / \*\*\*, \*\* i \* oznaczają 1%, 5% i 10% poziom istotności.

Source: author's own study.

Źródło: opracowanie własne.

Due to the fact that all analyzed variables are integrated of degree one, there may be at least one co-integrating relationship between them. In other words, there may exist some value  $\beta$  such that  $Y_t - \beta X_t$  is  $I(0)$ , although  $Y_t$  and  $X_t$  are both  $I(1)$ . In such a case  $Y_t$  and  $X_t$  are co-integrated and they share a common trend. Such co-integrating relationship may be interpreted as an approximation of a long-term equilibrium between these variables. The existence of the long-run relationship also determines the short-run behavior of the variables, as there has to be some mechanism that enables them to converge to their long-run equilibrium. This mechanism is defined as error-correction mechanism (Verbeek, 2004).

In order to test co-integration between variables the Johansen (Johansen & Juselius, 1990) procedure may be employed. In the first step, a  $p$ -lag vector autoregressive VAR ( $p$ ) model has to be estimated which in general form may be given by:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \Gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

where  $Y_t$  is a  $(n \times 1)$  vector of time series variables,  $\Gamma_i$  are  $(n \times n)$  coefficient matrices, while  $\varepsilon_t$  is a  $(n \times 1)$  vector of error terms. Assuming that the variables exhibit a cointegrating relationship, VAR ( $p$ ) model can be transformed into VECM ( $p-1$ ) model by subtracting  $Y_{t-1}$  from both sides, and then converting the  $Y_{t-1}$  terms to  $\Delta Y_{t-i+1}$  by successive substitution. A VECM ( $p-1$ ) model is given by:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

where  $\Delta$  is a first-difference operator,  $\Gamma$  shows the transitory effects, while matrix  $\Pi$  can be decomposed as the vector or matrix of adjustment parameters  $\alpha$  and the vector or matrix of cointegrated vectors  $\beta$ :

$$\Pi = \alpha\beta^T \quad (3)$$

If the variables are co-integrated, then  $rank(\Pi) \neq 0$  and it represents the number of co-integrating vectors.  $Rank(\Pi)$  in Johansen's procedure is tested by two likelihood-ratio tests: the trace test (4) and the maximum eigenvalue test (5):

$$J_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (4)$$

$$J_{max}(r) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{i+1}) \quad (5)$$

Ze względu na fakt, że wszystkie analizowane zmienne są zintegrowane stopnia pierwszego, może istnieć między nimi przynajmniej jedna relacja kointegrująca. Innymi słowy, może istnieć pewna wartość  $\beta$  taka, że  $Y_t - \beta X_t$  jest  $I(0)$ , choć zarówno  $Y_t$ , jak i  $X_t$  są  $I(1)$ . W takim przypadku  $Y_t$  i  $X_t$  są skointegrowane i odzwierciedlają wspólny trend. Taką relację kointegrującą można interpretować jako przybliżenie długookresowej równowagi między tymi zmiennymi. Istnienie długookresowej relacji determinuje również krótkookresowe zachowanie zmiennych, ponieważ musi istnieć pewien mechanizm, który umożliwia im powrót do długookresowej równowagi. Mechanizm ten określany jest jako mechanizm korekty błędem (Verbeek, 2004).

W celu zbadania kointegracji pomiędzy zmiennymi można zastosować procedurę Johansena (Johansen i Juselius, 1990). W pierwszym kroku należy oszacować model wektorowej autoregresji rzędu  $p$ , czyli VAR ( $p$ ), który w ogólnej postaci jest dany wzorem:

gdzie  $Y_t$  jest wektorem zmiennych  $(n \times 1)$ ,  $\Gamma_i$  jest macierzą współczynników  $(n \times n)$ , natomiast  $\varepsilon_t$  jest wektorem składnika losowego  $(n \times 1)$ . Zakładając, że zmienne wykazują kointegrację, model VAR ( $p$ ) można przekształcić w model VECM ( $p-1$ ) poprzez obustronne odjęcie  $Y_{t-1}$ , a następnie przekształcenie na  $Y_{t-i}$  na  $\Delta Y_{t-i+1}$  poprzez kolejne podstawienia. Model VECM ( $p-1$ ) jest dany wzorem:

gdzie  $\Delta$  jest operatorem pierwszych przyrostów,  $\Gamma$  pokazuje efekty przejściowe, natomiast macierz  $\Pi$  można zdekomponować na wektor lub macierz parametrów dostosowawczych  $\alpha$  oraz wektor lub macierz wektorów kointegrujących  $\beta$ :

