

Edmund Lorencowicz

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

CYFROWE ROLNICTWO – CYFROWE ZARZĄDZANIE

DIGITAL FARMING – DIGITAL MANAGEMENT

Słowa kluczowe: cyfryzacja, Big Data, rolnictwo precyzyjne, Smart Farming, zarządzanie

Key words: digitalization, Big Data, precision agriculture, Smart Farming, management

JEL codes: O33

Abstrakt. Celem artykułu jest przedstawienie najnowszych tendencji związanych z cyfryzacją procesów w rolnictwie. Digitalizacja maszyn i procesów produkcyjnych w rolnictwie postępuje bardzo dynamicznie. Dlatego zarządzanie procesami w gospodarstwach musi wykorzystywać dostępne dane, które umożliwiają podejmowanie decyzji w sposób optymalny, z wykorzystaniem bieżących jak i historycznych danych. Proces cyfryzacji rolnictwa następuje bardzo dynamicznie i w najbliższej przyszłości gospodarowanie zasobami będzie efektywniejsze co ograniczy wpływ hodowli i upraw na środowisko wspierając rolnictwo zrównoważone.

Wstęp

Komputeryzacja procesów produkcyjnych i zarządzania nimi przenosi się w szybkim tempie ze sfery przemysłu i usług także do rolnictwa. Szybki rozwój elektroniki i ciągły postęp technologiczny, a także wzrastająca konkurencja na rynku wymuszają, także w sektorze rolniczym, wejście w nowy etap zarządzania, określany mianem „Rolnictwo 4.0”. Jak stwierdził Hans W. Griepentrog [2017], rozwój digitalizacji rolnictwa (ang. *digital farming*) jest na początkowym etapie, jednak sektor rolno-spożywczy staje się nieuchronnie przemysłem cyfrowym. Wielkość i wydajności maszyn rolniczych osiągnęły już swoje maksima i chociaż w dalszym ciągu nowe konstrukcje charakteryzują się lepszymi parametrami, to jednak ogromne, niewykorzystane do tej pory możliwości zwiększania wydajności i jakości pracy tkwią w optymalizacji procesów roboczych oraz procesów zarządzania. Dzięki cyfrowej transformacji, łączeniu w sieci i tzw. inteligentnemu sprzętowi [MS 2017] można uzyskać dodatkową wartość w łańcuchu produkcji rolniczej. Możliwe staje się przetwarzanie dużej ilości danych, nie tylko przez zwiększanie mocy obliczeniowej komputerów, ale także przez zastosowanie specjalistycznych algorytmów i programów. Aby jednak te dane uzyskać niezbędne jest wykorzystanie odpowiednich sensorów, zarówno bezpośrednio w samych maszynach rolniczych, jak i w budynkach gospodarczych, na terenie gospodarstwa i na polu, oraz systemów umożliwiających gromadzenie i analizę danych [Crowhurst 2017].

Material i metodyka badań

Celem artykułu jest prezentacja aktualnych trendów cyfryzacji rolnictwa. Analizę przeprowadzono na podstawie literatury specjalistycznej, w dużej mierze niedostępnej w obiegu publicznym. Były to, poza artykułami, m.in. informacje prasowe, prezentacje i wykłady opracowywane na targi Agritechnica 2017 w Hanowerze. Przeprowadzono również kwerendy internetowe. Dokonano analizy treści wybranych pozycji literatury. Ze względu na szybki postęp i zmieniające się uwarunkowania pod uwagę wzięto tylko najnowsze publikacje z lat 2016-2018.

Znaczenie i etapy digitalizacji

Obszary podlegające digitalizacji to m.in. automatyka, robotyka, sztuczna inteligencja, sensory, Big Data, czyli zasoby danych, chmura obliczeniowa (ang. *cloud computing*). Możliwości wykorzystania procesów cyfrowych wraz z odpowiednimi urządzeniami są nieograniczone i co roku pojawiają się nowe zastosowania. Rolnicy korzystający z nowych technologii muszą mieć dostęp do wielu zasobów i rozwiązań programowych. Pojęcie „digitalizacja” (zamiennie „cyfryzacja”) ma dwa znaczenia [BMEL 2017]: (1) transfer (przekształcenie) informacji z formy analogowej do cyfrowej i (2) automatyzacja procesów i modeli biznesowych przez połączenie technologii cyfrowej, informacji i ludzi. Digitalizacja w rolnictwie obejmuje obydwa te znaczenia. Należy zebrać i przetworzyć dane analogowe, takie jak np. informacje o etapie wegetacji roślin lub o zagrożeniu chorobami. Dopiero po zdigitalizowaniu i odpowiedniej obróbce informacje te mogą być wykorzystane do automatyzacji procesów i zarządzania na różnym poziomie. Ocenia się, że w rolnictwie występują różne poziomy digitalizacji:

