



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

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.*

**ANNALS OF THE POLISH ASSOCIATION
OF AGRICULTURAL AND AGRIBUSINESS ECONOMISTS**

ROCZNIKI NAUKOWE
STOWARZYSZENIA EKONOMISTÓW ROLNICTWA I AGROBIZNESU

Received: 30.12.2022

Acceptance: 12.02.2023

Published: 22.03.2023

JEL codes: O33, O38, Q16

Annals PAAAE • 2023 • Vol. XXV • No. (1)

License: Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0)

DOI: 10.5604/01.3001.0016.2309

KATARZYNA KOSIOR¹

Institut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej
– Państwowy Instytut Badawczy, Polska

**PROJEKTY BADAWCZO-ROZWOJOWE
NA RZECZ ROLNICTWA CYFROWEGO W POLSCE**

Słowa kluczowe: projekty B+R, transformacja cyfrowa, odpowiedzialne badania
i innowacje, rolnictwo cyfrowe, *smart farming*, Polska

ABSTRACT. Celem artykułu jest usystematyzowany przegląd projektów badawczo-rozwojowych, które obejmują badania i rozwiązania istotne z punktu widzenia budowy rolnictwa cyfrowego w Polsce. Transformacja w kierunku rolnictwa cyfrowego jest obecnie jednym z najważniejszych wyzwań rozwojowych, przed którymi stoją gospodarstwa rolne w Polsce. Korzystanie z technologii cyfrowych i inteligentnych narzędzi optymalizujących produkcję rolną i procesy zarządzania gospodarstwem jest już nie tylko kwestią wyboru, ale koniecznością warunkowaną dążeniami do osiągnięcia celów klimatycznych, środowiskowych oraz w zakresie zrównoważonego rozwoju. Prace badawczo-rozwojowe realizowane w szeroko rozumianym rolno-spożywczym ekosystemie innowacji mają podstawowe znaczenie dla perspektyw wykorzystania szans związanych z obecną rewolucją technologiczną i cyfrową. Informacje o zrealizowanych i realizowanych projektach i działaniach finansowanych ze środków publicznych są jednak rozproszone. Przeprowadzona analiza pokazuje, że liczba projektów i działań wspierających transformację cyfrową w polskim sektorze rolnym zwiększyła się w ostatnich latach, ale ich zakres pozostaje ograniczony. Niewystarczająca jest liczba projektów interdyscyplinarnych, w których obok aspektów technologicznych uwzględniane są również aspekty społeczno-ekonomiczne cyfryzacji. Biorąc pod uwagę zarówno potrzebę przyspieszenia cyfrowej transformacji w sektorze, jak i promowania odpowiedzialnych praktyk w zakresie badań i innowacji, wskazane jest zwiększenie nakładów na projekty, które w sposób holistyczny i systemowy wspierać będą cyfryzację polskich gospodarstw rolnych.

¹ Corresponding author: katarzyna.kosior@ierigz.waw.pl

WPROWADZENIE

Rozwój technologii cyfrowych oraz postępujące procesy cyfryzacji prowadzą do głębokich przeobrażeń w systemach organizacji produkcji i sposobach tworzenia wartości w gospodarce. Cyfryzacja zmienia również rolnictwo – produkcyjną działalność rolniczą, zarządzanie gospodarstwem oraz współpracę i kontakty producentów żywności z otoczeniem [Figiel 2019]. Technologie cyfrowe oferują narzędzia, które pozwalają poprawiać produktywność i efektywność ekonomiczną, zwiększać konkurencyjność i innowacyjność, a jednocześnie zmniejszać negatywny wpływ działalności rolniczej na środowisko [Almaki i in. 2021]. Z tego względu, technologie te uznawane są za kluczowe z punktu widzenia możliwości realizacji celów związanych z zapewnianiem bezpieczeństwa żywnościowego, zrównoważonym rozwojem i budową neutralności klimatycznej [Hrustek 2020, Secundo i in. 2022]. Modernizacja rolnictwa i obszarów wiejskich poprzez cyfryzację jest obecnie celem przekrojowym Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) Unii Europejskiej (UE). W nowym rozporządzeniu w sprawie planów strategicznych dla WPR wskazuje się na konieczność inwestowania w rozwój technologiczny i cyfryzację oraz usprawnienie absorpcji technologii cyfrowych w gospodarstwach rolnych i przedsiębiorstwach prowadzących działalność gospodarczą na obszarach wiejskich. Państwa członkowskie UE zobowiązane zostały do ustanowienia strategii rozwoju technologii cyfrowych oraz ich wykorzystania w celu zademonstrowania sposobów pobudzania cyfryzacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Rozporządzenie w sprawie WPR wprowadziło również wymóg uwzględnienia w usługach doradczych dla rolników wsparcia w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych w rolnictwie i na obszarach wiejskich oraz wdrożenie, najpóźniej od 2024 roku, aplikacji cyfrowej służącej zrównoważonemu gospodarowaniu składnikami odżywczymi [Rozporządzenie PE i Rady (UE) 2021/2115].