Jeśli zmienne są skointegrowane, to  $rz(\Pi) \neq 0$  i oznacza liczbę wektorów kointegrujących.  $rz(\Pi)$  w procedurze Johansena jest badany za pomocą dwóch testów: testu śladu (4) oraz testu największej wartości własnej (5):

where  $T$  is the sample size,  $\hat{\lambda}_i$  is the  $i$ th ordered eigenvalue from the  $\Pi$  matrix, and  $r$  represents the number of cointegrating vectors, namely  $\text{rank}(\Pi)$ . The trace test verifies the null hypothesis of  $r$  cointegrating vectors against the alternative hypothesis of  $n$  cointegrating vectors. In turn, the maximum eigenvalue test verifies the null hypothesis of  $r$  cointegrating vectors against the alternative hypothesis of  $r + 1$  cointegrating vectors.

## Results

In the first step, an unconditional vector autoregressive (VAR) model was estimated with *imports*, *sows\_share*, *trade\_balance* as endogenous variables, and constant and *covid* as exogenous variables. Optimal lag selection was conducted based on the Schwarz (1978) and Hannan and Quinn (1979) criteria, and finally VAR(2) model was estimated. The Lagrange multiplier (LM) autocorrelation test confirmed no autocorrelation of the error term. It was also verified that the model is stable.

In the second step, the trace and maximum eigenvalue tests were conducted in order to test for co-integration between variables. The results of both trace and maximum eigenvalue tests indicate that there is one co-integrating relationship between variables—see Table 3.

gdzie  $T$  jest wielkością próby,  $\hat{\lambda}_i$  jest  $i$ -tą uporządkowaną wartością własną z macierzy  $\Pi$ , a  $r$  oznacza liczbę wektorów kointegrujących, czyli  $\text{rz}(\Pi)$ . Test śladu pozwala na weryfikację hipotezy zerowej o istnieniu  $r$  wektorów kointegrujących wobec hipotezy alternatywnej o istnieniu  $n$  wektorów kointegrujących. Z kolei test najwyższej wartości własnej pozwala na zweryfikowanie hipotezy zerowej o istnieniu  $r$  wektorów kointegrujących przy hipotezie alternatywnej o istnieniu  $r + 1$  wektorów kointegrujących.

## Wyniki

W pierwszym kroku oszacowano bezwarunkowy model wektorowej autoregresji (VAR) ze zmiennymi *imports*, *show\_share*, *trade\_balance* jako zmiennymi endogenicznymi oraz stałą i zmienną *covid* będącymi zmiennymi egzogenicznymi. Optymalny wybór opóźnień przeprowadzono na podstawie kryteriów Schwarza (1978) oraz Hannana i Quinna (1979) i ostatecznie oszacowano model VAR(2). Test mnożnika Lagrange’a (LM) potwierdził brak autokorelacji reszt modelu. Potwierdzono również, że model jest stabilny.

W drugim kroku przeprowadzono testy śladu i najwyższej wartości własnej w celu sprawdzenia kointegracji pomiędzy zmiennymi. Wyniki zarówno testu śladowych, jak i najwyższej wartości własnej wskazują na istnienie jednej relacji kointegracyjnej pomiędzy zmiennymi – por. tabela 3.

