



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

*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.

THE ADVANCEMENT OF DIGITALIZATION PROCESSES IN FOOD INDUSTRY ENTERPRISES IN THE EUROPEAN UNION

ZAAWANSOWANIE PROCESÓW CYFRYZACJI W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRZEMYSŁU SPOŻYWCZEGO W UNII EUROPEJSKIEJ

KATARZYNA KOSIOR

Citation: Kosior, K. (2022). The Advancement of Digitalization Processes in Food Industry Enterprises in the European Union / Zaawansowanie procesów cyfryzacji w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w Unii Europejskiej. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 371(2), 28–46. <https://doi.org/10.30858/zer/146782>

Abstract

The aim of the article is to assess the directions, pace, and advancement of digital transformation in food industry enterprises in the European Union (EU). The analysis uses statistical data collected in public databases as well as secondary data from the state-of-the-art literature and surveys carried out in enterprises in the sector. Moreover, the Digital Intensity Index developed by Eurostat was used. The progress made by food industry enterprises in terms of digitalization was assessed in terms of their relevance to the prospects of building a more sustainable food system in the EU. The conducted analysis allows to conclude that even though the pace of digitalization in the sector's enterprises has accelerated in recent years, the level and scope of digital changes is still limited. What is more, large inequalities in the level of digitalization, visible both within the sector itself and between EU Member States, remain a problem. The directions of using digital solutions show that digitalization is seen mainly to increase production efficiency and attract new customers and sales channels. Parallel possibilities to support environmental and climate protection are not yet sufficiently exploited. Given the challenges related to the implementation of the European Green Deal, it is necessary to accelerate and expand the scope of digitalization in EU food industry enterprises.

Keywords: digitalization, food industry, European Union.

JEL codes: L20, L66, M13, O14, O33.

Abstrakt

Celem artykułu jest ocena kierunków, tempa oraz stanu zaawansowania cyfrowej transformacji w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w Unii Europejskiej (UE). W analizie wykorzystano dane statystyczne gromadzone w publicznych bazach danych oraz dane wtórne pochodzące z literatury przedmiotu i badań ankietowych realizowanych w przedsiębiorstwach sektora. Wykorzystano ponadto wskaźnik intensywności cyfrowej opracowany przez Eurostat. Postępy przedsiębiorstw przemysłu

spożywczego w zakresie cyfryzacji oceniano pod kątem ich znaczenia dla perspektyw budowy bardziej zrównoważonego systemu żywnościowego w UE. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że choć w ostatnich latach tempo cyfryzacji w przedsiębiorstwach sektora przyspieszyło, poziom i zakres cyfrowych zmian wciąż jest ograniczony. Ponadto problemem pozostają duże nierówności w poziomie cyfryzacji, widoczne zarówno w samym sektorze, jak i między państwami członkowskimi UE. Kierunki wykorzystania rozwiązań cyfrowych pokazują, że cyfryzacja postrzegana jest głównie jako sposób na zwiększanie wydajności produkcji oraz pozyskiwanie nowych klientów i kanałów sprzedaży. Równoległe możliwości wsparcia ochrony środowiska i klimatu nie są jeszcze dostatecznie wykorzystywane. Biorąc pod uwagę wyzwania związane z wdrażaniem Europejskiego Zielonego Ładu, konieczne jest przyspieszenie oraz rozszerzenie zakresu cyfryzacji w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE.

Słowa kluczowe: cyfryzacja, przemysł spożywczy, Unia Europejska.

Kody JEL: L20, L66, M13, O14, O33.

Introduction

The ongoing digitalization processes understood both as the processes of converting information and analog data into digital information and data, as well as the processes of adopting digital technologies, such as applications and software to improve production processes and processes related to business management are important factors resulting in changes in the sector of food industry enterprises. In the present conditions of technological and economic development, there are no enterprises that would not use digital technologies (information and communication technologies) to some extent. Most of them, however, do not fully use the possibilities offered by digital technologies and advanced (automated) data analysis. The latter are a key distinguishing feature of the Industry 4.0 concept, which is currently one of the main development trends in the industrial enterprise sector (Zheng et al., 2021).

The widest possible use of data and digital technologies, including full digital transformation towards Industry 4.0, is particularly important in the sector of food industry enterprises. The food industry is one of the most important sectors in the European Union (EU) economy both in terms of turnover, value added, and employment (FoodDrinkEurope, 2020). At the same time, however, it is characterized by a relatively low level of innovation, which may pose a threat to its further development and maintaining its competitive position (Chechelski et al., 2015). Digital technologies can enhance innovation, efficiency, and competitiveness of enterprises. At the same time, it is emphasized that digitalization can help achieve goals of environmental protection and sustainable development. The latter applications are particularly relevant in view of the new requirements set out in the EU's strategies for the European Green Deal, including the Farm to Fork Strategy,

Wstęp

Istotnym czynnikiem prowadzącym do zmian w sektorze przedsiębiorstw przemysłu spożywczego są postępujące procesy cyfryzacji, rozumiane zarówno jako procesy konwersji informacji i danych analogowych na informacje i dane cyfrowe, jak i procesy przyjmowania technologii cyfrowych, takich jak aplikacje i oprogramowanie służące usprawnieniu procesów produkcyjnych i procesów związanych z zarządzaniem przedsiębiorstwem. W obecnych warunkach rozwoju technologicznego i gospodarczego nie ma przedsiębiorstw, które w jakimś stopniu nie korzystałyby z technologii cyfrowych (technologii informacyjno-komunikacyjnych). Większość z nich nie wykorzystuje jednak w pełni możliwości, jakie oferują technologie cyfrowe i zaawansowane (zautomatyzowane) analizy danych. Te ostatnie są kluczowym wyróżnikiem koncepcji Przemysłu 4.0, która jest obecnie jednym z głównych trendów rozwojowych w sektorze przedsiębiorstw przemysłowych (Zheng i in., 2021).

Jak najszerze wykorzystanie danych i technologii cyfrowych, w tym pełna transformacja cyfrowa w kierunku Przemysłu 4.0, jest szczególnie istotne w sektorze przedsiębiorstw przemysłu spożywczego. Przemysł spożywczy jest jednym z najważniejszych sektorów w gospodarce Unii Europejskiej (UE) – zarówno pod względem obrotów, jak i wartości dodanej oraz zatrudnienia (FoodDrinkEurope, 2020). Równocześnie jednak cechuje go stosunkowo niski poziom innowacyjności, co może stanowić zagrożenie dla jego dalszego rozwoju i utrzymania pozycji konkurencyjnej (Chechelski i in., 2015). Technologie cyfrowe mogą wzmacniać innowacyjność, efektywność i konkurencyjność przedsiębiorstw. Podkreśla się równocześnie, że cyfryzacja może pomóc w realizacji celów związanych z ochroną środowiska i trwałym rozwojem.

which directly affects the agri-food sector. For this reason, it is important to constantly monitor and assess the advancement of digitalization processes in enterprises in the sector.

The aim of the article is to assess the level of digitalization of food industry enterprises in the European Union. The technologies and digital solutions used in enterprises in the sector as well as the basic directions of digital changes were indicated. The article also discusses the impact of the COVID-19 pandemic on digitalization processes in the food industry. The outbreak of the pandemic resulted in a marked increase in interest in investments in digital solutions, especially those that reduced the dependence of enterprises on the presence of employees in the workplace both at the office and production lines. Given the new challenges related to the implementation of the European Green Deal, progress towards the digital transformation of the EU food industry are also assessed in terms of its relevance to the prospects of building a more sustainable food system.

The assessment of the degree of integration of digital technologies in food industry enterprises is based on statistical data collected in public databases and secondary data from the literature on the subject and surveys carried out in enterprises in the sector. The analysis uses the Digital Intensity Index developed by Eurostat. Firstly, the article presents the general framework of digitalization processes in enterprises in the sector related to the goals and strategies adopted at the EU level. Next, the paper discusses issues related to the use of individual digital technologies and solutions as well as changes in the Digital Intensity Index in the sector, both in the EU as a whole and in individual Member States. The second part of the article analyzes the impact of the pandemic on the pace and directions of digitalization in the food industry and the extent to which the current digital transformation in the sector supports the goals of green transformation in the EU. The article ends with conclusions.

Te ostatnie zastosowania są szczególnie istotne w związku z nowymi wymogami określonymi w unijnych strategiach na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu, w tym w strategii „Od pola do stołu”, która bezpośrednio dotyczy sektora rolno-spożywczego. Z tego względu istotny jest stały monitoring oraz ocena stanu zaawansowania procesów cyfryzacji w przedsiębiorstwach sektora.

Celem artykułu jest ocena poziomu cyfryzacji przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w Unii Europejskiej. Wskazane zostaną technologie i rozwiązania cyfrowe wykorzystywane w przedsiębiorstwach sektora oraz podstawowe kierunki cyfrowych zmian. W artykule omówiony zostanie ponadto wpływ, jaki na procesy cyfryzacji w przemyśle spożywczym miała pandemia COVID-19. Wybuch pandemii doprowadził do wyraźnego wzrostu zainteresowania inwestycjami w rozwiązania cyfrowe, w szczególności takie, które zmniejszały zależność przedsiębiorstw od obecności pracowników w zakładzie pracy – zarówno w biurze, jak i przy liniach produkcyjnych. Biorąc pod uwagę nowe wyzwania związane z wdrażaniem Europejskiego Zielonego Ładu, postępy na drodze do cyfrowej transformacji w przemyśle spożywczym w UE ocenione zostaną również pod kątem ich znaczenia dla perspektyw budowy bardziej zrównoważonego systemu żywnościowego.