Realizacja wskazanych celów wymaga utrzymania wysokiej dynamiki i tempa prac badawczo-rozwojowych na rzecz systemów i narzędzi dla rolnictwa cyfrowego. Konieczność wzmacniania działań w tym obszarze warunkowana jest ciągłym i bardzo szybkim rozwojem nowych technologii cyfrowych [Idoje i in. 2021]. Są to równocześnie badania niezwykle złożone, zarówno ze względu na przyrodniczy kontekst i charakter procesów produkcji roślinnej i zwierzęcej, jak i ze względu na społeczno-ekonomiczne uwarunkowania wdrażania nowych rozwiązań cyfrowych w sektorze [Moysiadis i in. 2021]. Rolnictwo wciąż jest sektorem o stosunkowo niskim poziomie cyfryzacji – wśród głównych przyczyn wskazuje się niski poziom kompetencji cyfrowych rolników, luki w systemie wymiany wiedzy i szkoleń oraz niewystarczający dostęp do kapitału umożliwiającego zakup nowych technologii [Barnes et al. 2019]. Dodatkowo, określone cykle w systemach produkcji zwierzęcej i sezonowy charakter produkcji roślinnej sprawiają, że procesy testowania nowych technologii oraz demonstracja efektów ich

działania są rozciągnięte w czasie. W rezultacie wdrażane rozwiązania technologiczne są najczęściej opóźnione w stosunku do rozwiązań dostępnych na rynku. Braki w dostępie do wiedzy i informacji oraz ograniczona współpraca w szeroko rozumianym ekosystemie innowacji, prowadzą również do problemów z dopasowaniem programów i aplikacji cyfrowych do potrzeb gospodarstw rolnych reprezentujących różne profile produkcji i typy rolnicze [Knierim i in. 2019]. W takich uwarunkowaniach zwiększają się obawy oraz niepewność dostawców i odbiorców, co do możliwości uzyskania zwrotu z podejmowanych inwestycji cyfrowych. Biorąc pod uwagę wskazane ograniczenia, istotne jest więc nie tylko wspieranie i promowanie wykorzystania technologii cyfrowych w gospodarstwach rolnych, ale również lepsze rozpoznanie i wzmocnienie właściwego funkcjonowania ekosystemu na rzecz badań i innowacji cyfrowych w rolnictwie.

Celem artykułu jest usystematyzowany przegląd projektów badawczo-rozwojowych zorientowanych na opracowywanie innowacji i rozwiązań cyfrowych dla sektora rolnego w Polsce. Krajowa działalność badawczo-rozwojowa w tym obszarze nie była dotąd analizowana. Rozproszony charakter informacji na temat projektów wspierających cyfryzację polskiego rolnictwa utrudnia identyfikację mocnych i słabych stron obecnego ekosystemu na rzecz innowacji cyfrowych w Polsce. Ogranicza również możliwości formułowania rekomendacji dla dalszych działań wspierających budowę rolnictwa cyfrowego w kraju. Potrzeba oceny dotychczasowych osiągnięć oraz obecnie realizowanych przedsięwzięć jest bardzo duża, bowiem poziom cyfryzacji rolnictwa w Polsce pozostaje jednym z najniższych w UE. W związku z koniecznością przyspieszenia cyfrowej transformacji, istotne jest w szczególności określenie, w jakim stopniu i zakresie działalność badawczo-rozwojowa realizowana w obszarze rolnictwa oraz finansowana ze środków publicznych wspiera procesy cyfryzacji gospodarstw rolnych. Analiza oraz ocena podejmowanych działań badawczo-rozwojowych prowadzona będzie w kontekście wymogów i oczekiwań formułowanych w europejskich i krajowych dokumentach strategicznych dotyczących rolnictwa. Równocześnie, opracowanie odpowiada na podkreślaną przez międzynarodowe środowiska naukowe potrzebę promowania odpowiedzialnych badań i innowacji cyfrowych w sektorze [Eastwood et al. 2019, Regan 2021]. W rezultacie, zebrany materiał pozwoli zaprezentować kierunki prac badawczo-rozwojowych zorientowanych na opracowywanie nowych rozwiązań cyfrowych i wspieranie cyfryzacji polskiego rolnictwa. Rzuci równocześnie światło na te problemy, zagadnienia i obszary, które wymagają dodatkowej uwagi i wsparcia.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

W analizie wykorzystano dane z systemu POL-on – największego repozytorium danych o polskiej nauce i szkolnictwie wyższym, w którym gromadzone są podstawowe informacje na temat projektów naukowych, badawczo-rozwojowych i edukacyjnych w Polsce. Dodatkowym źródłem informacji były dane pochodzące z rozproszonych źródeł internetowych – stron internetowych agencji rządowych zamawiających i/lub finansujących prace badawczo-rozwojowe, stron internetowych podmiotów realizujących projekty oraz publikacji na temat projektów bądź opisujących ich rezultaty. Wymogi i oczekiwania w zakresie prac badawczo-rozwojowych na rzecz rolnictwa inteligentnego nakreślono na podstawie analizy krajowych oraz europejskich dokumentów strategicznych: Krajowego Planu Strategicznego dla Wspólnej Polityki Rolnej UE na lata 2023-2027, Krajowego Planu Odbudowy, Europejskiego Zielonego Ładu, Strategii „Od pola do stołu” oraz innych dokumentów i deklaracji przyjmowanych na szczeblu politycznym.