**Table 3. Results of Johansen co-integration test**

**Tabela 3. Wyniki testu Johansena na kointegrację zmiennych**

Cointegration rank / Rząd kointegracji	Trace test / Test śladu	Maximum eigenvalue test / Test najwyższej wartości własnej	
r = 0	38.50***	32.87***	
r ≤ 1	5.63	4.93	
r ≤ 2	0.69	0.69	
Trace test – critical values / Test śladu – wartości krytyczne			
	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
r = 0	35.46	29.80	27.07
r ≤ 1	19.94	15.49	13.43
r ≤ 2	6.63	3.84	2.71
Maximum eigenvalue test – critical values / Test najwyższej wartości własnej – wartości krytyczne			
	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
r = 0	25.86	21.13	18.89
r ≤ 1	18.52	14.26	12.30
r ≤ 2	6.63	3.84	2.71

\*\*\*, \*\*, and \* denote significance level of 1%, 5%, and 10% / \*\*\*, \*\* i \* oznaczają 1%, 5% i 10% poziom istotności.

Source: author's own study.

Źródło: obliczenia własne.



In the third step, on the base of detected co-integrating relationship confirmed between variables, the VECM (1) model was estimated. The Lagrange multiplier (LM) autocorrelation test indicated no autocorrelation of error term, error term has a normal distribution, and the estimated model is stable. The detailed results of the model are presented in Table 4.

W trzecim kroku, na podstawie relacji kointegrującej potwierdzonej pomiędzy zmiennymi, oszacowano model VECM (1). Test mnożnika Lagrange'a (LM) wykazał brak autokorelacji reszt modelu, które mają rozkład normalny, a oszacowany model jest stabilny. Szczegółowe wyniki modelu przedstawiono w tabeli 4.

**Table 4. Results of the VECM (1) model**

**Tabela 4. Wyniki modelu VECM (1)**

Cointegrating vector / Wektor kointegrujący:			
<i>imports</i>	<i>sows_share</i>	<i>trade_balance</i>	constant / stała
1	496.36	-5.13	-5,010.28
Error Correction / Korekta błędem:	$\Delta()$	$\Delta(\textit{sows\_share})$	$\Delta(\textit{trade\_balance})$
CointEq1 / Równanie kointegrujące	-0.12**	0.00	0.077***
	(0.05)	(0.00)	(0.02)
$\Delta(\textit{imports}(-1))$	-0.29*	0.00	-0.12**
	(0.15)	(0.00)	(0.05)
$\Delta(\textit{sows\_share}(-1))$	235.45***	0.29**	-58.77**
	(77.05)	(0.12)	(27.63)
$\Delta(\textit{trade\_balance}(-1))$	-0.18	0.00	-0.07
	(0.35)	(0.00)	(0.13)
C	74.12***	-0.04*	-3.47
	(13.86)	(0.02)	(4.97)
<i>covid</i>	-152.14***	-0.05	31.27**
	(35.94)	(0.06)	(12.89)
R-squared / R-kwadrat	0.37	0.22	0.37

\*\*\*, \*\*, and \* denote significance level of 1%, 5%, and 10% / \*\*\*, \*\*, i \* oznaczają 1%, 5% i 10% poziom istotności.

Values in parentheses represent standard errors / Wartości w nawiasach przedstawiają błędy standardowe.

Source: author's own study.

Źródło: obliczenia własne.

The main conclusions from the co-integrating relationship are as follows:

Firstly, the results confirm that there is a negative dependence between *sows\_share* and *imports* variables. A decrease in the share of sows in total pig herd in Poland by one percentage point in long-term leads to *ceteris paribus* increase of imports of Danish piglets by 496.4 thousand heads. The direction of this dependence was confirmed by the Granger causality test which shows that *sows\_share* variable Granger causes *imports* variable, while there is no opposite causality. It suggests that the reason for a strong increase in imports of Danish piglets is rather internal and it is associated with the low competitiveness and

Główne wnioski z oszacowanej relacji kointegrującej są następujące:

Po pierwsze, wyniki potwierdzają istnienie ujemnej zależności pomiędzy zmiennymi *sows\_share* i *imports*. Spadek udziału loch w pogłowie świń ogółem w Polsce o jeden punkt procentowy w długim okresie prowadzi *ceteris paribus* do wzrostu importu duńskich prosiąt o 496,4 tys. sztuk. Kierunek tej zależności został potwierdzony testem przyczynowości Grangera, który pokazuje, że zmienna *sows\_share* jest przyczyną w sensie Grangera zmiennej *imports*, podczas gdy odwrotna przyczynowość nie występuje. Sugeruje to, że przyczyna silnego wzrostu importu duńskich prosiąt ma raczej charakter wewnętrzny