Ocena stopnia integracji technologii cyfrowych w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego opierać będzie się na danych statystycznych gromadzonych w publicznych bazach danych oraz na danych wtórnych pochodzących z literatury przedmiotu i badań ankietowych realizowanych w przedsiębiorstwach sektora. W analizie wykorzystany zostanie wskaźnik intensywności cyfrowej (ang. *Digital Intensity Index*) opracowany przez Eurostat. W artykule w pierwszej kolejności zaprezentowane zostaną ogólne ramy procesów cyfryzacji w przedsiębiorstwach sektora związane z celami i strategiami przyjmowanymi na szczeblu UE. W dalszej kolejności omówione zostaną zagadnienia związane z wykorzystaniem poszczególnych technologii i rozwiązań cyfrowych oraz zmiany wskaźnika intensywności cyfrowej w sektorze, zarówno w UE jako całości, jak i w poszczególnych państwach członkowskich. W drugiej części artykułu analizowany będzie wpływ pandemii na tempo i kierunki cyfryzacji w przemyśle spożywczym oraz zakres, w jakim obecna cyfrowa transformacja w sektorze wspiera cele zielonej transformacji w UE. Artykuł kończą wnioski.

Directions of Digital Transformation in the EU until 2030

Digital transformation of the economy is one of the EU's top priorities. In many documents and strategies, EU institutions emphasize that digital technologies can significantly strengthen the competitiveness and sustainable development of the European economy. In spring 2020, the EU adopted the European Green Deal, a new program to achieve more ambitious environmental and climate goals. The adopted program emphasizes that the green transformation will not be possible without a twin transformation. The strategies included in the European Green Deal, e.g., the new industrial strategy for Europe and the Farm to Fork Strategy also indicate that building a climate and environmentally responsible economy requires a wider use of data and digital technologies than before. The recent outbreak of the COVID-19 pandemic has shown the enormous importance of digitalization for maintaining the continuity of business and economic processes. The restrictions introduced in the field of social contacts and the temporary closure of economies and individual industries required greater use of digital tools than before. As a result, digitalization is now one of the main goals financed from the budget of the European Reconstruction Plan after the COVID-19 pandemic.

With a view to accelerating digital transformation in the economy, the European Commission presented in March 2021 "The 2030 Digital Compass: the European Way for the Digital Decade," a document which identified four main lines of action until 2030: development of digital skills, support for secure and sustainable digital infrastructure, digital transformation of businesses and digitalization of public services (European Commission, 2021a). One of the most important instruments of the Digital Compass are to be multi-annual strategic roadmaps for digital transformation prepared for each Member State. At the same time, large investments in multi-country digital projects, coordinated by the European Commission, have been planned. In September 2021, the Commission additionally presented a proposal for the digitalization action program "Europe's Road to the Digital Decade," which set out specific objectives and rules for monitoring progress towards their achievement (European Commission, 2021b) (Table 1).

The proposed actions are of a horizontal nature; they are aimed at supporting digitalization in social life and in all sectors of the European economy, including food industry enterprises. Achieving some of the planned goals, however, can be a considerable challenge for food production and processing enterprises. Most of them still do not exceed the threshold

Kierunki cyfrowej transformacji w UE do 2030 roku

Cyfrowa transformacja gospodarki jest jednym z najważniejszych priorytetów UE. W wielu dokumentach i strategiach instytucje unijne podkreślają, że technologie cyfrowe w sposób istotny mogą wzmacniać konkurencyjność i trwały rozwój gospodarki europejskiej. Wiosną 2020 roku UE przyjęła Europejski Zielony Ład – nowy program zakładający osiągnięcie bardziej ambitnych celów w zakresie ochrony środowiska i klimatu. W przyjętym programie podkreśla się, że zielona transformacja nie będzie możliwa bez równoległej transformacji cyfrowej (ang. *twin transformation*). Również w strategiach wchodzących w skład Europejskiego Zielonego Ładu, m.in. w nowej strategii przemysłowej dla Europy oraz w strategii „Od pola do stołu” wskazuje się, że budowa odpowiedzialnej klimatycznie i środowiskowo gospodarki wymaga szerszego niż dotychczas wykorzystania danych i technologii cyfrowych. Ogromne znaczenie cyfryzacji dla utrzymania ciągłości procesów biznesowych i gospodarczych unaocznili w ostatnim okresie wybuch pandemii COVID-19. Wprowadzane ograniczenia w zakresie kontaktów społecznych oraz czasowe zamykanie gospodarek i poszczególnych branż wymagały większego niż wcześniej wykorzystania narzędzi cyfrowych. W rezultacie cyfryzacja jest obecnie jednym z głównych celów wspieranych z budżetu europejskiego planu odbudowy po pandemii COVID-19.

Z myślą o przyspieszeniu cyfrowej transformacji w gospodarce Komisja Europejska przedstawiła w marcu 2021 roku „Cyfrowy kompas na 2030 rok: europejska droga w cyfrowej dekadzie” – dokument, w którym zidentyfikowane zostały cztery podstawowe kierunki działań do 2030 roku: rozwój umiejętności cyfrowych, wsparcie dla bezpiecznej i zrównoważonej infrastruktury cyfrowej, cyfrową transformację przedsiębiorstw oraz cyfryzację usług publicznych (European Commission, 2021a). Jednym z najważniejszych instrumentów cyfrowego kompasu mają być wieloletnie strategiczne mapy drogowe cyfrowej transformacji przygotowane dla każdego państwa członkowskiego. Równolegle zaplanowane zostały duże inwestycje w wielokrajowe projekty cyfrowe, koordynowane przez Komisję Europejską. We wrześniu 2021 roku Komisja przedstawiła dodatkowo wniosek w sprawie programu działań na rzecz cyfryzacji „Droga ku cyfrowej dekadzie”, który określił cele szczegółowe oraz zasady monitorowania postępów na drodze do ich osiągnięcia (European Commission, 2021b) (tabela 1).

Zaproponowane działania mają charakter horyzontalny – nakierowane są na wsparcie cyfryzacji

of the basic level of digital maturity; in 2021 55% of enterprises in the sector in the EU-27 were characterized by a very low digital intensity and another 30% by a low rate of digital intensity (Eurostat, 2021b). At the same time, it can be expected that significant financial support for digitalization in the agri-food sector in the coming years (both under the EU Multiannual Financial Framework and the European Reconstruction Plan after the COVID-19 pandemic) and planned parallel activities in digital infrastructure development, digital competences and digital public services will facilitate the process of digital change in food industry enterprises in the EU.

w życiu społecznym i we wszystkich sektorach gospodarki europejskiej, w tym w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego. Osiągnięcie niektórych z zaplanowanych celów może być jednak dużym wyzwaniem dla przedsiębiorstw zajmujących się produkcją i przetwórstwem żywności. Zdecydowana większość z nich wciąż nie przekroczyła progu podstawowego poziomu dojrzałości cyfrowej – w 2021 roku 55% przedsiębiorstw sektora w UE-27 charakteryzował bardzo niski, a kolejne 30% niski wskaźnik intensywności cyfrowej (Eurostat, 2021b). Równocześnie można oczekiwać, że istotne wsparcie finansowe dla cyfryzacji w sektorze rolno-spożywczym w kolejnych latach (zarówno w ramach wieloletnich ram finansowych UE, jak i europejskiego planu odbudowy po pandemii COVID-19) oraz zaplanowane równoległe działania w obszarze rozwoju infrastruktury cyfrowej, kompetencji cyfrowych i cyfrowych usług publicznych ułatwią będą proces cyfrowych zmian w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE.

Table 1. Digital Compass – directions of digital transformation in the EU until 2030

Tabela 1. Cyfrowy kompas – kierunki cyfrowej transformacji w UE do 2030 roku

Digital skills / Umiejętności cyfrowe	Digital infrastructure / Infrastruktura cyfrowa
<ul style="list-style-type: none"> at least 20 million ICT specialists employed with a better convergence between women and men in the profession / co najmniej 20 mln zatrudnionych specjalistów ICT oraz większa równowaga płci w zawodzie at least 80% of the population with basic digital skills / co najmniej 80% ludności z podstawowymi umiejętnościami cyfrowymi 	<ul style="list-style-type: none"> Gigabit network for every farm, 5G everywhere / sieć gigabitowa dla każdego gospodarstwa, 5G wszędzie best quality semiconductors – at least 20% of the value of world production in the EU / najlepszej jakości półprzewodniki – co najmniej 20% wartości produkcji światowej w UE at least 10,000 climate neutral edge nodes / co najmniej 10 tys. neutralnych dla klimatu węzłów brzegowych the first computer with quantum acceleration / pierwszy komputer z przyspieszeniem kwantowym
Digital transformation of enterprises / Cyfrowa transformacja przedsiębiorstw	Digitalization of public services / Cyfryzacja usług publicznych
<ul style="list-style-type: none"> at least 75% of enterprises take up cloud computing services, big data, and artificial intelligence / co najmniej 75% przedsiębiorstw korzysta z usług przetwarzania w chmurze, dużych zbiorów danych i sztucznej inteligencji more than 90% of SMEs will reach at least a basic level of digital technologies (digital intensity) / ponad 90% MŚP osiągnie co najmniej podstawowy poziom wykorzystania technologii cyfrowych (intensywności cyfrowej) development of scale ups and improving their access to finance – doubling the number of the so-called unicorns in the EU / rozwój przedsiębiorstw <i>scale-up</i> oraz ich finansowanie – podwojenie liczby tzw. jednorożców w UE 	<ul style="list-style-type: none"> 100% online accessible provision of key public services for citizens and enterprises / 100% najważniejszych usług publicznych dostępnych online dla obywateli i przedsiębiorstw 100% of citizens with access to their medical records / 100% obywateli z dostępem do dokumentacji medycznej 80% of citizens use a digital ID card / 80% obywateli korzysta z cyfrowego dowodu tożsamości

Source: based on European Commission (2021a, 2021b).

Źródło: opracowanie na podstawie European Commission (2021a, 2021b).

Level of Digital Intensity in Food Industry Enterprises in the EU

The Digital Intensity Index (DII) developed by Eurostat is used to measure and monitor digitalization processes in enterprises. According to the adopted methodology, an enterprise's digital intensity performance depends on the number of digital technologies used. Currently, 12 indicators related to the application of specific solutions are considered in the measurements; for each fulfilled condition, the enterprise receives one point. The total of points obtained determines the level of digital intensity (Eurostat, 2021a). Some of the indicators are generally formulated (e.g., having a website by a company), others describe in detail the conditions that must be met to be able to award a point for the use of a given technology or digital solution (e.g., achieving a specific share of electronic sales in total turnover). Due to the rapid development of digital technologies, the set of indicators used in measurements is modified in the following years.¹ However, the scale used to assess the level of digital intensity of enterprises remains constant. Enterprises that do not use any digital technologies and solutions or only use a few of them (1 to 3) are classified as very low DII enterprises. The use of 4 to 6 digital technologies and solutions in the enterprise means a low DII (basic level of digital intensity). Obtaining a high DII requires the use of 7 to 9 digital technologies and solutions. A very high DII is achieved by enterprises using 10 to 12 digital technologies and solutions.