W procesie identyfikowania projektów wspierających rozwój rolnictwa cyfrowego w Polsce wykorzystano w pierwszym kroku kryteria wyszukiwania dostępne w bazie POL-on. Wygenerowano listę projektów przyporządkowanych do rozdziału „Rolnictwo”, zgodnie z klasyfikacją GBAORD. W uzyskanym zestawieniu znalazło się łącznie 5351 projektów. Wśród tej liczby tylko 169 projektów finansowano ze środków ramowego programu badawczego UE. Dalsze wyszukiwania odbywały się w ramach wybranych obszarów nauk, dziedzin i dyscyplin naukowych. Uwzględniono dziedzinę nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych, dziedzinę nauk ekonomicznych (ekonomia), dziedzinę nauk społecznych (socjologia) oraz dziedzinę nauk technicznych (informatyka oraz telekomunikacja). Zastosowano równocześnie słowa kluczowe, które pozwoliły zawęzić wyszukiwania tylko do tych projektów, które zakładały rozwój i/lub wykorzystanie co najmniej jednego rozwiązania bądź technologii cyfrowej w sektorze rolnym². Przeprowadzona selekcja, wsparta dodatkowo analizą zapisów w streszczeniach, pozwoliła wyłonić łącznie 57 projektów badawczo-rozwojowych wspierających budowę rolnictwa cyfrowego w Polsce. Uwzględniono projekty, które zakładały wykorzystanie technologii cyfrowych zarówno w procesach produkcji, jak i w procesach zarządzania gospodarstwem i procesach sprzedaży. W wygenerowanym zestawieniu uwzględniono również projekty międzynarodowe, w tym projekty europejskie, w których polskie podmioty występowały jako podmioty koordynujące bądź wykonujące określone prace i zadania badawczo-rozwojowe (łącznie 21 projektów).

² Wśród wykorzystanych słów kluczowych znalazły się: internet, internet rzeczy, platforma, technologie informacyjno-komunikacyjne, aplikacje/systemy wspomagania decyzji, systemy inteligentne, automatyzacja, sztuczna inteligencja, algorytmy maszynowego uczenia się, systemy autonomiczne, analizy dużych zbiorów danych, modele predykcyjne, monitoring, dane przestrzenne, obrazowanie, teledetekcja, rolnictwo precyzyjne, cyfryzacja, czujniki, sensory oraz odpowiedniki wskazanych haseł w języku angielskim.

W kolejnym kroku listę wygenerowaną z bazy POL-on uzupełniono informacjami pozyskanymi z zestawień NCBiR na temat projektów zaakceptowanych do finansowania w ramach tzw. szybkiej ścieżki oraz informacjami na temat działalności projektowej i innowacyjnej Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa (KOWR). Podobnie jak w przypadku wyszukiwań w bazie POL-on, zastosowano kryteria selekcji pozwalające ograniczyć listę analizowanych projektów do projektów zakładających wykorzystanie technologii i rozwiązań cyfrowych w rolnictwie. Nie były uwzględniane projekty, które zakładały rozwój i/lub prace przedwdrożeniowe dotyczące nowej technologii w procesach produkcji, jednak nie łączyły jej z technologiami cyfrowymi (np. nie zapewniały, że rozwijane maszyny rolnicze bądź inne urządzenia połączone będą z i/lub platformami do analizy danych i zarządzania gospodarstwem). W rezultacie, po wskazanych uzupełnieniach końcowa lista projektów uwzględniona w analizie objęła łącznie 81 projektów. Zebrane materiały – wygenerowane zestawienie projektów badawczo-rozwojowych oraz wybrane dokumenty programowe i strategiczne dotyczące sektora rolno-spożywczego – badane były z wykorzystaniem metod analizy opisowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zebrany materiał pozwolił na ocenę stanu zaawansowania, poziomu finansowania i kierunków prac badawczo-rozwojowych na rzecz cyfryzacji rolnictwa w Polsce. Projekty w tym obszarze analizowano pod kątem ich znaczenia i zgodności z założeniami, wytycznymi i celami, które wskazywane są w krajowych i europejskich dokumentach strategicznych oraz w innych dokumentach, dotyczących przyszłych kierunków rozwoju rolnictwa: deklaracji w sprawie „Inteligentnej i zrównoważonej przyszłości cyfrowej dla europejskiego rolnictwa i obszarów wiejskich” [EC 2019b], Europejskim Zielonym Ładzie [EC 2019a], Strategii „Od pola do stołu” [EC 2020], Krajowym Planie Strategicznym dla WPR 2023-2027 [MRiRW 2022] i Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększania Odporności [MFiPR 2022]. Wskazane dokumenty i strategie określają zarówno ogólne ramy wsparcia, jak i bardziej szczegółowe kierunki i oczekiwania w odniesieniu do rozwoju rolnictwa i systemu żywnościowego w warunkach postępujących procesów cyfryzacji (tabela 1). Tym samym, przekładają się na zapisy oraz wymogi, które formułowane są w ogłoszeniach o konkursach na projekty badawczo-rozwojowe finansowane ze środków publicznych.