profitability of piglet production in Poland. In other words, due to the fact that many domestic farmers had abandoned production of piglets due to its low profitability, the processing sector was forced to increase imports. It may be argued that the relation between *sows\_share* and *imports* variables should be bidirectional. Firstly, increased imports of piglets was at least initially associated with the activities of large meat processors, often with foreign capital, including Danish capital. These enterprises purchase foreign raw material either because of the homogeneity of larger batches, their higher quality or for reasons of the so-called economic patriotism. Such purchasing strategies are negative for demand for domestic piglets and may be conducive to lowering the population of sows in Poland. Secondly, higher imports of piglets from Denmark to Poland may be also an effect of strategy of Danish pig sector which once made decision to specialize in the production of piglets and to quit finishing due to its decreasing profitability and growing pressures from restrictive environmental protection regulations. Nevertheless, such a bidirectional causality was not confirmed by data.

Secondly, the results indicate that there is a positive dependence between *trade\_balance* and *imports* variables. An increase of trade balance by one million euro *ceteris paribus* in long-term corresponds to an increase of imports of Danish piglets by 5.1 thousand heads.

Thirdly, the constant term equal to 5010.3 thousand heads represents a quarterly volume of Polish imports of piglets from Denmark in purely hypothetical situation where all remaining variables are equal to zero. In other words, it can be treated as a hypothetical level of imports in conditions of lack of domestic production of piglets in Poland and trade balance in pig products equal to zero.

Furthermore, the results of the model show that in quarters during COVID-19 pandemic the Polish imports of piglets from Denmark were on average by 152.1 thousand heads lower than in quarters before the pandemic.

## Conclusions

Over the last two decades, a profound transformation of the pig sector in Poland has been observed. It has specialized in pig finishing and meat processing, while the domestic production of piglets has been declining. To fulfill the gap resulting from insufficient domestic production of pigs, Poland has become strongly dependent on imports of piglets, mainly from Denmark. Some market observers may argue

i jest związana z niską konkurencyjnością i opłacalnością produkcji prosiąt w Polsce. Innymi słowy, ze względu na fakt, że wielu krajowych rolników zaniechało produkcji prosiąt z powodu jej niskiej opłacalności, sektor przetwórstwa był zmuszony do zwiększenia importu. Można argumentować, że związek między zmiennymi *sows\_share* oraz *imports* powinien być dwukierunkowy. Po pierwsze, wzrost importu prosiąt był przynajmniej początkowo związany z działalnością dużych przetwórców mięsa, często z kapitałem zagranicznym, w tym duńskim. Przedsiębiorstwa te kupują zagraniczny surowiec albo ze względu na jednorodność większych partii, jego wyższą jakość, albo z powodów tzw. patriotyzmu gospodarczego. Takie strategie zakupowe są negatywne dla popytu na krajowe prosięta i mogą sprzyjać obniżaniu pogłowia loch w Polsce. Po drugie, większy import prosiąt z Danii do Polski może być także efektem strategii duńskiego sektora trzody chlewnej, który w pewnym momencie podjął decyzję o wyspecjalizowaniu się w produkcji prosiąt i rezygnacji z tuczu ze względu na jego malejącą rentowność i rosnącą presję ze strony restrykcyjnych przepisów ochrony środowiska. Niemniej jednak takiej dwukierunkowej przyczynowości nie udało się potwierdzić na podstawie analizowanych danych.

Po drugie, wyniki wskazują na istnienie dodatniej zależności pomiędzy zmiennymi *trade\_balance* i *imports*. Wzrost bilansu handlowego o jeden milion euro *ceteris paribus* w długim okresie prowadzi do wzrostu importu duńskich prosiąt o 5,1 tys. sztuk.

Po trzecie, stała równa 5010,3 tys. sztuk reprezentuje kwartalną wielkość polskiego importu prosiąt z Danii w czysto hipotetycznej sytuacji, gdyby wszystkie pozostałe zmienne były równe zero. Innymi słowy, można tę wartość traktować jako hipotetyczny poziom importu w warunkach braku krajowej produkcji prosiąt w Polsce i zerowego bilansu handlowego produktami wieprzowymi.