A review of selected indicators used to measure digital intensity shows that digitalization processes in food industry enterprises in the EU are relatively slow. Only in the case of questions about the use of relatively simple tools (having a website, access to broadband communication), most sector representatives answered positively (Table 2). In the case of questions about more advanced solutions and technologies, positive answers were given much less frequently. For example, still only slightly more than 1/3 of food industry enterprises employing 10 or more persons use software for resource planning or use e-invoices suitable for automatic processing. Even fewer enterprises employ specialists in information and communication technologies (ICT) or decide to use more advanced data analyses based on big data algorithms.

Poziom intensywności cyfrowej w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE

Wskaźnik intensywności cyfrowej (ang. *Digital Intensity Index* – DII), opracowany przez Eurostat, stosowany jest do pomiaru i monitorowania procesów cyfryzacji w przedsiębiorstwach. Zgodnie z przyjętą metodologią wynik przedsiębiorstwa w zakresie intensywności cyfrowej zależy od liczby wykorzystywanych technologii cyfrowych. W pomiarach uwzględnianych jest obecnie 12 wskaźników związanych ze stosowaniem określonych rozwiązań – za każdy spełniony warunek przedsiębiorstwo uzyskuje jeden punkt. Suma uzyskanych punktów określa poziom intensywności cyfrowej (Eurostat, 2021a). Niektóre ze wskaźników są ogólnie sformułowane (np. posiadanie strony internetowej przez przedsiębiorstwo), inne w sposób szczegółowy opisują warunki, jakie muszą być spełnione, by możliwe było przyznanie punktu za stosowanie danej technologii czy rozwiązywania cyfrowego (np. osiągnięcie określonego udziału ze sprzedaży elektronicznej w obrotach ogółem). Ze względu na szybki rozwój technologii cyfrowych zestaw wskaźników wykorzystywanych w pomiarach w kolejnych latach jest modyfikowany¹. Stała pozostaje jednak skala stosowana w ocenie poziomu intensywności cyfrowej przedsiębiorstw. Przedsiębiorstwa, które nie stosują żadnych technologii i rozwiązań cyfrowych lub stosują tylko kilka z nich (od 1 do 3) klasyfikowane są jako przedsiębiorstwa z bardzo niskim DII. Stosowanie od 4 do 6 technologii i rozwiązań cyfrowych w przedsiębiorstwie oznacza niski DII (podstawowy poziom intensywności cyfrowej). Uzyskanie wysokiego DII wymaga stosowania od 7 do 9 technologii i rozwiązań cyfrowych. Bardzo wysoki DII uzyskują przedsiębiorstwa, w których wykorzystuje się od 10 do 12 technologii i rozwiązań cyfrowych.

Przegląd wybranych wskaźników wykorzystywanych do pomiarów intensywności cyfrowej pokazuje, że procesy cyfryzacji w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE przebiegają stosunkowo powoli. Tylko w przypadku pytań o wykorzystywanie stosunkowo prostych narzędzi (posiadanie strony internetowej, dostęp do łączności szerokopasmowej) zdecydowana większość przedstawicieli sektora odpowiadała pozytywnie (tabela 2). W przypadku pytań o bardziej zaawansowane rozwiązania i technologie pozytywne odpowiedzi udzielane były znacznie rzadziej. Przykładowo wciąż tylko nieco ponad 1/3 przedsiębiorstw przemysłu spożywczego

¹ The list of indicators used by Eurostat to measure the digital intensity of enterprises between 2018 and 2021 is presented in the Annex (at the end of the article).

¹ Zestawienie wskaźników wykorzystywanych przez Eurostat do badania intensywności cyfrowej przedsiębiorstw w latach 2018–2021 zaprezentowane zostało w załączniku (na końcu artykułu).

zatrudniających 10 i więcej osób wykorzystuje oprogramowanie do planowania zasobów czy stosuje e-faktury nadające się do automatycznego przetwarzania. Jeszcze mniej przedsiębiorstw zatrudnia specjalistów do spraw technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) czy decyduje się na wykorzystanie bardziej zaawansowanych analiz danych na podstawie algorytmów *big data*.

Table 2. Use of selected technologies and digital solutions in food industry enterprises in the EU-27 in 2020 (% of enterprises employing 10 or more persons) and the change as compared to 2018*

Tabela 2. Wykorzystanie wybranych technologii i rozwiązań cyfrowych w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE-27 w 2020 roku (% przedsiębiorstw zatrudniających 10 i więcej osób) oraz zmiana w stosunku w 2018 roku*

Selected indicators of digitalization / Wybrane wskaźniki cyfryzacji	2020 (%)	Change 2020–2018 (pp) / Zmiana 2020–2018 (pp)
Having a website / Posiadanie strony internetowej	71	4
Internet connection at least 30 Mb/s / Łączność internetowa co najmniej 30 Mb/s	71	39
Website with additional functions / Strona internetowa z dodatkowymi funkcjami	57	4
More than 50% of employees use computers and the Internet / Więcej niż 50% pracowników korzysta z komputerów i internetu	37	4
Sending e-invoices suitable for automatic processing / Wysyłanie e-faktur nadających się do automatycznego przetwarzania	35	6
Purchase of intermediate and advanced cloud computing services / Zakup średniozaawansowanych i zaawansowanych usług w chmurze obliczeniowej	26	10
At least 1% of total turnover comes from e-commerce sales / Co najmniej 1% całkowitych przychodów pochodzi ze sprzedaży elektronicznej	22	1
More than 20% of employees equipped with portable devices / Więcej niż 20% pracowników wyposażonych w urządzenia przenośne	20	5
Using the Internet of Things / Wykorzystywanie Internetu rzeczy	19	15
Hiring ICT specialists / Zatrudnianie specjalistów ICT	14	1
Using industrial or service robots / Wykorzystanie robotów przemysłowych lub usługowych	11	2
Optimizing energy consumption using smart devices / Optymalizacja zużycia energii za pomocą inteligentnych urządzeń	9	5
Big data analysis / Analizy <i>big data</i>	9	5
Solutions based on artificial intelligence / Rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji	6	2
Monitoring and automation of processes (sensors, RFID tags) / Monitoring i automatyzacja procesów (czujniki, etykiety RFID)	6	2
Using 3D printing / Wykorzystywanie druk 3D	2	1

Clarifications: * data on the use of ERP and CRM software refer to 2021 and 2019.

Objaśnienia: * dane dotyczące stosowania oprogramowania ERP i CRM odnoszą się do lat 2021 i 2019.

Source: based on data from Eurostat (2021b).

Źródło: opracowanie na podstawie danych Eurostatu (2021b).

Due to the changing set of requirements and conditions describing digital intensity levels, the comparability of aggregate results for enterprises over the years may be limited. However, each of the previous editions of the study confirmed that most food industry enterprises in the EU-27 were still characterized by a very low and low DII. In 2018, 94% of all food industry enterprises employing 10 or more persons in the EU-27 qualified for the two ranges. In 2020 and 2021, it was 91 and 84%, respectively (Table 3). Even though some acceleration of digitalization processes is visible (a decrease in the number of enterprises with a very low DII and a simultaneous increase in the number of enterprises with a high DII), the food industry is still one of the least digitized sectors of the European economy.² The presented data concerns only enterprises employing 10 or more persons, and therefore they refer to about 20% of enterprises in the sector (slightly more than 58 thousand entities).³ If the statistics also included enterprises employing up to 9 persons (currently just more than 230,000 entities), the Digital Intensity Indices in the sector would be even lower. In general, as in the case of other sectors, also in the case of the food industry, the level of digital intensity increased with the size of the enterprise.⁴ Large enterprises implemented digital changes faster. Economies of scale also resulted in faster returns on digital investments. In small and medium-sized enterprises, digitalization was hampered by, e.g., financial constraints, insufficient knowledge about possible strategies and models for implementing Industry 4.0 solutions, and worse access to employees with appropriate digital competences and skills (cf. Stentoft et al., 2021).

Ze względu na zmieniający się zestaw wymogów i warunków opisujących poziomy intensywności cyfrowej porównywalność zagregowanych wyników dla przedsiębiorstw między latami może być ograniczona. Każda z dotychczasowych edycji badania potwierdzała jednak, że zdecydowaną większość przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w UE-27 wciąż charakteryzował bardzo niski i niski DII. W 2018 roku do tych dwóch przedziałów zakwalifikowano 94% wszystkich przedsiębiorstw przemysłu spożywczego zatrudniających 10 i więcej osób w UE-27. W 2020 i 2021 roku było to odpowiednio 91 i 84% (tabela 3). Choć widoczne jest pewne przyspieszenie procesów cyfryzacji (spadek liczby przedsiębiorstw z bardzo niskim DII i równoczesny wzrost liczby przedsiębiorstw z wysokim DII), przemysł spożywczy nadal należy do najmniej scyfryzowanych sektorów europejskiej gospodarki². Prezentowane dane dotyczą wyłącznie przedsiębiorstw zatrudniających 10 i więcej osób, a zatem odnoszą się do około 20% przedsiębiorstw sektora (nieco ponad 58 tysięcy podmiotów)³. Gdyby statystyki ujmowały również przedsiębiorstwa zatrudniające do 9 osób (obecnie nieco ponad 230 tysięcy podmiotów), wskaźniki intensywności cyfrowej w sektorze byłyby jeszcze niższe. Generalnie, podobnie jak w przypadku innych sektorów, również w przypadku przemysłu spożywczego poziom intensywności cyfrowej rósł wraz z rozmiarem przedsiębiorstwa⁴. Przedsiębiorstwa duże szybciej wdrażały cyfrowe zmiany. Dzięki korzyściom skali szybciej też uzyskiwały zwrot z inwestycji cyfrowych. W małych i średnich przedsiębiorstwach cyfryzację hamowały m.in. ograniczenia finansowe, niedostateczna wiedza na temat możliwych strategii i modeli wdrażania rozwiązań z zakresu Przemysłu 4.0 oraz gorszy dostęp do pracowników z odpowiednimi kompetencjami i umiejętnościami cyfrowymi (por. Stentoft i in., 2021).