- I etap – to użycie tylko pojedynczego, skomputeryzowanego obiektu, np. maszyny wyposażonej w czujniki przekazujące po przetworzeniu informacje bezpośrednio do operatora;
- II etap – to złożone obiekty, np. agregaty ciągnikowe; może to być ciągnik z maszyną połączone systemem Isobus z możliwością wymiany danych wykorzystywanych w optymalizacji parametrów pracy zarówno ciągnika jak i maszyny;
- III etap – to obiekty połączone w sieć; przykładem może być system sterowania przez sieczkarnię samojezdną załadunkiem zielonki na przyczepy; zestaw transportowy jest wirtualnie połączony z sieczkarnią i sterowanie ciągnikiem realizowane jest automatycznie;
- IV etap – digitalizacji to cyfrowy sieciowy system produkcji; obejmuje nie tylko indywidualne maszyny i agregaty maszynowe, ale także poszczególne ogniwa łańcucha technologicznego;
- V etap – najwyższy poziom cyfryzacji to kompleksowe połączenie systemów, które komunikują się między sobą [BMEL 2017].

Funkcjonujące już powszechnie pojęcia: „rolnictwo precyzyjne”, „Smart Farming” i „Rolnictwo 4.0”, oznaczają rozwój rolnictwa zrównoważonego oparty w dużej mierze na procesach zdigitalizowanych. Poza popularnym już korzystaniem z GPS i automatyki prowadzenia maszyn, pojawia się wiele innych zastosowań, w tym wykorzystanie dronów [Riley 2017] i robotów [Rückelshausen 2017, Kit 2017]. Aplikacje zainstalowane w komórkach ułatwiają np. ocenę zagrożeń upraw i prognozowanie pogody są z jednym z wielu zastosowań programów komputerowych. Dostępność do tego rodzaju aplikacji jest duża. Z badań Moniki Cieniawskiej i Jörga Rühle [2018] wynika, że już około 60% rolników niemieckich korzysta z aplikacji na smartfony i tablety.

Źródła danych

Podstawową procesów cyfryzacji są zestawy danych, które podlegają przetworzeniu dla celów wymaganych w gospodarstwie. Dane te można podzielić na dwie grupy: (1) dane wewnętrzne i (2) dane zewnętrzne. Dane wewnętrzne to dane pochodzące z gospodarstwa. Są to np.: współrzędne obszarów operacyjnych, informacje o produkcji, dane dotyczące użytkowanego sprzętu i realizowanych procesów rolniczych. Należy podkreślić, że już praktycznie wszyscy producenci maszyn rolniczych wyposażają je w czujniki i system łączności z obiektami zewnętrznymi. W Niemczech w ponad 80% nowych produktów branży techniki rolniczej oferowany jest dostęp do sieci i to niezależnie od sektora i formy wykorzystania maszyn [VDMA 2017].

Druga grupa danych to dane dostępne publicznie lub gromadzone na zamówienie informacje spoza gospodarstwa. Są to m.in.: dane z satelitów – np. o pogodzie, stanie gleby lub dane katastralne.

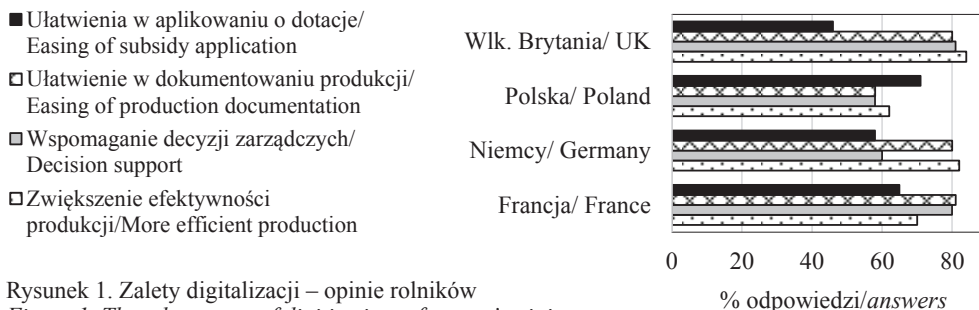
Cyfrowa transformacja w rolnictwie oferuje ogromne możliwości, ale jednocześnie stawia rolników przed nowymi wyzwaniem. Dzięki cyfryzacji można zyskać wartości dodane –