Cele strategiczne przyjęte na najbliższe lata są również istotne w ocenach *ex post* projektów finansowanych w poprzednich okresach programowania. Szanse na rozwój systemów rolnictwa cyfrowego w preferowanym kształcie zależą bowiem również od wcześniej podejmowanych inicjatyw i działań badawczo-rozwojowych. Jak pokazują zestawione dokumenty, dla decydentów istotne są określone kierunki rozwoju rolnictwa

Tabela 1. Założenia, cele i wytyczne dla systemów rolnictwa cyfrowego formułowane w deklaracjach i dokumentach strategicznych

Nazwa dokumentu	Ogólne założenia i wizja	Główne cele i wytyczne
Deklaracja w sprawie inteligentnej i zrównoważonej przyszłości cyfrowej dla europejskiego rolnictwa i obszarów wiejskich (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - potencjał technologii cyfrowych jako narzędzi optymalizujących wszystkie rodzaje produkcji rolnej, budujących rolnictwo bardziej odporne, produktywnie i efektywnie, poprawa warunków życia na obszarach wiejskich 	<ul style="list-style-type: none"> - budowa wspólnej infrastruktury innowacji dla cyfryzacji europejskiego sektora rolno-żywnościowego, w tym europejskiej przestrzeni danych dla rolnictwa, - zapewnienie dostępu do wiedzy i szkoleń podnoszących poziom kompetencji cyfrowych pracowników sektora, - rozwój usług cyfrowych i innowacyjnych modeli biznesowych na obszarach wiejskich, - rozwój narzędzi <i>smart farming</i> i rolnictwa precyzyjnego, rolnictwo jako jeden z kluczowych obszarów zastosowań sztucznej inteligencji, - wykorzystanie technologii <i>blockchain</i> do śledzenia i weryfikowania autentyczności produktów żywnościowych, - priorytet dla rozwiązań dostosowanych do typowych dla Europy struktur rolnych <ul style="list-style-type: none"> - gospodarstw rodzimnych i produkcji na małą skalę, uwzględnianie w ramach przyjmowanych rozwiązań aspektów społeczno-ekonomicznych, agronomicznych i środowiskowych
Europejski Zielony Ład (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - kluczowe znaczenie technologii cyfrowych dla osiągnięcia celów Zielonego Ładu w zakresie zrównoważonego rozwoju w wielu różnych sektorach 	<ul style="list-style-type: none"> - przyspieszenie zielonej transformacji przez wykorzystanie sztucznej inteligencji, 5G, chmury obliczeniowej, architektury rozproszonych systemów informatycznych (ang. <i>edge computing</i>) i internetu rzeczy, - wzmocnienie realizacji celów środowiskowych i klimatycznych przez wykorzystanie nowych możliwości w zakresie monitorowania zjawisk na odległość, - wsparcie dla zrównoważonych praktyk rolniczych, takich jak rolnictwo precyzyjne, rolnictwo ekologiczne, agroekologia, agrolesnictwo i surowsze standardy w zakresie dobrostanu zwierząt, - tworzenie elektronicznych paszportów produktów

Tabela 1. Cd.

Nazwa dokumentu	Ogólne założenia i wizja	Główne cele i wytyczne
Strategia „Od pola do stołu” (2020)	<p>– wykorzystanie cyfryzacji do budowy łańcucha żywnościowego, który działa na rzecz konsumentów, producentów, klimatu i środowiska</p>	<p>– podłączenie wszystkich rolników i wszystkich obszarów wiejskich do szybkiego i niezawodnego internetu (100% dostępu do sieci szerokopasmowych do 2025 roku),</p> <p>– wykorzystanie sztucznej inteligencji i europejskiego potencjału w dziedzinie technologii satelitarnych,</p> <p>– upowszechnienie rolnictwa precyzyjnego i rozszerzenie stosowania precyzyjnych technik nawożenia w celu ograniczenia wykorzystywanych pestycydów i nawozów, wdrażanie zrównoważonych praktyk rolniczych w sektorze produkcji zwierzęcej, w tym ograniczenie stosowanych środków przeciwdrobnoustrojowych,</p> <p>– wzmocnienie usług doradczych, wymiany danych i wiedzy oraz umiejętności – wsparcie systemów wiedzy i innowacji w dziedzinie rolnictwa (AKIS), wsparcie dla nowych obszarów badań i partnerstw w ramach ramowego programu badawczego UE, gromadzenie nowych danych w systemach rachunkowości rolnej na temat zrównoważenia gospodarstw rolnych,</p> <p>– utworzenie przestrzeni danych dotyczących rolnictwa, dającej nowe możliwości w zakresie przetwarzania i analizy danych dotyczących produkcji, użytkowania gruntów, danych środowiskowych i innych, a także poprawiającej monitorowanie procesów w łańcuchu dostaw żywności</p>

Tabela 1. Cd.