² In 2021, only enterprises representing the construction, textile, metal, and transport industries achieved lower results in terms of digital intensity in the EU.

³ It is worth noting that although it is a relatively small group of enterprises, it accounts for about 94% of the whole turnover of the food industry in the EU-27 (FoodDrinkEurope, 2020).

⁴ In 2021, a high and very high DII was achieved by a total of 60% of enterprises in the EU employing over 250 persons. High and very high DII was obtained by 30 and 6% of medium-sized enterprises (employing from 50 to 249 employees) and 16 and 2% of small enterprises (employing from 10 to 49 employees), respectively (Eurostat, 2021b).

² W 2021 roku niższe wyniki w zakresie intensywności cyfrowej uzyskiwały w UE jedynie przedsiębiorstwa reprezentujące branże budowlaną, tekstylną, metalową i transportową.

³ Warto przy tym zaznaczyć, że choć jest to stosunkowo niewielka grupa przedsiębiorstw, odpowiada ona za około 94% wszystkich obrotów przemysłu spożywczego w UE-27 (FoodDrinkEurope, 2020).

⁴ W 2021 roku wysoki i bardzo wysoki DII uzyskało łącznie 60% przedsiębiorstw w UE, które zatrudniały powyżej 250 osób. Wysoki i bardzo wysoki DII uzyskało odpowiednio 30 i 6% przedsiębiorstw średnich (zatrudniających od 50 do 249 pracowników) oraz 16 i 2% przedsiębiorstw małych (zatrudniających od 10 do 49 pracowników) (Eurostat, 2021b).

Table 3. Digital Intensity Index in food industry enterprises in EU Member States in 2018, 2020, and 2021 (% of enterprises employing 10 or more persons)**Tabela 3.** Wskaźnik intensywności cyfrowej (DII) w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w państwach członkowskich UE w latach 2018, 2020 i 2021 (% przedsiębiorstw zatrudniających 10 i więcej osób)

Countries / Kraje	Very low DII / Bardzo niski DII			Low DII / Niski DII			High DII / Wysoki DII			Very high DII / Bardzo wysoki DII		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
EU-27 / UE-27	68	55	55	26	36	30	5	9	13	1	1	2
Austria / Austria	:	:	:	:	:	:	5	10	16	0	3	2
Belgium / Belgia	:	:	:	:	:	:	11	24	:	1	7	1
Bulgaria / Bułgaria	80	77	86	18	20	12	1	3	1	:	:	:
Croatia / Chorwacja	81	54	66	15	36	21	3	9	12	:	1	2
Cyprus / Cypr	81	74	44	18	23	38	0	3	17	0	0	1
Czech Republic / Czechy	65	51	60	27	38	21	6	10	15	2	1	4
Denmark / Dania	30	18	41	49	45	26	18	31	21	3	6	11
Estonia / Estonia	39	26	44	52	46	40	8	24	14	1	4	2
Finland / Finlandia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
France / Francja	70	64	68	25	29	24	4	6	7	1	1	0
Greece / Grecja	83	67	62	15	:	27	2	:	9	0	:	2
Spain / Hiszpania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Netherlands / Holandia	41	23	35	40	54	43	13	20	19	6	3	4
Ireland / Irlandia	45	25	29	52	55	42	3	19	25	0	1	4
Lithuania / Litwa	53	49	46	33	43	36	13	9	17	2	0	1
Luxembourg / Luksemburg	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Latvia / Łotwa	79	62	55	18	34	29	4	4	14	0	0	2
Malta / Malta	63	43	46	33	52	32	4	5	21	0	0	2
Germany / Niemcy	74	68	49	24	26	35	3	5	14	0	0	1
Poland / Polska	75	65	75	21	29	16	4	5	7	0	1	1
Portugal / Portugalia	68	66	60	24	27	24	7	6	14	0	1	2
Romania / Rumunia	78	78	82	19	20	13	2	2	5	0	0	0
Slovakia / Słowacja	64	49	52	32	41	31	4	9	15	0	:	1
Slovenia / Słowenia	49	34	53	42	46	23	8	18	14	:	2	10
Sweden / Szwecja	42	20	20	41	58	40	14	19	31	3	2	9
Hungary / Węgry	71	67	74	22	26	20	6	6	5	0	0	1
Italy / Włochy	71	32	40	25	56	39	3	12	17	1	1	5

Clarifications (:) – no data in Eurostat's database

Objaśnienia: (:) – brak danych w bazie Eurostatu

Source: based on data from Eurostat (2021b).

Źródło: opracowanie na podstawie danych Eurostatu (2021b).

From 2018 to 2021, the percentage of food industry enterprises with high and very high DII increased in the EU-27 by two and a half times from 6 to 15%. However, not all EU Member States saw progress in digitizing food enterprises. Particularly low levels of digitalization characterized enterprises in the sector in Bulgaria and Romania. Also in France, Poland, and Hungary, digitalization in food industry enterprises did not proceed at a satisfactory pace.

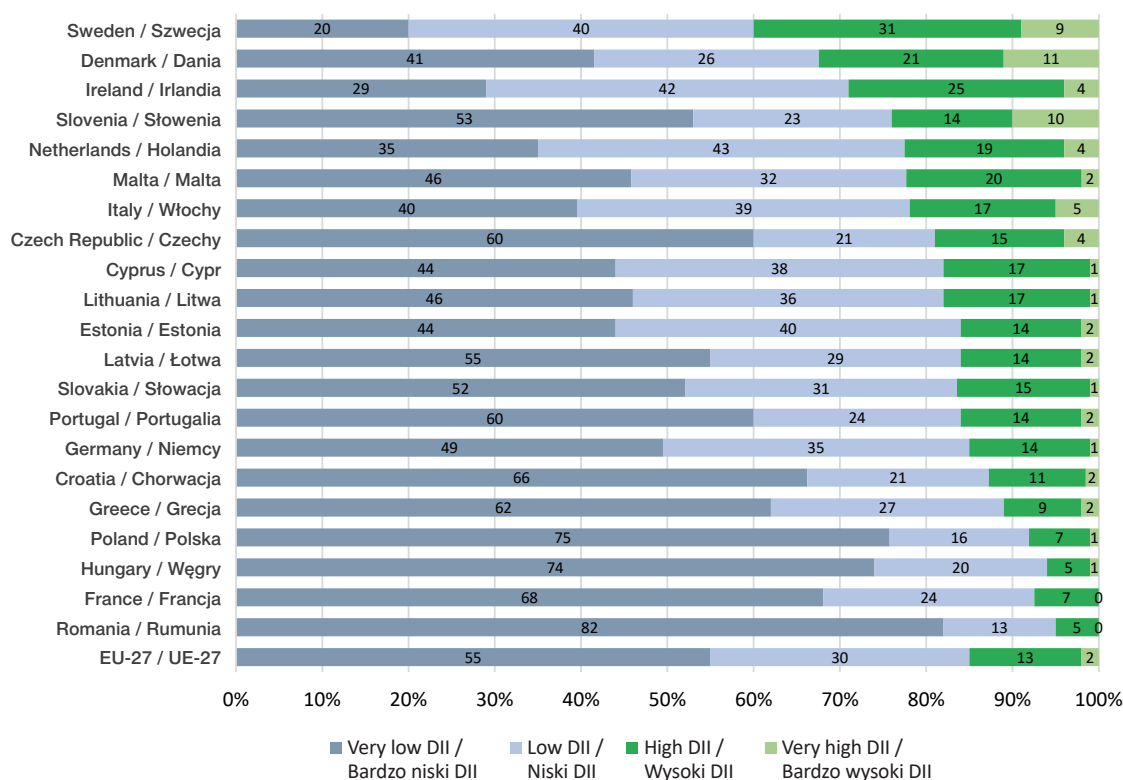
W okresie od 2018 do 2021 roku odsetek przedsiębiorstw przemysłu spożywczego z wysokim i bardzo wysokim DII wzrósł w UE-27 dwupółkrotnie, z 6 do 15%. Jednak nie we wszystkich państwach członkowskich UE postęp w zakresie cyfryzacji przedsiębiorstw przemysłu spożywczego był widoczny. Szczególnie niski poziom cyfryzacji charakteryzował przedsiębiorstwa sektora w Bułgarii i Rumunii. Również we Francji, w Polsce i na Węgrzech cyfryzacja

In recent years, the percentage of entities with a total of high and very high DII in the countries remained at a fairly low and constant level of a few percent. The indicated group of countries was separated by a considerable distance from many other European countries, and particularly from Sweden, Denmark, and Ireland, where in 2021 the percentage of digitally advanced enterprises in the sector (with high and very high DII) amounted to 40, 32, and 29%, respectively (Chart 1).

w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego nie przebiegała w zadowalającym tempie. W ostatnich latach odsetek podmiotów uzyskujących łącznie wysoki i bardzo wysoki DII utrzymywał się w tych krajach na dość niskim i stałym poziomie kilku procent. Wskazaną grupę krajów dzielił spory dystans do wielu innych krajów europejskich, w szczególności do Szwecji, Danii i Irlandii, gdzie w 2021 roku odsetek zaawansowanych cyfrowo przedsiębiorstw sektora (z wysokim i bardzo wysokim DII) wyniósł odpowiednio 40, 32 i 29% (wykres 1).

Chart 1. Digital Intensity Index (DII) for food industry enterprises in EU countries in 2021 (enterprises employing 10 or more persons, %)

Wykres 1. Wskaźnik intensywności cyfrowej (DII) dla przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w krajach UE w 2021 roku (przedsiębiorstwa zatrudniające 10 i więcej osób, %)



Source: as for Table 3.

Źródło: jak do tabeli 3.