optymalizację procesów wykorzystujących m.in. duże zasoby danych (ang. *Big Data*) [Jones i in. 2017, Kamilaris i in. 2017, Wolfert i in. 2017]. Przesył danych pomiędzy gospodarstwem a współpracującym dostawcami pozwala na polepszenie metod i technologii produkcji, ułatwia podział pracy, prowadzi do redukcji kosztów. Informacje od wytwórców środków produkcji (nawozy, środki ochrony roślin, materiał siewny, pasze, a także maszyny) ułatwiają dobór parametrów procesów technologicznych i ich optymalizację oraz redukcję nakładów.

Opinie dotyczące zalet i wad digitalizacji rolnictwa

Jak każdy nowy trend, także digitalizacja rolnictwa jest różnie przyjmowana przez jej użytkowników. Część rolników – szczególnie młodych, jest bardzo otwarta na postęp i wykorzystuje wiele rozwiązań, a czasami wręcz otacza się gadżetami. Jednak starsze pokolenie zazwyczaj podchodzi do nowych rozwiązań z dystansem. Wszystkie reakcje są naturalne – w każdej dziedzinie i obszarze działalności znajdują się zarówno wielcy entuzjaści poszczególnych rozwiązań, jak i sceptycy. W badaniach prowadzonych przez DLG (Niemieckie Towarzystwo Rolnicze) w czterech krajach – Niemcy, Francja, Polska i Wielka Brytania, można zaobserwować różne postawy – zarówno za jak i przeciw digitalizacji [Schaffner 2017].

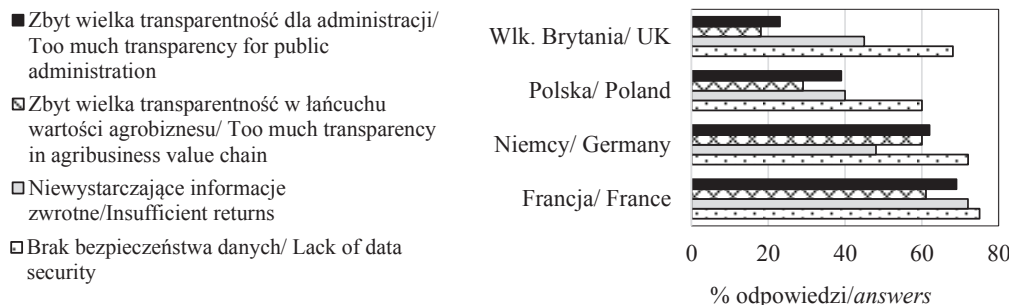
Rolnicy wypowiadający się na temat zalet digitalizacji i najczęstszych zastosowań w pierwszej kolejności podkreślają wzrost efektywności produkcji, następnie ułatwienie w dokumentowaniu produkcji, wspomaganie decyzji oraz – w mniejszym stopniu – ułatwienie wypełniania dokumentacji niezbędnej przy aplikowaniu o dotacje (to w szczególności wysoko ocenili polscy rolnicy) (rys. 1).



Rysunek 1. Zalety digitalizacji – opinie rolników
Figure 1. The advantages of digitization – farmers' opinions
 Źródło opracowanie własne na podstawie [Schaffner 2017]
 Source: own elaboration based on [Schaffner 2017]

Na poziomie operacyjnym wykorzystania technologii jednym z popularniejszych zastosowań jest automatyka sterowania pojazdami i pracą na polu [Goldman 2017]. Niemieccy usługodawcy pytani o to, w jakich maszynach najczęściej wykorzystują automatyczne sterowanie na pierwszym miejscu podali ciągniki (ok. 55% odpowiedzi), następnie kombajny zbożowe (21%) i siewkarnie samojezdne (20%) [Noordhof 2017b]. W przypadku prac wykonywanych przy wykorzystaniu tego rozwiązania (automatyczne sterowanie/ naprowadzanie), na pierwszych miejscach były: nawożenie (46% odpowiedzi), siew (45%) i uprawa gleby (39%), na dalszych pozycjach znalazły się: koszenie (27%), przetrząsanie i zgrabianie (17%) oraz ochrona roślin (8%) [Noordhof 2017a, 2017b].