Nazwa dokumentu	Ogólne założenia i wizja	Główne cele i wytyczne
Krajowy Plan Strategiczny dla WPR (2023-2027)	<p>–usuwanie barier rozwojowych wsi i rolnictwa przez upowszechnienie i wdrażanie rozwiązań naukowych i innowacyjnych, w tym cyfrowych</p>	<p>–osiągnięcie 87% zasięgu sieci szerokopasmowych na obszarach wiejskich do 2025 roku, budowa infrastruktury cyfrowej i rozwój rolnictwa cyfrowego – finansowanie głównie ze środków polityki spójności i innych programów horyzontalnych dedykowanych cyfryzacji,</p> <p>–wzmocnienie współpracy między partnerami AKIS, wsparcie dla wymiany wiedzy i innowacji, zwiększone zaangażowanie w badania, projekty i partnerstwa programu „Horyzont Europa”, dotyczące cyfryzacji rolnictwa, utworzenie hubu cyfrowych innowacji w rolnictwie,</p> <p>–zwiększone wykorzystanie narzędzi ICT, systemów wspomagania decyzji i aplikacji cyfrowych w procesach modernizacyjnych i zarządczych, w tym narzędzi rolnictwa precyzyjnego, narzędzi do automatyzacji i optymalizacji procesów produkcyjnych, aplikacji na rzecz zrównoważonego nawożenia i zarządzania składnikami odżywczymi, zapobiegania powstawaniu strat związanych z wystąpieniem klęsk żywiołowych, chorób zwierząt i roślin, ryzyk rynkowych,</p> <p>–rozwój e-usług dla rolników oraz innowacyjnych aplikacji i otwartych platform ICT dla usług doradztwa rolniczego,</p> <p>–wdrożenie koncepcji inteligentnych wsi, działania na rzecz poprawy jakości życia na obszarach wiejskich, podnoszenie kompetencji cyfrowych</p>

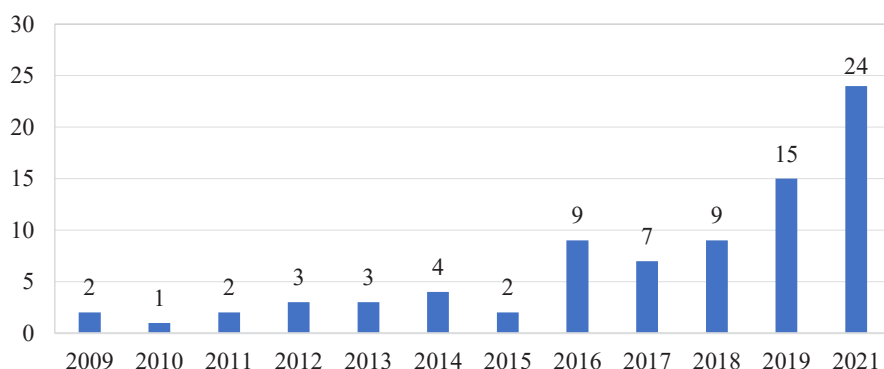
Tabela 1. Cd.

Nazwa dokumentu	Ogólne założenia i wizja	Główne cele i wytyczne
Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności	rozwiązania cyfrowe skoncentrowane na zwiększaniu konkurencyjności i odporności rolnictwa i gospodarstw rolnych, ochrony zasobów naturalnych oraz klimatu, ograniczenia presji rolnictwa na środowisko naturalne, poprawy dobrostanu zwierząt gospodarskich	<ul style="list-style-type: none"> -wzmocnienie podstaw dla inwestycji w rolnictwo 4.0 – infrastruktura szerokopasmowa, platformy e-usług publicznych dla rolnictwa, rozwój infrastruktury danych przestrzennych, udostępnianie zasobów naukowych oraz dostępnych cyfrowo informacji i danych sektora publicznego, wzmocnienie infrastruktury badawczej/laboratoryjnej, -inwestycje w rozwój oprogramowania i narzędzi dla systemów rolnictwa precyzyjnego oraz platform i narzędzi umożliwiających szybki dostęp do ubezpieczeń rolniczych, w tym wsparcie inwestycji producentów rolnych w zakresie zakupu, montażu i utrzymania/aktualizacji rozwiązań cyfrowych dla rolnictwa (czujników, sensorów, dronów, aplikacji, tableatów i powiązanego oprogramowania), -rozwój zastosowań bezzałogowych statków powietrznych oraz wsparcie cyfrowych usług realizowanych na poziomie gospodarstw rolnych (naloty BSL, sporządzenie cyfrowych map użytków rolnych i planów nawożenia/nawodnienia z wykorzystaniem tworzonych map), -wsparcie dla rolników na prowadzenie lub zakładanie sprzedaży w internecie, wraz z organizacją dostaw, -promiowanie przedsięwzięć służących tworzeniu miejsc pracy, ochronie środowiska i zrównoważonym praktykom produkcji żywności, gospodarce o obiegu zamkniętym, w tym działaniom służącym zapobieganiu marnotrawieniu żywności