In general, faster pace of digitalization was observed in countries where rising labor costs prompted enterprises to increase investments in new technologies, including automation and robotization based on the use of data and the Internet of Things (European Economic and Social Committee [EESC], 2017; Iris Group, 2015). As a result, in enterprises where the share of investments in information and communication technologies (both in hardware and computer equipment as well as accompanying software) in gross fixed capital formation has increased in recent years,

Generalnie szybsze tempo cyfryzacji obserwowane było w krajach, w których rosnące koszty pracy skłaniały przedsiębiorstwa do zwiększenia inwestycji w nowe technologie, w tym w automatyzację i robotyzację opartą na wykorzystaniu danych i Internetu rzeczy (European Economic and Social Committee [EESC], 2017; Iris Group, 2015). W rezultacie w przedsiębiorstwach, w których udział inwestycji w technologie informacyjno-komunikacyjne (zarówno w urządzenia i sprzęt komputerowy, jak i towarzyszące im oprogramowanie) w nakładach

digital intensity is now higher. However, this was not always the case. For example, the relatively high level of investment in ICT in France in previous years has not translated into a high digital intensity of enterprises in the sector. At the same time, in some countries where the share of ICT investments in gross fixed capital formation was clearly lower (Italy, Germany), digital intensity of the sector's enterprises is currently higher than in France.⁵ The results confirm the need for a strategic approach to digital transformation in the sector indicated in the state-of-the-art literature, including the need to create business models that will maximize the benefits of digital investments (Köbnick et al., 2020).

Impact of the COVID-19 Pandemic on the Use of Information and Communication Technologies in Food Industry Enterprises in the EU

National and regional restrictions and temporary economic closures, introduced to curb the spread of the SARS-CoV-2 virus, have led to a marked increase in the interest of enterprises in the use of information and communication technologies (McKinsey, 2020). Digital solutions and applications (both on stationary and mobile devices) have enabled many employees to work remotely or in conditions that limit direct contact between employees and outsiders. It was not always and not for all employees possible to switch to remote work mode in the case of food enterprises. Nevertheless, in 2020, many food industry enterprises in the EU offered their employees remote access to the employee's e-mail box and to other systems based on information and communication technologies. The percentage of food industry enterprises which, directly in response to the COVID-19 pandemic, increased remote access to e-mail systems for their employees was 9% (the EU-27 average). In the group of all manufacturing enterprises in the EU-27, this percentage was higher and amounted to 14%. At the same time, 22% of enterprises in the sector increased the number and

brutto na środki trwale rósł w ostatnich latach, intensywność cyfrowa jest obecnie wyższa. Nie zawsze jednak taki związek występował. Przykładowo, stosunkowo wysoki poziom inwestycji w ICT we Francji w poprzednich latach nie przełożył się na wysoki wskaźnik intensywności cyfrowej przedsiębiorstw sektora. Równocześnie w niektórych krajach, gdzie udział inwestycji w ICT w nakładach brutto na środki trwale był wyraźnie mniejszy (Włochy, Niemcy), wskaźniki intensywności cyfrowej przedsiębiorstw sektora są obecnie wyższe niż we Francji⁵. Wyniki te potwierdzają wskazywaną w literaturze przedmiotu potrzebę strategicznego podejścia do cyfrowej transformacji w sektorze, w tym potrzebę tworzenia modeli biznesowych, pozwalających maksymalizować korzyści wynikające z inwestycji cyfrowych (Köbnick i in., 2020).

Wpływ pandemii COVID-19 na wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE

Ogólnokrajowe i regionalne obostrzenia oraz czasowe zamykanie gospodarki, wprowadzane z myślą o zahamowaniu rozprzestrzeniania się wirusa SARS-CoV-2, doprowadziły do wyraźnego wzrostu zainteresowania przedsiębiorstw wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych (McKinsey, 2020). Rozwiązania i aplikacje cyfrowe (zarówno na urządzeniach stacjonarnych, jak i przenośnych) umożliwiły wielu pracownikom wykonywanie pracy w trybie zdalnym lub w warunkach ograniczających bezpośrednie kontakty między pracownikami i osobami z zewnątrz. Przejście w tryb pracy zdalnej w przypadku przedsiębiorstw spożywczych nie zawsze i nie dla wszystkich pracowników było możliwe. Mimo wszystko w ciągu 2020 roku wiele przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w UE zaoferowało swoim pracownikom zdalny dostęp do pracowniczej skrzynki mailowej oraz do innych systemów opierających się na technologiach informacyjno-komunikacyjnych. Odsetek przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, które bezpośrednio w reakcji na pandemię COVID-19 zwiększyły zdalny dostęp do systemów mailowych dla swoich pracowników wyniósł 9% (średnia dla UE-27).

⁵ In food industry enterprises in France, the share of investments in ICT (hardware and software) in gross fixed capital formation amounted to 15.9% in 2017, slightly more than in the enterprises in the Czech Republic (15.6%) and slightly less than in the Netherlands (17.9%). In food industry enterprises in Germany and Italy it was 2.3 and 7.7%, respectively. Author's own calculations based on EU KLEMS (2021) database.

⁵ W przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego we Francji udział inwestycji w ICT (*hardware* i *software*) w nakładach brutto na środki trwale wyniósł w 2017 roku 15,9%, nieco więcej niż w przedsiębiorstwach sektora w Czechach (15,6%) i nieco mniej niż w przedsiębiorstwach sektora w Holandii (17,9%). W przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w Niemczech i we Włoszech było to odpowiednio 2,3 i 7,7%. Obliczenia własne na podstawie bazy danych EU KLEMS (2021).

frequency of online employee meetings through tools such as MS Teams, Skype, Zoom (as compared to 31% in the group of all manufacturing enterprises in the EU-27). In countries which are advanced in terms of digital development, a relatively large percentage of food industry enterprises offered their employees remote access not only to work email, but also to other IT systems. In 2020, in Belgium 23% and in the Netherlands 19% of enterprises in the sector increased the number of employees with remote access to ICT systems other than email, indicating that this was entirely the result of the pandemic (Eurostat, 2021c).

Some food industry enterprises have started or intensified activities aimed at increasing the sale of food products offered via the Internet. On the one hand, online sales strategies were a response to the need to provide alternative and cheaper ways to reach consumers and, on the other hand, they showed that enterprises in the sector are sensitive to consumer attitudes and expectations that have been changing for some time (see more Figiel, 2019). Enterprises from the Netherlands were leaders in terms of the development of sales of food products on the Internet; in 2020 one third of all food industry enterprises in this country indicated that because of the COVID-19 pandemic they decided to undertake or strengthen activities in e-commerce. Relatively high interest in online sales was also shown in 2020 by food industry enterprises in Malta, Italy, Latvia, Sweden, and Portugal (26, 23, 22, and 19%, respectively). In Poland, only 3% of enterprises in the sector admitted that the pandemic was the factor that prompted them to start or intensify activities in e-commerce in 2020 (Eurostat, 2021c). The turn to online sales for most Member States is confirmed by data showing the use of proprietary or external e-commerce platforms and applications.⁶ However, it is not clear to what extent the impact of the pandemic on the acceleration of digitalization in online sales is permanent. After the increases recorded in 2020, in the following year there was a decrease in the percentage of enterprises in the sector deciding to develop online sales in some countries (Charts 2 and 3).

W grupie wszystkich przedsiębiorstw produkcyjnych w UE-27 odsetek ten był wyższy i wyniósł 14%. Równocześnie, 22% przedsiębiorstw sektora zwiększyło liczbę i częstotliwość pracowniczych spotkań online, m.in. poprzez takie narzędzia jak MS Teams, Skype, Zoom (wobec 31% w grupie wszystkich przedsiębiorstw produkcyjnych w UE-27). W państwach zaawansowanych pod względem rozwoju cyfrowego stosunkowo duży odsetek przedsiębiorstw przemysłu spożywczego zaoferował swoim pracownikom zdalny dostęp nie tylko do poczty służbowej, ale również do innych systemów informatycznych. W 2020 roku w Belgii 23%, a w Holandii 19% przedsiębiorstw sektora zwiększyło liczbę pracowników ze zdalnym dostępem do systemów ICT innych niż poczta e-mail, wskazując, że był to w całości efekt pandemii (Eurostat, 2021c).