Ponadto wyniki modelu wskazują, że w kwartałach podczas pandemii COVID-19 polski import prosiąt z Danii był średnio o 152,1 tys. sztuk niższy niż w kwartałach przed pandemią.

## Wnioski

W ostatnich dwóch dekadach doszło do głębokiej transformacji sektora trzody chlewnej w Polsce. Nastąpiła jego specjalizacja w zakresie tuczu świń i przetwórstwa mięsa, przy jednoczesnym spadku krajowej produkcji prosiąt. Aby wypełnić lukę wynikającą z niewystarczającej krajowej produkcji prosiąt, Polska stała się silnie uzależniona od ich importu, głównie z Danii. Część osób może

that such a specialization is a positive tendency as it simply reveals comparative advantage of Poland in pig finishing. In other words, thanks to international trade Poland's pig sector may benefit more from outsourcing piglets from Denmark and specializing in pig finishing, than trying to hold whole pig supply chain on its own. Nevertheless, there are some serious risks associated with a such specialization.

Firstly, it poses a threat to the stability of the Polish pig industry, as any distortions in supply chain may deprive it from the access to the raw material. It is especially important in context of discussion on Poland's food security intensified by COVID-19 pandemic and war in Ukraine.

Secondly, such a specialization may be not sustainable in the long-term as current EU legislation in the field of agriculture, inter alia, the Farm to Fork Strategy aims at shortening of food supply chains and improving animal welfare. Transporting live animals at long distance from Denmark to Poland clearly stands at odds with the evolution of EU policy for agriculture.

Thirdly, there is much higher value added at the stage of the production of piglets than at the stage of pig finishing. Therefore, it may be assumed that benefits from trade due to Denmark's specialization in the production of piglets and Poland in pig finishing are uneven which additionally lowers the competitiveness of the Polish pig industry, as it loses a significant part of margin within pork supply chain. Therefore, this is why strong dependence on imports of piglets from Denmark is widely considered as a barrier for growth for the pig industry in Poland.

The results of econometric modeling show that the imports of piglets from Denmark may be explained by a degree of specialization of the Polish pig industry in pig finishing, phase of the pig cycle, and competitiveness of the Polish pig industry. Furthermore, the results of econometric modelling indicate that the COVID-19 pandemic had a temporary negative impact on the volume of Polish imports of piglets from Denmark. Taking into consideration the main reasons for growing imports of Danish piglets to Poland, it seems that this trend will remain unchanged without strong intervention of economic policy tailored to induce effective domestic production of piglets and increase self-sufficiency in their production. In other case, it may be expected that the share of Danish piglets in pig herd will be growing, deteriorating the long-term prospects for pig industry in Poland. It would be negative for Poland's food security as pork is still the most consumed meat in Poland. Furthermore, taking into consideration the stability of its consumption

stwierdzić, że taka specjalizacja jest pozytywną tendencją, gdyż ujawnia przewagę komparatywną Polski w tuczu świń. Innymi słowy, dzięki handlowi międzynarodowemu polski sektor trzody chlewnej może odnieść większe korzyści z importu prosiąt z Danii i specjalizacji w tuczu świń, niż w sytuacji gdyby próbował samodzielnie utrzymać cały łańcuch dostaw trzody chlewnej. Niemniej istnieje kilka poważnych zagrożeń związanych z taką specjalizacją.

Po pierwsze, stanowi ona ryzyko dla stabilności polskiego przemysłu wieprzowego, gdyż wszelkie zakłócenia w łańcuchu dostaw mogą pozbawić go dostępu do surowca. Jest to szczególnie ważne w kontekście dyskusji o bezpieczeństwie żywnościowym Polski, nasilonej przez pandemię COVID-19 i wojnę w Ukrainie.

Po drugie, taka specjalizacja może być nie do utrzymania w dłuższej perspektywie, gdyż obecne prawodawstwo unijne w zakresie rolnictwa, m.in. strategia „Od pola do stołu”, ma na celu skrócenie łańcuchów dostaw żywności i poprawę dobrostanu zwierząt. Transport żywych zwierząt na duże odległości z Danii do Polski stoi zatem w oczywistej sprzeczności z ewolucją polityki UE w zakresie rolnictwa.