Źródło: opracowanie własne

cyfrowego – nie tylko aspekty technologiczne związane z budową infrastruktury cyfrowej i narzędzi dla rolnictwa cyfrowego, ale również kwestie środowiskowe, zrównoważony rozwój i społeczno-ekonomiczny wymiar cyfryzacji (m.in. dopasowanie rozwijanych narzędzi do struktur rolnych w Europie, zapewnienie dostępu do wiedzy i szkoleń, podnoszenie kompetencji cyfrowych, wykorzystanie nowych narzędzi cyfrowych do tworzenia miejsc pracy na obszarach wiejskich).

Z analizy wyselekcjonowanych projektów badawczo-rozwojowych wynika, że pierwsze przedsięwzięcia istotne z punktu widzenia rozwoju rolnictwa cyfrowego zainicjowano w Polsce kilkanaście lat temu. Projekty te były jednak ograniczone tematycznie – większość z nich koncentrowała się na rozwoju modeli i prototypów systemów przeznaczonych do monitoringu w rolnictwie (m.in. z wykorzystaniem danych satelitarnych). Liczba projektów zakładających szersze wykorzystanie ICT, systemów informatycznych i technologii cyfrowych w rolnictwie zwiększyła się wyraźnie po 2015 roku (rysunek 1). W 2021 roku rozpoczęła się realizacja projektów badawczo-rozwojowych, które zostały przyjęte do finansowania w ramach konkursu Agrotech, ogłoszonego przez NCBiR w 2019 roku. Połowa z 54 projektów wybranych do dofinansowania zakładała bezpośrednie działania na rzecz cyfryzacji. Dodatkowo, w 2021 roku weszły w fazę realizacji dwa ważne projekty KOWR – System Satelitarnego Monitorowania Upraw Rolnych i Paszportyzacja Polskiej Żywności. Biorąc pod uwagę priorytety nakreślone w krajowych i unijnych dokumentach strategicznych, można oczekiwać, że w kolejnych latach liczba projektów wspierających cyfryzację polskiego rolnictwa będzie zwiększała się. Na tle ogólnej liczby projektów badawczo-rozwojowych w sektorze rolnictwa w Polsce, wskazana liczba projektów na rzecz cyfryzacji



Rysunek 1. Liczba projektów B+R wspierających rozwój rolnictwa cyfrowego w Polsce, w podziale na lata (według daty rozpoczęcia realizacji projektu)

Źródło: opracowanie własne

i wykorzystania technologii cyfrowych jest niewielka. Łączna wartość dofinansowania analizowanych projektów badawczo-rozwojowych wyniosła 730,5 mln zł. Prezentowane dane odnoszą się do projektów finansowanych bądź współfinansowanych ze środków publicznych, nie obejmują więc przedsięwzięć badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków prywatnych podmiotów funkcjonujących w szeroko rozumianym otoczeniu biznesowym sektora rolno-spożywczego. Biorąc jednak pod uwagę to, że wsparcie sektora publicznego dla działalności badawczo-rozwojowej odgrywa w Polsce kluczową rolę, można oczekiwać, że łączna liczba i wartość projektów sektora prywatnego na rzecz cyfryzacji rolnictwa w Polsce nie była w analizowanym okresie dużo większa³. Perspektywy zwiększenia liczby rozwiązań cyfrowych dla rolnictwa są jednak obiecujące – świadczy o tym duże zainteresowanie składaniem wniosków do konkursów w ramach programów wspierających innowacyjny rozwój w kraju. Bardzo pręźnie rozwija się również branża startupów *agrotech* i *foodtech*, które poszukują nowych modeli biznesowych i źródeł finansowania [Mroczkowski 2021].

Analiza kierunków działań i prac planowanych w ramach wyselekcjonowanych projektów badawczo-rozwojowych pokazuje, że podstawowa dla niemal wszystkich wykonawców była akwizycja danych cyfrowych do celów monitorowania sytuacji w rolnictwie i wspomagania decyzji produkcyjnych (tabela 2). W projektach tych przewidywano tworzenie baz danych, analizy danych, integrację danych pochodzących z różnych źródeł i przetwarzanie danych w chmurze. Większość projektów skoncentrowanych na akwizycji danych przewidywała również prace na rzecz rozwoju e-usług, platform online, serwisów sieciowych i/lub aplikacji mobilnych. Inne realizowane działania obejmowały budowę nowych systemów IT, rozwój oprogramowania dla rolnictwa, wykorzystanie czujników i internetu rzeczy. Część projektów związanych z rozwojem platform i serwisów sieciowych zakładała wykorzystanie systemów teledetekcji i danych satelitarnych. Bardziej zaawansowane technologie – sztuczna inteligencja, analityka dużych zbiorów danych, technologia *blockchain*, obliczenia superkomputerowe – były rzadziej wykorzystywane.