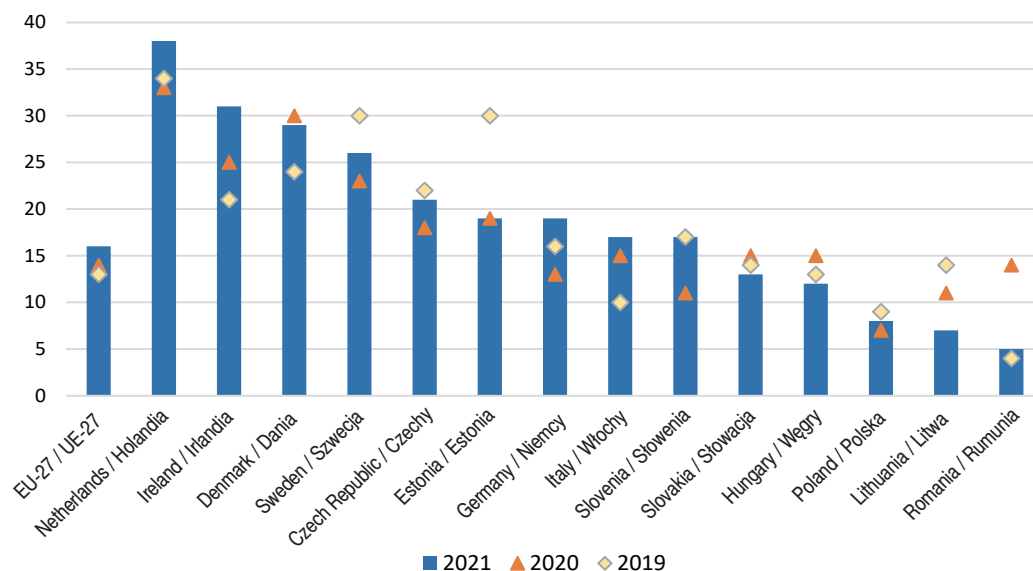
Część przedsiębiorstw przemysłu spożywczego rozpoczęła bądź zintensyfikowała działania mające na celu zwiększenie sprzedaży oferowanych produktów żywnościowych przez Internet. Strategie sprzedaży online z jednej strony stanowiły odpowiedź na potrzebę zapewnienia alternatywnych i tańszych sposobów dotarcia do konsumentów, z drugiej pokazywały, że przedsiębiorstwa sektora są wrażliwe na zmieniające się już od jakiegoś czasu postawy i oczekiwania konsumentów (zob. więcej Figiel, 2019). Liderem pod względem rozwoju sprzedaży produktów żywnościowych w Internecie były przedsiębiorstwa z Holandii – w 2020 roku jedna trzecia wszystkich przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w tym kraju wskazała, że w wyniku pandemii COVID-19 zdecydowała się podjąć bądź wzmocnić działania w obszarze *e-commerce*. Stosunkowo duże zainteresowanie sprzedażą online wykazały również w 2020 roku przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego na Malcie, we Włoszech, na Łotwie, w Szwecji i Portugalii (odpowiednio 26, 23, 22 i 19%). W Polsce tylko 3% przedsiębiorstw sektora przyznało, że pandemia była czynnikiem, który skłonił je w 2020 roku do rozpoczęcia lub zintensyfikowania działań w obszarze handlu elektronicznego (Eurostat, 2021c). Zwrot w stronę sprzedaży online w przypadku większości państw członkowskich potwierdzają dane obrazujące wykorzystanie własnych bądź zewnętrznych platform i aplikacji *e-commerce*⁶. Nie jest jednak jasne, na ile wpływ pandemii na przyspieszenie cyfryzacji w obszarze sprzedaży w Internecie jest trwały. Po wzrostach odnotowanych w 2020 roku, w 2021 roku w niektórych krajach nastąpił spadek odsetka przedsiębiorstw sektora decydujących się na rozwój sprzedaży online (wykresy 2 i 3).

⁶ E-commerce sales https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_ec_eseln2&lang=en

⁶ E-commerce sales https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_ec_eseln2&lang=en

Chart 2. EU food enterprises developing e-commerce sales with their own websites and apps in 2019, 2020, and 2021 (% of enterprises)

Wykres 2. Przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego w UE rozwijające sprzedaż *e-commerce* za pomocą własnych stron internetowych i aplikacji w latach 2019, 2020 i 2021 (% przedsiębiorstw)

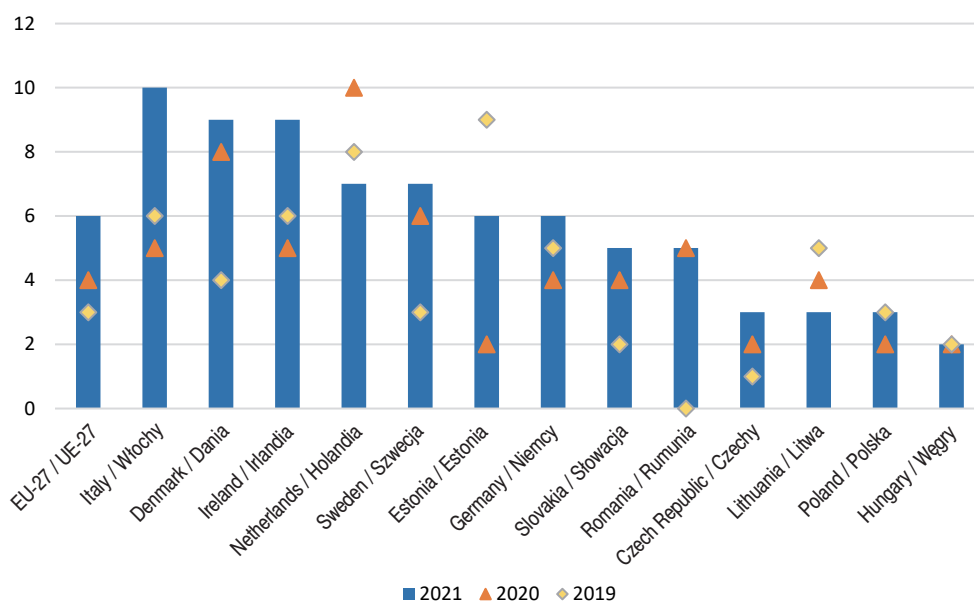


Source: based on Eurostat dataset, EU Member States for which data was available for each analyzed year were included. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_ec_eseln2&lang=en

Źródło: opracowanie na podstawie danych Eurostatu, uwzględnione państwa członkowskie UE, dla których dostępne były dane dla każdego analizowanego roku. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_ec_eseln2&lang=en

Chart 3. Food industry enterprises in the EU developing e-commerce sales through e-commerce platforms (marketplaces) in 2019, 2020, and 2021 (% of enterprises)

Wykres 3. Przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego w UE rozwijające sprzedaż *e-commerce* za pomocą platform *e-commerce* (marketplaces) w latach 2019, 2020 i 2021 (% przedsiębiorstw)



Source: as for Chart 2.

Źródło: jak do wykresu 2.

Orientation towards the development of online sales and the need to ensure appropriate conditions for remote work translated into an increased interest in the use of cloud computing services. The basic characteristics of cloud technology – scalability, flexibility, and access from anywhere – turned out to be particularly important in the context of the uncertain and changing conditions for doing business in the pandemic era. If all types of cloud computing services are considered (from simple ones, such as email services, to medium and more advanced ones, such as software and cloud databases), there is a gradual increase in the number of food industry enterprises that decide to buy them. In 2014, 12% of food industry enterprises in the EU purchased cloud computing services used via the Internet, in 2016 – 15%, and in 2018 – 17%. In 2020 and 2021, this percentage increased to 29 and 30% (Eurostat, 2021b).

Another effect of the pandemic, potentially of great importance for the digital transformation processes in the food industry enterprise sector, is related to the increasing activity of startups. In the post-pandemic period, many new micro-enterprises emerged in the sector whose business models were based entirely on the use of innovative technologies, digital applications, and the Internet. The pandemic has broken many supply chains and affected consumer preferences for food and how it is distributed. Start-ups, as small entities using flexible management techniques, were able to quickly respond to changing market needs (DigitalFoodLab, 2021). They offered consumers innovative food products, including personalized products, digital solutions improving the functioning and transparency of the food supply chain (including applications for the delivery industry), as well as tools for building a more sustainable food system (e.g., applications limiting food waste or ghost-kitchens launched using cloud technology) (Kosior, 2021).

Orientacja na rozwój sprzedaży online oraz konieczność zapewnienia odpowiednich warunków do pracy zdalnej przełożyły się na wzrost zainteresowania wykorzystaniem usług przetwarzania w chmurze. Podstawowe charakterystyki technologii chmurowej – skalowalność, elastyczność oraz dostęp z każdego miejsca – okazały się szczególnie istotne w kontekście niepewnych i zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej w dobie pandemii. Jeśli uwzględnione zostaną wszystkie rodzaje usług przetwarzania w chmurze (od prostych, jak usługi poczty elektronicznej, po średnio i bardziej zaawansowane, jak oprogramowanie i bazy danych w chmurze) widać stopniowy wzrost liczby przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, które decydują się na ich zakup. W 2014 roku 12% przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w UE kupowało usługi w chmurze obliczeniowej wykorzystywane za pośrednictwem Internetu, w 2016 roku 15% i w 2018 roku 17%. W latach 2020 i 2021 odsetek ten wzrósł do 29 i 30% (Eurostat, 2021b).

Inny efekt pandemii o potencjalnie dużym znaczeniu dla procesów cyfrowej transformacji w sektorze przedsiębiorstw przemysłu spożywczego związany jest z nasilającą się aktywnością przedsiębiorstw typu *start-up*. W okresie po wybuchu pandemii w sektorze pojawiło się wiele nowych mikroprzedsiębiorstw, które swoje modele biznesowe oparły w całości na wykorzystaniu innowacyjnych technologii, aplikacji cyfrowych i Internetu. Pandemia doprowadziła do zerwania wielu łańcuchów dostaw, wpłynęła także na preferencje konsumentów dotyczące żywności oraz sposobów jej dystrybucji. Przedsiębiorstwa typu *start-up* – jako podmioty małe oraz wykorzystujące elastyczne techniki zarządzania – były w stanie szybko zareagować na zmieniające się potrzeby rynku (DigitalFoodLab, 2021). Oferowały one konsumentom innowacyjne produkty żywnościowe, w tym produkty spersonalizowane, cyfrowe rozwiązania usprawniające funkcjonowanie i przejrzystość łańcucha dostaw żywności (w tym aplikacje dla branży *delivery*), jak i narzędzia służące budowie bardziej zrównoważonego systemu żywnościowego (np. aplikacje ograniczające marnotrawstwo żywności, czy kuchnie wirtualne uruchamiane przy wykorzystaniu technologii chmurowej) (Kosior, 2021).

Assessment of the Directions of Digitalization of the Food Industry from the Perspective of the Challenges Related to the Green Transformation in the EU

The indicated trends and directions of digitalization in the sector of food industry enterprises in the EU require reflection in the context of the enormous challenges related to the implementation of the European Green Deal. The analysis of the available materials and source data shows that the digital transformation in the food industry is relatively slow and still does not cover many enterprises in the sector. In recent years, the dominant model of digitalization has focused on tactical measures to improve key performance indicators and the competitive position of enterprises. Digital investments were related to environmental goals to a lesser extent. This approach is not surprising, especially since the sets of possible digital solutions supporting a green transformation in the food sector have not yet been clearly defined and analyzed in terms of possible return on investment.

A more tactical than strategic approach to digital transformation was especially visible in the post-pandemic period when temporary shortages in access to workforce and disruptions in the functioning of supply chains prompted enterprises to buy the digital technologies and solutions that were supposed to ensure business continuity. Lack of digital change roadmap combined with the need to react quickly to the crisis meant that investments were not always or could have been well-thought-out to be used for broader environmental goals related to sustainable development and green transformation in the EU. The results of research conducted in enterprises from the sector show that in 2018 only about 27% of food industry enterprises in the EU had a Chief Digital Officer among their management staff (FoodDrinkEurope, 2020).