Po trzecie, na etapie produkcji prosiąt tworzona jest znacznie wyższa wartość dodana niż na etapie tuczu świń. Można więc przyjąć, że korzyści z wymiany handlowej wynikające ze specjalizacji Danii w produkcji prosiąt i Polski w tuczu świń są nierównomierne, co dodatkowo obniża konkurencyjność polskiego przemysłu wieprzowego, gdyż traci on znaczną część marży w ramach łańcucha dostaw wieprzowiny. Dlatego też silne uzależnienie od importu prosiąt z Danii jest powszechnie uważane za barierę rozwoju dla sektora trzody chlewnej w Polsce.

Wyniki modelowania ekonometrycznego wskazują, że import prosiąt z Danii może być tłumaczony stopniem specjalizacji polskiego przemysłu wieprzowego w tuczu, fazą cyklu świńskiego oraz konkurencyjnością polskiego sektora trzody chlewnej. Ponadto wyniki estymacji wskazują, że pandemia COVID-19 miała przejściowy negatywny wpływ na wielkość polskiego importu prosiąt z Danii. Biorąc pod uwagę główne przyczyny wzrostu importu duńskich prosiąt przez Polskę, wydaje się, że tendencja ta nie ulegnie odwróceniu bez silnej interwencji polityki gospodarczej dostosowanej do pobudzenia efektywnej krajowej produkcji prosiąt i zwiększenia samowystarczalności w ich produkcji. W przeciwnym razie można oczekiwać, że udział duńskich prosiąt w krajowym pogłowie świń będzie rósł, pogarszając długoterminowe perspektywy przemysłu

it is highly unlikely that it will decline markedly in the future, even bearing in mind the pressures from some activists, NGOs and policymakers on reducing meat consumption due to environmental issues. It is worth noting that such a policy intervention would be in line with the Farm to Fork Strategy as it will lead to shortening of supply chain in pig market in Poland reducing its pressure on the natural environment, possibly resulting in the improvement of animal welfare.

wieprzowego w Polsce. Byłoby to negatywne dla bezpieczeństwa żywnościowego Polski, gdyż wieprzowina jest nadal najczęściej spożywanym mięsem w Polsce. Co więcej, biorąc pod uwagę stabilność jej spożycia, jest mało prawdopodobne, aby w przyszłości uległo ono znacznemu zmniejszeniu, nawet pod wpływem nacisków części aktywistów, organizacji pozarządowych i polityków zmierzających do ograniczenia spożycia mięsa ze względu na kwestie środowiskowe. Warto zauważyć, że taka interwencja ze strony polityki gospodarczej byłaby jednocześnie spójna ze strategią „Od pola do stołu”, ponieważ doprowadziłaby ona do skrócenia łańcucha dostaw na rynku wieprzowiny w Polsce, zmniejszając jego presję na środowisko naturalne, co mogłoby przyczynić się do poprawy dobrostanu zwierząt.