Badani przez DLG rolnicy wskazywali także na ryzyko wynikające z procesów cyfryzacji (rys. 2), głównie wynikające z faktu udostępniania danych z własnego gospodarstwa. Korzystanie z programów i aplikacji zainstalowanych w ciągnikach i maszynach oraz komórkach i tabletach wymaga nie tylko korzystania z dużej liczby danych, ale także przekazywania informacji o



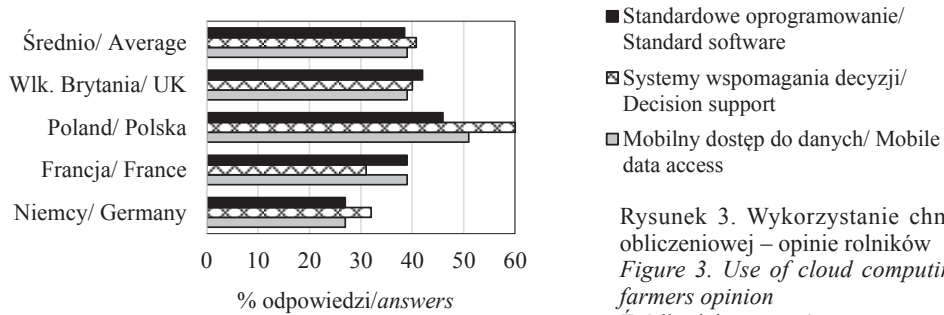
Rysunek 2. Ryzyka digitalizacji – opinie rolników
 Figure 2. Risks of digitization – farmer's opinions
 Źródło: jak na rys. 1
 Source: see fig. 1

swoich działaniach i zasobach. Jak ocenili badani rolnicy, brak prawidłowych danych lub złe informacje zwrotne to jedne z ważniejszych zagrożeń, skutkujących podejmowaniem złych decyzji, a w konsekwencji złymi wynikami produkcyjnymi. Jednocześnie rolnicy okazali wyraźną dezaprobatę w związku z faktem, że własne dane udostępniane są innym, w tym producentom maszyn i administracji, a w niektórych przypadkach także konkurencji.

Problem dostępu do danych wciąż pogłębia się. Na ten temat trwa już dyskusja w Unii Europejskiej (UE), w związku z koniecznością ujednoczenia zasad. Jednym z problemów jest np. odpowiedź na pytanie, czy z danych zbieranych z prywatnych ciągników i maszyn (a więc prywatnych informacji) może bez ograniczeń korzystać producent, serwis i diler, a rolnik (właściciel maszyny) musi płacić za te informacje po przetworzeniu. Niemieccy usługodawcy pytani o ten problem stwierdzili w większości (69% odpowiedzi), że dostęp do danych powinien mieć tylko serwis. Jedynie po 5% ankietowanych stwierdziło, że z danych może korzystać producent maszyny oraz serwis i producent. Natomiast aż 21% uznało, że nikt nie powinien korzystać z danych. Występuje tu kolizja pomiędzy oczekiwaniami rolników a potrzebami producentów maszyn i serwisu [Noordhof 2017c].

Konieczność opracowania zasad racjonalnego wykorzystania danych sygnalizowana była już od wielu lat [Beecher 2017]. Niezależni dilerzy i serwisanci maszyn starają się uzyskać dostęp do danych od producentów maszyn, co pozwoliłoby zwiększyć konkurencyjność w tym sektorze [CLIMAR 2017]. Są już wstępne opracowania i zalecenia dotyczące dystrybucji i dostępu do danych z maszyn rolniczych. Na wiosnę 2018 podpisano porozumienie pomiędzy europejskimi przedstawicielami organizacji usługodawców rolnych (CEETTAR), Europejską Radą Młodych Rolników (CEJA), reprezentantami przemysłu maszyn rolniczych (CEMA), organizacjami rolniczymi (Copa-Cogeca) i innymi zainteresowanymi europejskimi organizacjami zrzeszającymi m.in.: hodowców bydła (EFFAB), producentów materiału siewnego (ESA), producentów pasz (FEFAC), producentów nawozów (Fertilizers Europe) i producentów środków ochrony roślin (ECPA) [Ceettar 2018]. W porozumieniu tym wskazano kierunki i ograniczenia związane z dostępem, wymianą i wykorzystaniem danych.