Even though there are many examples of enterprises in the sector that have pursued climate and environmental goals and used advanced data analytics and digital technologies to do so, this percentage is still too small. Insufficient integration of environmental objectives is indicated, among others, by data on the use of the Internet of Things in the sector. Although in 2021 almost 30% of enterprises employing 10 or more persons had devices and systems that could be monitored or remotely controlled via the Internet of Things, only 11% used them to optimize energy consumption in plants (by analyzing data from various sensors – smart meters, lamps, and thermostats). An equally small

Ocena kierunków cyfryzacji przemysłu spożywczego z perspektywy wyzwań związanych z zieloną transformacją w UE

Wskazane trendy i kierunki cyfryzacji w sektorze przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w UE wymagają namysłu w kontekście ogromnych wyzwań, jakie wiążą się z wdrażaniem Europejskiego Zielonego Ładu. Analiza dostępnych materiałów i danych źródłowych pozwala stwierdzić, że cyfrowa transformacja w przemyśle spożywczym przebiega stosunkowo powoli i wciąż nie obejmuje wielu przedsiębiorstw sektora. Dominujący model cyfryzacji koncentrował się w ostatnich latach na taktycznych działaniach prowadzących do poprawy kluczowych wskaźników efektywności i pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw. W mniejszym stopniu inwestycje cyfrowe wiązane były z celami środowiskowymi. Takie podejście nie jest zaskoczeniem, zwłaszcza że zestawy możliwych rozwiązań cyfrowych wspierających zieloną transformację w sektorze przedsiębiorstw przemysłu spożywczego nie zostały, jak dotąd, jasno określone i przeanalizowane pod kątem możliwego zwrotu z inwestycji.

Bardziej taktyczne niż strategiczne podejście do cyfrowej transformacji uwidoczniło się szczególnie w okresie po wybuchu pandemii, kiedy czasowe braki w dostępie do siły roboczej i zaburzenia w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw skłaniały przedsiębiorstwa do zakupu tych technologii i rozwiązań cyfrowych, które miały im zapewnić ciągłość działania. Brak planu cyfrowych zmian w połączeniu z koniecznością szybkiego reagowania na kryzys oznaczał, że podejmowane inwestycje nie zawsze były bądź mogły być przemyślane pod kątem ich wykorzystania do szerszych celów środowiskowych związanych z trwałym rozwojem i zieloną transformacją w UE. Wyniki badań przeprowadzonych w przedsiębiorstwach sektora pokazują, że w 2018 roku tylko ok. 27% przedsiębiorstw przemysłu spożywczego w UE miało wśród kadry zarządzającej osobę odpowiedzialną za cyfrową transformację (ang. *Chief Digital Officer*) (FoodDrinkEurope, 2020).

Choć nie brak przykładów przedsiębiorstw sektora, które dążyły do realizacji celów klimatycznych i środowiskowych oraz wykorzystywały do tego zaawansowane analizy danych i technologie cyfrowe, wciąż jest to zbyt mały odsetek. Na niedostateczną integrację celów środowiskowych wskazują m.in. dane dotyczące sposobów wykorzystania Internetu rzeczy w sektorze. Choć w 2021 roku już niemal 30% przedsiębiorstw zatrudniających 10 i więcej osób

percentage of enterprises in the sector (12%) used the Internet of Things to monitor inventory or track products in the supply chain, i.e., for activities that could be used for, among others, verifying the quality and production methods of raw materials obtained for processing (Eurostat, 2021b). It is not clear whether enterprises in the sector are planning to use their digital technologies to a greater extent for environmental and climate protection purposes in the coming years. Many enterprises are struggling with the negative consequences of the COVID-19 pandemic, which may weaken interest in environmental investments.

Conclusions

Digital transformation is one of the most important processes occurring in the business world today. Food industry enterprises in the EU are also experiencing changes and the processes. However, as compared to other sectors and industries, the level of digitalization in the sector's enterprises is still relatively low. This is a significant problem, since digital technologies and solutions are not only a decisive factor for the competitive advantages of enterprises, but also for their survival prospects. Large inequalities in the level of digitalization, visible both at the sector level and between EU Member States, remain an equally important issue. In general, a higher level of digitalization was characteristic of large and very large enterprises that had the appropriate resources and preparation to use the potential of digital technologies and data from various sources. Smaller enterprises, among others, due to high fixed costs, lower opportunities to achieve economies of scale, and poorer access to staff with advanced digital skills, performed worse in the integration of digital technologies.

The COVID-19 pandemic has accelerated the process of digital change in the food industry sector. The percentage of enterprises in the sector that decide to purchase cloud computing services, develop online sales, and use the Internet of Things has clearly increased. Unfortunately, in some countries, after the initial increases, digital development spending declines in the following year. On the other hand, digitalization resulted in an increase in the number of startups – micro and very small enterprises-ventures that fully based their business models on innovation,

posiadało urządzenia i systemy, które można było monitorować lub zdalnie kontrolować za pomocą Internetu rzeczy, tylko 11% wykorzystywało je do optymalizowania zużycia energii w zakładach (za pomocą analizy danych z rozmaitych czujników – inteligentnych liczników, lamp i termostatów). Równie niewielki odsetek przedsiębiorstw sektora (12%) wykorzystywało Internet rzeczy do monitorowania stanów magazynowych czy śledzenia produktów w łańcuchu dostaw, a więc do działań, które mogłyby służyć m.in. weryfikacji jakości oraz sposobów produkcji surowców pozyskiwanych do procesów przetwórstwa (Eurostat, 2021b). Nie jest jasne, czy przedsiębiorstwa sektora planują w kolejnych latach w większym stopniu wykorzystywać posiadane technologie cyfrowe do celów związanych z ochroną środowiska i klimatu. Wiele przedsiębiorstw boryka się z negatywnymi następstwami pandemii COVID-19, co może osłabiać zainteresowanie inwestycjami środowiskowymi.

Wnioski

Cyfrowa transformacja jest obecnie jednym z najważniejszych procesów zachodzących w świecie biznesu. Zmian i procesów tych doświadczają również przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego w UE. Jednak na tle pozostałych sektorów i branż poziom cyfryzacji w przedsiębiorstwach sektora wciąż jest stosunkowo niski. Jest to istotny problem, bowiem technologie i rozwiązania cyfrowe są już nie tylko czynnikiem decydującym o przewagach konkurencyjnych przedsiębiorstw, ale również o perspektywach ich przetrwania. Równie poważnym problemem pozostają duże nierówności w poziomie cyfryzacji, widoczne zarówno na poziomie sektora, jak i między państwami członkowskimi UE. Generalnie, wyższy poziom cyfryzacji charakteryzował przedsiębiorstwa duże i bardzo duże, które miały odpowiednie zasoby i przygotowanie do wykorzystania potencjału technologii cyfrowych i danych pochodzących z różnych źródeł. Przedsiębiorstwa mniejsze, m.in. ze względu na wysokie koszty stałe, mniejsze możliwości osiągnięcia korzyści skali i gorszy dostęp do kadry z zaawansowanymi umiejętnościami cyfrowymi, osiągały gorsze wyniki w zakresie integracji technologii cyfrowych.

Na przyspieszenie procesu cyfrowych zmian w sektorze przemysłu spożywczego wpłynęła pandemia COVID-19. Wzrósł wyraźnie odsetek przedsiębiorstw sektora decydujących się zarówno na zakup usług przetwarzania w chmurze, rozwój sprzedaży online, jak i wykorzystujących Internet rzeczy. Niestety w niektórych państwach po początkowych wzrostach, w kolejnym roku obserwowano spadki nakładów na rozwój cyfrowy. Jednocześnie

the Internet, and mobile applications – their level of digital maturity was thus much higher than the sector average. The unique operating conditions in the time of the pandemic additionally strengthened this category of enterprises in the agri-food sector.

While there is a growing interest in the sector's enterprises in combining digital investment with commitment to building a sustainable food system, it is still too small to speak of an improvement in the prospects for achieving the objectives of the European Green Deal. Digitalization is seen mainly as a means to increase production efficiency and attract new customers and sales channels. The emphasis on the environmental dimension of digital transformation is clearly lower. Given the new goals related to the green transformation in Europe, it is therefore necessary to accelerate and extend the scope of digitalization in food industry enterprises in the EU. Digitalization can generate enormous benefits for the protection of the environment and climate, both through optimal use of energy in enterprises and better management of processes in food supply chains. Digital technologies are also an irreplaceable tool that allows you to monitor the application of good business practices as well as measure and evaluate the effects of the actions taken.

cyfryzacja doprowadziła do wzrostu liczby przedsiębiorstw typu *start-up* – mikro i bardzo małych przedsiębiorstw (przedsięwzięć), które w całości opierały swoje modele biznesowe na innowacjach, Internecie i aplikacjach mobilnych – ich poziom dojrzałości cyfrowej był więc znacznie wyższy niż przeciętnie w sektorze. Szczególne warunki działania w dobie pandemii dodatkowo wzmocniły tę kategorię przedsiębiorstw w sektorze rolno-spożywczym.

Choć można zauważyć rosnące zainteresowanie przedsiębiorstw sektora łączeniem inwestycji cyfrowych z zaangażowaniem na rzecz budowy zrównoważonego systemu żywnościowego, jest ono wciąż zbyt małe, by można było mówić o poprawie perspektyw realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu. Cyfryzacja postrzegana jest głównie jako sposób na zwiększanie wydajności produkcji i pozyskiwanie nowych klientów i kanałów sprzedaży. Nacisk na środowiskowy wymiar cyfrowej transformacji jest wyraźnie mniejszy. Biorąc pod uwagę nowe cele związane z zieloną transformacją w Europie, konieczne jest więc przyspieszenie oraz rozszerzenie zakresu cyfryzacji w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w UE. Cyfryzacja może generować ogromne korzyści dla ochrony środowiska i klimatu, zarówno dzięki optymalnemu wykorzystaniu energii w przedsiębiorstwach, jak i dzięki lepszemu zarządzaniu procesami w łańcuchach dostaw żywności. Technologie cyfrowe są również niezastąpionym narzędziem pozwalającym monitorować stosowanie dobrych praktyk biznesowych oraz mierzyć i oceniać efekty podejmowanych działań.