## References

- Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). (2021). *Markt Bilanz Vieh und Fleisch 2021*, Bonn. [https://www.ami-informiert.de/fileadmin/shop/bestellformulare/AMI\\_20101\\_Markt\\_Bilanz\\_Vieh\\_und\\_Fleisch\\_2021.pdf](https://www.ami-informiert.de/fileadmin/shop/bestellformulare/AMI_20101_Markt_Bilanz_Vieh_und_Fleisch_2021.pdf)
- Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB). (2021). *2020 Pig Cost of Production in Selected Countries*. [https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Pork/CostOfPigProduction\\_2020\\_4568\\_161121\\_WEB.pdf](https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Pork/CostOfPigProduction_2020_4568_161121_WEB.pdf)
- Augustyńska, I. (2017). Zmiany opłacalności produkcji wieprzowiny w regionie Mazowsze i Podlasie w latach 2014–2016 (po wystąpieniu ASF) / Changes in the Profitability of Pork Production in the Mazowsze and Podlasie Region in 2014–2016 (After the Appearance of ASF). *Problemy Drobnych Gospodarstw Rolnych / Problems of Small Agricultural Holdings*, 4, 5–19. <https://doi.org/10.15576/PDGR/2017.4.5>
- Blicharski, T., & Hammermeister, A. (2013). *Strategia odbudowy i rozwoju produkcji trzody chlewnej w Polsce do roku 2030*. Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej POLSUS. <https://www.polsus.pl/images/photos/Wydawnictwa/Strategia%20odbudowy/Strategia%20odbudowy%20i%20rozwoju%20produkcji%20trzody%20chlewnej%20w%20Polsce%20do%20roku%202030.pdf>
- Bórawski, P., Tarnowska, N., & Żuchowski, I. (2018). Development of Pig Market in Poland Against EU Background. *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy*, 11, 235–244. <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.ceon.element-2a5ed0ab-d04e-3e63-afc7-6dbc908ee37f/c/pdf-01.3001.0013.0470.pdf>
- Danske Svineproducenter. (n.d.). Eksporter Flytterregister. Retrieved September 20, 2022, from <https://danskevineproducenter.dk/eksporter-flytterregister/>
- Eurostat. (2022, September 20). *Database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
- Główny Urząd Statystyczny (GUS). (2017). *Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2016 r.* [https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5507/5/5/1/charakterystyka\\_gospodarstw\\_rolnych\\_2016.pdf](https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5507/5/5/1/charakterystyka_gospodarstw_rolnych_2016.pdf)
- Główny Urząd Statystyczny (GUS). (2022, September 15). *Pogłowie świń według stanu w czerwcu 2022 r.* [https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5508/10/6/1/poglowie\\_swin\\_wedlug stanu\\_w\\_czerwcu\\_2022\\_r.pdf](https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5508/10/6/1/poglowie_swin_wedlug stanu_w_czerwcu_2022_r.pdf)
- Hamulczuk, M., & Stańko, S. (2013). Factors Affecting Changes in the Prices and Farmers' Incomes in the Polish Pig Market. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 336(3), 44–66.
- Hannan, E.J., & Quinn, B.G. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 41(2), 190–195. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1979.tb01072.x>
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration – with Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169–210. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>
- Kowalski, A., & Onopiuk, A. (2021). *Wieprzowina – nowa perspektywa. Raport 2021*. Związek Polskie Mięso. <https://polskie-mieso.pl/wp-content/uploads/2021/12/Raport-Wieprzowina-nowa-perspektywa1.pdf>
- Kozera-Kowalska, M. (2017). The Food Security and Safety in the Case of Pork Production in Poland. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 43(1), 95–102. <https://doi.org/10.17306/J.JARD.2017.00258>
- Micek, G., Neo, H., & Górecki, J. (2011). Foreign Direct Investment, Institutional Context and the Changing Polish Pig Industry. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 93(1), 41–55. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0467.2011.00360.x>
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. (n.d.). Rynek wieprzowiny. Retrieved November 20, 2022, from <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rynek-wieprzowiny>
- Mirkowska, Z., & Zięta, W. (2015). Economic Situation and Productivity of the Polish Pig Holdings. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 342(1), 40–54. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.245043>
- Mirkowska, Z., & Zięta, W. (2019). Competitive Position of the Polish Farms Aimed at Pig Farming. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 358(1), 44–63. <https://doi.org/10.30858/zer/103751>
- Olszańska, A. (2017). Zmiany wielkości produkcji wieprzowiny i jej struktury w Unii Europejskiej ze szczególnym uwzględnieniem pozycji krajów przyjętych po 2004 r. / Changes in Pork Production and in its Structure in the European Union, with Particular Focus on the Position of Countries that Joined the EU after 2004. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 17(2), 166–175. <https://doi.org/10.22630/PRS.2017.17.2.36>
- Pepliński, B. (2019). *Determinanty regionalnych zmian w sektorze produkcji trzody chlewnej w Polsce*. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.
- Skarżyńska, A. (2018). Opłacalność produkcji żywca wieprzowego w Polsce. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 3, 49–64. <https://bibliotekanauki.pl/articles/2049767.pdf>
- Stańko, S., & Mikuła, A. (2017). Tendencje na rynku mięsa wieprzowego na świecie i w Polsce w latach 2000–2016. *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 104(3), 54–65. <https://doi.org/10.22630/RNR.2017.104.3.21>