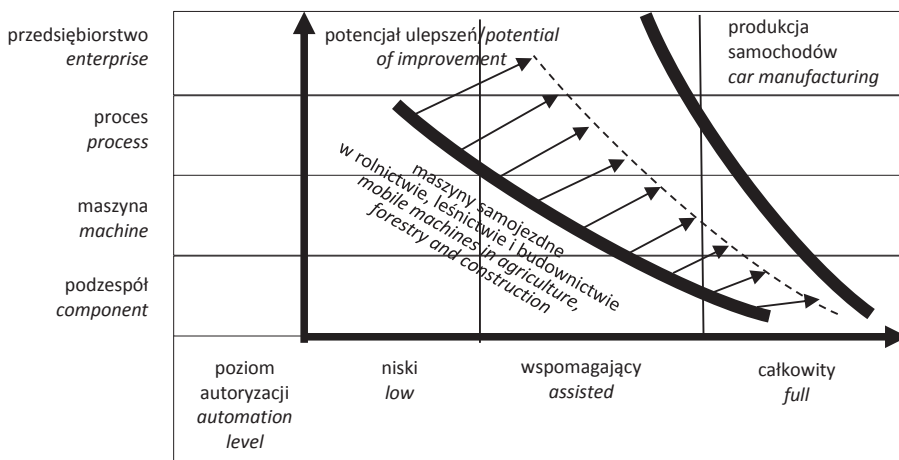
Szalony postęp w technologiach cyfrowych spowodował, że obecnie wiele działań obliczeniowych i zasobów danych przeniesiono do tzw. „chmury obliczeniowej”, a więc do komputerów spiętych w sieci, a znajdujących się praktycznie na całym świecie. Nowoczesne aplikacje, w szczególności mobilne korzystają z zasobów chmury [Kamilaris i in. 2017]. Rolnicy z poszczególnych krajów wykorzystują w różnym stopniu dane, programy komputerowe do wspierania decyzji oraz standardowe programy (rys. 3). W przypadku badanych polskich rolników największym powodzeniem cieszyły się programy do wspomaganie decyzji [Józefowicz 2017].



Rysunek 3. Wykorzystanie chmury obliczeniowej – opinie rolników
 Figure 3. Use of cloud computing – farmers opinion
 Źródło: jak na rys. 1
 Source: see fig. 1

W sektorze rolno-spożywczym, a w szczególności w rolnictwie istnieje wiele czynników utrudniających automatyzację procesów [Herlitzius i in. 2017]. Są one związane z zakłóceniem danych i ich dużym zróżnicowaniem i niepewnością, brakiem odpowiednich czujników oraz wiedzy o procesach, różnorodnością maszyn i sposobami realizacji procesów (technologiami). Jak przedstawiono na rysunku 4 [za Herlitzius i in. 2017], wprowadzanie automatyzacji w produkcji rolniczej przebiega z pewnym opóźnieniem w porównaniu do automatyzacji przemysłu (np. samochodowego). Ograniczeniami są m.in. zmienność warunków produkcyjnych, wielość stosowanych technologii, konieczność pracy z materiałem lub produktem biologicznym w uzależnieniu od warunków zewnętrznych (pogoda).

Istnieje duży potencjał możliwości poprawy tego procesu i w ostatnich latach jest to wyraźnie zauważalne. Konstruowane są nowe czujniki, poznawane są zależności, tworzone nowe programy i aplikacje. Jednak czujniki i programy łatwo jest wprowadzić do podzespołów maszyn, natomiast spięcie systemów na poziomie przedsiębiorstwa (np. gospodarstwa) jest bardzo skomplikowane. Rozwój „internetu rzeczy” (ang. *Internet of Things*) wpływa na wzrost poziomu kompatybilności maszyn wykorzystywanych w procesach technologicznych oraz możliwości optymalizacji ich pracy [Thomas 2017].