Annex. Summary of indicators for monitoring the level of digital intensity of enterprises in the EU (indicators used in research in 2018, 2020, and 2021).

Załącznik. Zestawienie wskaźników służących monitorowaniu poziomu intensywności cyfrowej przedsiębiorstw w UE (wskaźniki wykorzystywane w badaniach w latach 2018, 2020 i 2021)

Indicators for monitoring and assessing digital intensity of enterprises / Wskaźniki służące monitorowaniu i ocenie intensywności cyfrowej przedsiębiorstw		
	2018	2020
	2018	2021
1. Using computers with Internet access by more than 50% of employees. / Korzystanie z komputerów posiadających dostęp do Internetu przez więcej niż 50% pracowników.	1. Using computers with Internet access by more than 50% of employees. / Korzystanie z komputerów posiadających dostęp do Internetu przez więcej niż 50% pracowników.	1. Using computers with Internet access by more than 50% of employees. / Korzystanie z komputerów posiadających dostęp do Internetu przez więcej niż 50% pracowników.
2. Employing at least one ICT specialist. / Zatrudnianie przynajmniej jednego specjalisty ICT.	2. Hiring ICT specialists. / Zatrudnianie specjalistów ICT.	2. Having an Internet connection with a speed of at least 30 Mb/s. / Posiadanie łącza internetowego o prędkości przynajmniej 30 Mb/s.
3. Having an Internet connection with a speed of at least 30 Mb/s. / Posiadanie łącza internetowego o prędkości przynajmniej 30 Mb/s.	3. Having an Internet connection with a speed of at least 30 Mb/s. / Posiadanie łącza internetowego o prędkości przynajmniej 30 Mb/s.	3. Using enterprise resource planning (ERP) software. / Wykorzystywanie oprogramowania Enterprise Resource Planning (ERP).
4. Equipping more than 20% of employees with mobile devices. / Wyposażanie więcej niż 20% pracowników w urządzenia przenośne.	4. Equipping more than 20% of employees with mobile devices. / Wyposażanie więcej niż 20% pracowników w urządzenia przenośne.	4. Using customer relationship management (CRM) software to manage customer information. / Wykorzystywanie oprogramowania Customer Relationship Management (CRM) do zarządzania informacjami o klientach.
5. Having a website. / Posiadanie strony internetowej.	5. Having a website. / Posiadanie strony internetowej.	5. Using social media. / Wykorzystywanie mediów społecznościowych.
6. Having a website with at least one sophisticated function. / Posiadanie strony internetowej zawierającej co najmniej jedną zaawansowaną funkcję.	6. Having a website with at least one sophisticated function (presentation of products or services, ability to track the status of the order, ability to place an order according to your own specification, content personalization, having a website with links and media references). / Posiadanie strony internetowej zawierającej co najmniej jedną zaawansowaną funkcję (prezentacja produktów lub usług, możliwość śledzenia stanu zamówienia, możliwość złożenia zamówienia według własnej specyfikacji, personalizacja treści), posiadanie strony internetowej zawierającej linki i odwołania do mediów).	6. Using two or more types of social media. / Wykorzystywanie 2 lub więcej rodzajów mediów społecznościowych.
7. Having a website with links and references to social media. / Posiadanie strony internetowej zawierającej linki i odwołania do mediów społecznościowych.	7. Having a website with links and references to social media. / Posiadanie strony internetowej zawierającej linki i odwołania do mediów).	7. Using artificial intelligence technology. / Wykorzystywanie technologii sztucznej inteligencji.
8. Buying intermediate cloud services. / Kupowanie średniozaawansowanych usług w chmurze obliczeniowej.	8. Buying intermediate and advanced cloud computing services. / Kupowanie średniozaawansowanych i zaawansowanych usług w chmurze obliczeniowej.	8. Using the Internet of Things (smart devices or systems) in the enterprise. / Wykorzystywanie Internetu rzeczy (inteligentnych urządzeń lub systemów) w przedsiębiorstwie.
9. Sending e-invoices suitable for automatic processing. / Wysyłanie faktur nadających się do automatycznego przetwarzania.	9. Sending e-invoices suitable for automatic processing. / Wysyłanie e-faktur nadających się do automatycznego przetworzenia.	9. Purchasing cloud computing services. / Kupowanie usług w chmurze obliczeniowej.
10. Paid advertising on the Internet. / Płatna reklama w Internecie.	10. Using industrial or service robots. / Wykorzystywanie robotów przemysłowych lub usługowych.	10. Buying intermediate to advanced cloud computing services. / Kupowanie średniozaawansowanych i zaawansowanych usług w chmurze obliczeniowej.
11. Revenue from electronic sales constitutes at least 1% of total revenue. / Przychody uzyskane ze sprzedaży elektronicznej stanowią co najmniej 1% całkowitych przychodów.	11. Revenue from electronic sales constitutes at least 1% of total revenue. / Przychody uzyskane ze sprzedaży elektronicznej stanowią co najmniej 1% całkowitych przychodów.	11. Revenue from electronic sales constitutes at least 1% of total revenue. / Przychody uzyskane ze sprzedaży elektronicznej stanowią co najmniej 1% całkowitych przychodów.
12. Internet sales revenue accounts for more than 1% of total revenue and Internet sales to individual customers account for more than 10% of sales revenue. / Przychody uzyskane ze sprzedaży przez Internet stanowią więcej niż 1% całkowitych przychodów, a sprzedaż do klientów indywidualnych przez Internet stanowi więcej niż 10% przychodów ze sprzedaży.	12. Big data analyses. / Analizy big data.	12. Internet sales revenue accounts for more than 1% of total revenue and Internet sales to individual customers account for more than 10% of sales revenue. / Przychody uzyskane ze sprzedaży w Internecie stanowią więcej niż 1% całkowitych przychodów, a sprzedaż do klientów indywidualnych przez Internet stanowi więcej niż 10% przychodów ze sprzedaży.

Source: author's own study based on data from Eurostat.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu.

References

- Chechelski, P., Figiel, S., Grochowska, R., Kuberska, D., Kufel, J., Oliński, M., & Wasilewski, A. (2015). *Wybrane aspekty innowacyjności w sektorze rolno-spożywczym*. Program Wieloletni 2015–2019, 10. IERiGŻ PIB. http://www.ierigz.waw.pl/download/20044-r-10_figiel_b5.pdf
- DigitalFoodLab. (2021, December 29). European Foodtech Top50 2021. <https://www.digitalfoodlab.com/european-foodtech-top50-2021/>
- European Commission. (2021a). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. COM(2021) 118 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0118>
- European Commission. (2021b). Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council establishing the 2030 Policy Programme “Path to the Digital Decade”. COM(2021) 574 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A0574%3AFIN>
- Eurostat. (2021a). *How Digitalised Are EU's Enterprises?*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211029-1>
- Eurostat. (2021b, December 16). *Comprehensive Database on ICT Usage*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>
- Eurostat. (2021c, December 16). *Covid-19 Impact on ICT Usage*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC_E_CVD_custom_1918974/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=175c4618-3ce4-4d13-a9e9-c006f5a4e24c
- EESC. (2017). *Impact of Digitalization and the On-Demand Economy on Labour Markets and the Consequences for Employment and Industrial Relations*. Final Study, Brussels, European Economic and Social Committee. <http://dx.doi.org/10.2864/695900>
- EU KLEMS. (2021, December 2). Growth and Productivity Accounts 2019. Vienna Institute for International Economic Studies. <https://euklems.eu/archive-history/>
- Figiel, S. (2019). *Rynki rolne i żywnościowe w dobie innowacji cyfrowych*. Studia i Monografie, 176. IERiGŻ PIB.
- FoodDrinkEurope. (2020). Data & Trends. EU Food & Drink Industry. 2020 Edition. <https://www.fooddrinkeurope.eu/wp-content/uploads/2021/02/FoodDrinkEurope-Data-Trends-2020-digital.pdf>
- Iris Group. (2015). Digitalisation and Automation in the Nordic Manufacturing Sector – Status, Potentials and Barriers. Tema Nord 2015: 578. Nordic Council of Ministers. <https://doi.org/10.6027/TN2015-578>
- Kosior, K. (2021). Rozwój start-upów w segmencie agtech i foodtech – charakterystyka, modele biznesowe, finansowanie. *Przemysł Spożywczy*, 75(5), 8–13. <https://doi.org/10.15199/65.2021.5.2>
- Köbnick, P., Velu, C., & McFarlane, D. (2020). Preparing for Industry 4.0: Digital Business Model Innovation in the Food and Beverage Industry. *International Journal of Mechatronics and Manufacturing Systems*, 13(1), 59–89. <https://doi.org/10.1504/IJMS.2020.108334>
- McKinsey. (2020). How COVID-19 Has Pushed Companies over the Technology Tipping Point – and Transformed Business Forever. Survey. <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever>
- Stentoft, J., Aadsbøll Wickstrøm, K., Philipsen, K., & Haug, A. (2021). Drivers and Barriers for Industry 4.0 Readiness and Practice: Empirical Evidence from Small and Medium-Sized Manufacturers. *Production Planning & Control. The Management of Operations*, 32(10), 811–828. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768318>
- Zheng, T., Ardolino, M., Bacchetti, A., & Perona, M. (2021). The Applications of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing Context: A Systematic Literature Review. *International Journal of Production Research*, 59(6), 1922–1954. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>

Submission date / Data nadesłania: 15.01.2022.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 4.02.2022.

Acceptance date / Data akceptacji do druku: 17.02.2022.

Unless stated otherwise all the materials on the website are available under the Creative Commons Attribution 4.0 International license. Some rights reserved to the Institute of Agricultural and Food Economics National Research Institute.



O ile nie jest to stwierdzone inaczej, wszystkie materiały na stronie są dostępne na licencji Creative Commons Uznanie Autorstwa 4.0 Międzynarodowe. Pewne prawa zastrzeżone na rzecz Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej Państwowego Instytutu Badawczego.