Wspólnym celem większości przedsięwzięć badawczo-rozwojowych było podniesienie efektywności produkcji rolnej oraz ograniczenie negatywnego wpływu działalności rolniczej na środowisko naturalne (m.in. wykorzystując systemy rolnictwa precyzyjnego). Można zatem stwierdzić, że w tym zakresie realizowane w poprzednich latach projekty badawczo-rozwojowe dobrze wpisują się w założenia oraz cele określone w nowych dokumentach strategicznych dla rolnictwa. W innych obszarach wkład analizowanych

³ Projekty w tym obszarze realizują również jednostki badawczo-rozwojowe i uczelnie we współpracy z biznesem, w ramach krajowych prac umownych (m.in. projekty SGGW związane z tworzeniem systemów informatyczno-technicznych i rozwojem czujników wspomagających hodowlę bydła mięsnego).

Tabela 2. Podział projektów B+R wspierających rozwój rolnictwa cyfrowego w Polsce ze względu na rodzaj wykorzystywanych technologii i rozwiązań cyfrowych

Technologie i rozwiązania cyfrowe	Liczba projektów
Akwizycja danych, bazy danych, integracja danych, analiza danych, przetwarzanie danych w chmurze	78
e-usługi, serwisy informacyjne, platformy, aplikacje mobilne	46
Systemy IT, oprogramowanie	33
Internet rzeczy, sensory	20
Systemy teledetekcji i wykorzystanie danych satelitarnych	17
Sztuczna inteligencja	9
Analityka dużych zbiorów danych	2
<i>Blockchain</i>	2
Obliczenia superkomputerowe	1

Źródło: opracowanie własne

projektów jest wyraźnie mniejszy, m.in. w zakresie testowania oraz wprowadzania w życie cyfrowych rozwiązań poprawiających przejrzystość, pewność oraz efektywność transakcji w łańcuchu dostaw żywności. Dominowały projekty łączące obszary nauk rolniczych i nauk przyrodniczych z obszarem nauk technicznych. Tylko w kilku projektach reprezentowane były również nauki społeczne, m.in. w działaniach badawczo-rozwojowych skoncentrowanych na poprawie systemu wymiany wiedzy i transferu innowacji w sektorze. Biorąc pod uwagę podkreślane w dokumentach strategicznych priorytety związane ze wspieraniem zrównoważonego rozwoju w rolnictwie, istotne byłoby zwiększenie liczby projektów badawczo-rozwojowych, które łączyłyby reprezentantów wszystkich wyżej wskazanych nauk. Przegląd projektów realizowanych w poprzednich latach pokazuje, że wkład nauk społecznych i ekonomicznych w przedsięwzięcia badawczo-rozwojowe wspierające procesy cyfryzacji w polskim rolnictwie jest niewystarczający.

PODSUMOWANIE I REKOMENDACJE

Transformacja cyfrowa rolnictwa jest celem strategicznym Polski oraz wielu innych krajów w Europie i na świecie. Choć cel ten został włączony do krajowych i unijnych polityk adresowanych do sektora rolnego stosunkowo niedawno, od wielu lat podejmowane są w Polsce prace badawczo-rozwojowe, które wspierają procesy cyfryzacji w rolnictwie. Istotna jest więc ocena, w jakim stopniu i zakresie zrealizowane oraz zainicjowane

w poprzednich latach projekty wpisują się w formułowane na szczeblu politycznym wizje wykorzystania technologii cyfrowych w sektorze. Przeprowadzony przegląd projektów pozwolił ocenić stan i kierunki prac badawczo-rozwojowych na rzecz cyfryzacji sektora rolnego w Polsce. Stwierdzono, że pomimo wzrostu liczby inicjatyw i projektów badawczo-rozwojowych zorientowanych na wspieranie rozwoju rolnictwa cyfrowego w Polsce, zakres podejmowanych prac jest ograniczony. Biorąc pod uwagę założenia, wytyczne i cele, które dla systemów rolnictwa cyfrowego określają krajowe i unijne dokumenty strategiczne, konieczne jest zarówno zwiększenie liczby projektów badawczo-rozwojowych, jak i rozszerzenie zakresu realizowanych prac.