Rysunek 4. Automatyzacja procesów w rolnictwie i przemyśle
 Figure 4. Automation of processes in agriculture and industry
 Źródło/Source: [Herlitzius i in. 2017]

Podsumowanie

Digitalizacja jest długim procesem, ale w ostatnich latach zachodzi w sposób bardzo dynamiczny. Problemem jest znalezienie sposobu na wykorzystanie starych maszyn w tym procesie [Die Digitalisierte... 2017]. Pojawia się też dodatkowo problem analfabetyzmu cyfrowego oraz wykluczenia. Nie wynika on tylko z utrudnionego dostępu do infrastruktury cyfrowej, ale także z ograniczeń mentalnych użytkowników komputerów. Starsze pokolenie rolników w dużej części nie korzysta z komputerów, bo ma związane z tym problemy i obawy. To powoduje, że ich gospodarstwa zaczynają odstawać od liderów i tracić rynek. Młode pokolenie rolników, wykształconych już w zdigitalizowanym społeczeństwie, radzi sobie z tym lepiej i niewątpliwie w najbliższej przyszłości stanowić będzie awangardę wykorzystującą zdobycze najnowszych technologii dla podwyższenia efektywności produkcji w rolnictwie zrównoważonym. Pojawiają się też nowe wyzwania, np. prawne, jak zasygnalizowany powyżej dostęp do danych i możliwości przetwarzania. Korzyści wynikające z digitalizacji to wykorzystanie potencjału spiętych w całość poszczególnych systemów i dostosowanie ich do specyfiki pojedynczych farm, co poprawi zrównoważenie i opłacalność produkcji [O’Grady, O’Hare 2017].

Jak twierdził Cathy O’Neil [2017], w kontekście rozwoju cyfryzacji na świecie, danych jest po prostu za dużo. Firmy mają do dyspozycji zasoby danych (*Big Data*), algorytmy i modele matematyczne, których zadaniem jest przetwarzanie ogromnej liczby danych. Problem polega na tym, że algorytmy pisane są przez ludzi, a nie zawsze są one obiektywne i niejednokrotnie zawierają błędy.

Należy jednak stwierdzić, że to głównie dzięki technologiom informacyjnym można uzyskać dodatkowy potencjał optymalizacji w całym łańcuchu wartości rolniczych. Technologia informacyjna nie jest ograniczona do pojedynczego oprogramowania i sprzętu. Obecnie cała infrastruktura cyfrowa, taka jak sieci, obejmuje informacje z uniwersalnych platform danych (chmura, aplikacje w internecie, aplikacje na smartfony). Trwający proces zmian, zwany transformacją cyfrową, dokonuje się we wszystkich dziedzinach życia, w tym także w rolnictwie.

W komunikacie Komisji Europejskiej [EC 2017] stwierdza się wprost, że rozwój technologiczny i cyfryzacji umożliwia ogromny postęp w dziedzinie efektywnego gospodarowania zasobami, co ogranicza wpływ hodowli i upraw na środowisko i klimat, zwiększa odporność i poprawia stan gleby oraz zmniejsza koszty ponoszone przez rolników, wspierając przy tym rolnictwo zrównoważone. Jednak należy zwrócić szczególną uwagę na kwestie dostępu małych i średnich gospodarstw do nowoczesnych technologii.

Literatura/Bibliography

- Beecher Jones Ian. 2017. Deal with farm data. *Future Farming* 4: 38-39.
- BMEL. 2017. *Digitalpolitik Landwirtschaft*. Berlin: BMEL.
- CEETTAR. 2018. *EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement*, <http://ceettar.eu/publications.php?item=69&cat=4&year=2018>, access: 20.06.2018.
- Cieniawska Monika, Jörg Rühle. 2018. *Analiza potrzeb rolników w zakresie cyfrowej dokumentacji w gospodarstwie rolnym*. [W:] Konferencja „Rolnictwo precyzyjne w Polsce – dziś i jutro” Analysis of farmers’ needs in the field of digital documentation on a farm. [In] Conference “Precise agriculture in Poland - today and tomorrow”. Kamień Śląski, 5-7 lutego 2018.
- CLIMAR. 2017. *Open access to Repair and Maintenance Information (RMI)*. 2017. Nuremberg: LECTURA GmbH Verlag + Marketing Service.
- Crowhurst Richard. 2017. Smart soil and water management creates data issues. *News from EurAgEng* Winter: 4-5.
- Die Digitalisierte Landwirtschaft (The digitized agriculture). *Profi Spezial* December 2017: 14-16.
- EC (European Commission). 2017. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The Future of Food and Farming. COM/2017/0713 final*. Brussels: European Commission.
- Goldman Jürgen. 2017. The future of automatic steering. *AgriFuture* 4: 20-22.