- Stańko, S., & Mikuła, A. (2019). Zmiany na rynku mięsa wieprzowego w Polsce w latach 2001–2017 / Changes on the Pork Meat Market in Poland in the Years 2001–2017. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 19(2), 174–185. <https://doi.org/10.22630/PRS.2019.19.2.33>
- Stępień, S. (2014). Zmiany strukturalne w sektorze wieprzowiny w wybranych krajach Unii Europejskiej. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 1(31), 133–141. <https://www1.up.poznan.pl/jard/index.php/jard/article/view/483/353>
- Szymańska, E.J. (2014). Konkurencyjność polskiej wieprzowiny na rynku Unii Europejskiej / Competitiveness of Polish Pork on the European Union Market. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu / Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 16(4), 298–303.
- Szymańska, E.J. (2017). *Wyzwania na rynku żywca wieprzowego w Polsce*. Wydawnictwo SGGW. [https://www.iz.sggw.pl/wp-content/uploads/2016/10/Wyzwania\\_zywca\\_pl.pdf](https://www.iz.sggw.pl/wp-content/uploads/2016/10/Wyzwania_zywca_pl.pdf)
- Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461–464. <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>
- Tereszczuk, M. (2014). Internacjonalizacja polskiego sektora mięsnego / The Internationalization of Polish Meat Sector. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu / Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 16(4), 316–322. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.205198>
- Tereszczuk, M. (2018). Rynek mięsa wieprzowego w Polsce w obliczu afrykańskiego pomoru świń (ASF) / The Pork Market in Poland in the Face of African Swine Fever (ASF). *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 18(3), 306–314. <https://doi.org/10.22630/PRS.2017.17.3.88>
- Utnik-Banaś, K. (2015). Struktura gospodarstw specjalizujących się w produkcji trzody chlewnej w Polsce / The Structure of Farms Specialising in Pig Production in Poland. *Problemy Drobnych Gospodarstw Rolnych / Problems of Small Agricultural Holdings*, 2, 69–80. <https://doi.org/10.15576/PDGR/2015.2.69>
- Verbeek, M. (2004). *A Guide to Modern Econometrics* (2nd Ed.). John Wiley & Sons.
- Zawadzka, D. (2019). Wybrane aspekty rynku prosiąt w Polsce, Niemczech i Danii / Selected Aspects of the Piglet Market in Poland, Germany and Denmark. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 19(4), 113–125. <https://doi.org/10.22630/PRS.2019.19.4.61>
- Zawadzka, D. (2020). Degree of Concentration of Pig Production in the Context of Trading on the Food Platform. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 363(2), 130–141. <https://doi.org/10.30858/zer/120875>
- Ziętara, W. (Ed.). (2014). *Polskie gospodarstwa trzodowe i drobiarskie na tle gospodarstw wybranych krajów Unii Europejskiej*. Program Wieloletni 2011–2014, 103. IERiGŻ PIB. <http://ierigz.waw.pl/publikacje/raporty-programu-wieloletniego-2011-2014/17852,0,3,0,nr-103-polskie-gospodarstwa-trzodowe-i-drobiarskie-na-tle-gospodarstw-wybranych-krajow-unii-europejskiej.html>
- Ziętara, W. (2019). Production of Live Pigs in Poland – Conditions and Prospects. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu / Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 21(1), 101–110. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.0859>
- Żekało, M. (2013). Sytuacja producentów żywca wieprzowego i konsekwencje dla rynku wieprzowiny w Polsce / The Situation of Producers of Pigs for Fattening and the Impact on Pork Market in Poland. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu / Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 15(4), 480–484. <https://bibliotekanauki.pl/articles/867114.pdf>

Submission date / Data nadesłania: 22.02.2023.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 20.03.2023.

Acceptance date / Data akceptacji: 12.05.2023.

© 2023 Olipra, J. This is an open access article licensed under the Creative Commons

Attribution-NonCommercial-NoDerivs License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



Autorskie prawa osobiste: Olipra, J. (2023). Niniejszy artykuł został opublikowany w otwartym dostępie na licencji

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