- Griepentrog Hans W. 2017. Green Future – Smart Technology: Chances and challenges of digitalization in agriculture. DLG Pressemitteilung. *DLG Pressemitteilung*, 3 (typescript).
- Herlitzius Thomas, Jens Krzywinski, Arno Rückelshausen, Klaus Weidig. 2017. *Mobile Cyber Physical System concept for controlled agricultural environments*. Typescript.
- Jones James W., John M. Antle, Bruno Basso, Kenneth J. Boote, Richard T. Conant, Ian Foster, H. Charles J. Godfray, Mario Herrero, Richard E. Howitt, Sander Janssen, Brian A. Keating, Rafael Munoz-Carpena, Cheryl H. Porter, Cynthia Rosenzweig, Tim R. Wheeler. 2017. Towards a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: State of agricultural system science. *Agricultural Systems* 155: 269-288.
- Józefowicz Jan. 2017. Moje dane w chmurze (My data in cloud). *Top Technika* 2: 38-41.
- Kamilaris Andreas, Andreas Kartakoullis, Francesc X. Prenafeta-Boldú. 2017. A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronic in Agriculture* 143: 23-37.
- Kit Franklin. 2017. What next for farm robotics? *Future Farming* 4: 13-15.
- MS (Mobile Steuerzentrale – Mobile Control Center). 2017. *Profi Spezial* December: 40-42.
- Noordhof Jens. 2017a. Ja, aber... *Lohnunternehmen* 11: 22-25.
- Noordhof Jens. 2017b. LU Trend-Report: Datenmanagement 2017. *Lohnunternehmen* 3, <https://lu-web.de/redaktion/news/lu-trend-report-datenmanagement-2017-1>, access: 12.03.2018.
- Noordhof Jens. 2017c. Unser Ziel ist barrierefreier Datenaustausch (Our goal is barrier-free data exchange). *Lohnunternehmen* 11: 30-32.
- O'Grady Michael J., Gregory M. P. O'Hare. 2017. Modelling the smart farm. *Information Processing in Agriculture* 4 : 179-187, doi: 10.1016/j.inpa.2017.05.001.
- O'Neil Cathy. 2017. *Broń matematycznej zagłady* (Weapons of Math Destruction). Warszawa: PWN.
- Riley Jonathan. 2017. How to fly drones within the law. *Future Farming* 4: 32-34.
- Rückelshausen Arno. 2017. Green future – smart technology: Field robotics in crop production – vision possible? *DLG* (typescript).
- Schaffner Archim. 2017. Digitization: top value for farmers. *AgriFuture* 4: 24-25.
- Thomas Helmut. 2017. Digitaler wandel, Big data, Internet of things. *DLG Pressemitteilung*, 8 (typescript).
- VDMA 2017. Landtechnik. Branchenwachstum auf globalen Schlüsselmärkten verstetigt sich (Industry growing steadily in key international market). Press information. (typescript), <https://www.vdma.org/v2viewer/-/v2article/render/21845730>, access: 12.05.2018.
- Wolfert Sjaak, Lan Ge, Cor Verdouw, Marc-Jeroen Bogaardt. 2017. Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems* 153: 69-80.

Summary

Digitalization of farm machines and production processes in agriculture is progressing very dynamically. Therefore, farm processes management must use the available data, which allow making decisions in an optimal way, using current as well as historical data. The paper presents the latest trends related to the digitization of processes in agriculture. The process of digitization of agriculture is very dynamic and in the near future resource management will be more effective, which will limit the impact of farming on the environment, supporting sustainable agriculture.

Adres do korespondencji
 prof. dr hab. Edmund Lorencowicz
 orcid.org/0000-0002-4190-0422
 Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
 Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi
 ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin
 e-mail: edmund.lorencowicz@up.lublin.pl