Stosunkowo najczęściej podejmowane są prace badawczo-rozwojowe skoncentrowane na technologicznych aspektach optymalizowania procesów produkcji rolnej i ograniczania presji rolnictwa na środowisko naturalne. Jednak również w tym obszarze konieczne jest zintensyfikowanie i rozszerzenie zakresu działań badawczo-rozwojowych. Realizacja celów zakładanych w Europejskim Zielonym Ładzie wymaga szerszego wykorzystania technologii cyfrowych w gospodarstwach rolnych, m.in. do wsparcia rozwoju rolnictwa regeneratywnego (węglowego). Równie istotne jest wzmocnienie wkładu projektów badawczo-rozwojowych w cyfryzację łańcucha dostaw żywności – w tym obszarze systemy cyfrowe obejmujące oraz integrujące wszystkie ogniwa (w tym producentów żywności) są w Polsce na początkowym etapie rozwoju. Przegląd projektów realizowanych w poprzednich latach pokazał również, że inne możliwe zastosowania technologii cyfrowych, w tym zastosowania wzmacniające społeczno-ekonomiczny potencjał rolnictwa w Polsce, nie były testowane. Nie realizowano prac badawczo-rozwojowych, które pozwalałyby ocenić efekty wykorzystania różnych rozwiązań cyfrowych – nie tylko ich wpływ na procesy produkcji i środowisko, ale również na poziom dochodów rolniczych, jakość życia użytkowników i relacje społeczne. Istotne byłoby zatem zapewnienie odpowiednich zachęt do zintensyfikowania prac obejmujących nie tylko technologiczny, ale również społeczno-ekonomiczny wymiar procesów cyfryzacji w sektorze rolnym. Poprawa tempa i efektów wdrażania cyfrowych zmian wymaga podjęcia badań, które wspierałyby procesy cyfryzacji w rolnictwie w sposób holistyczny, m.in. przez badanie wymogów i warunków dla rozwoju innowacyjnych produktów i usług cyfrowych dla różnych rodzajów i typów gospodarstw rolnych funkcjonujących w Polsce. Równie istotne jest wspieranie działań, które przyczyniać się będą do podnoszenia kompetencji cyfrowych oraz budowania społecznego zaufania i akceptacji dla tworzonych systemów rolnictwa cyfrowego. Tak szeroko zakrojone podejście do programowania przedsięwzięć badawczo-rozwojowych odpowiada potrzebie promowania odpowiedzialnych badań i innowacji cyfrowych w sektorze.

BIBLIOGRAFIA

- Almalki Faris A., Ben Othman Soufiene, Saeed H. Alsamhi, Hedi Sakli. 2021. A low-cost platform for environmental smart farming monitoring system based on IoT and UAVs. *Sustainability* 13 (11): 5908. DOI: 10.3390/su13115908.
- Barnes Andrew P., Iria Soto, Vera Eory, Bert Beck, Athanasios T. Balafoutis, Berta Sánchez, Jürgen Vangeyte, Spyros Fountas, Tamme van der Wal, Manuel Gómez-Barbero. 2019. Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy* 80: 163-174. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.10.004.
- Eastwood Callum, Laurens Klerkx, Margaret Ayre, Brian Dela Rue. 2019. Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming: from a fragmented to a comprehensive approach for responsible research and innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 32 (5): 741-768. DOI: 10.1007/s10806-017-9704-5.
- EC (European Commission). 2019a. *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Europejski Zielony Ład* (Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions “the European Green Deal”). COM (2019) 640 final.
- EC (European Commission). 2019b. *Deklaracja w sprawie inteligentnej i zrównoważonej przyszłości cyfrowej dla europejskiego rolnictwa i obszarów wiejskich* (Declaration on „A smart and sustainable digital future for European agriculture and rural areas”). Bruksela.
- EC (European Commission). 2020. *Strategia „Od pola do stołu” na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego* („Farm to Fork” Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system). COM(2020) 381 final, Bruksela, 20.05.2020.
- Figiel Szczepan. 2019. *Rynki rolne i żywnościowe w dobie innowacji cyfrowych* (Agricultural and food markets in the era of digital innovation). Warszawa: IERiGŻ-PIB.
- Hrustek Larisa. 2020. Sustainability driven by agriculture through digital transformation. *Sustainability* 12 (20): 8596. DOI: 10.3390/su12208596.
- Idoje Godwin, Tassos Dagiuklas, Mussesar Iqbal. 2021. Survey for smart farming technologies: Challenges and issues. *Computers & Electrical Engineering* 92: 107104. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2021.107104.
- Knierim Andrea, Maria Kernecker, Klaus Erdle, Teresa Kraus, Friederike Borges, Angelika Wurbs. 2019. Smart farming technology innovations – Insights and reflections from the German Smart-AKIS hub. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 90-81 (1): 1-10. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100314.

- MFiPR (Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, Ministry of Development Funds and Regional Policy). 2022. *Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności – KPO* (National Recovery and Resilience Plan), <https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/109762/KPO.pdf>, access: 22.06.2022.
- Moysiadis Vasileios, Panagiotis Sarigiannidis, Vasileios Vitsas, Adel Khelifi. 2021. Smart farming in Europe. *Computer Science Review* 39: 100345. DOI: 10.1016/j.cosrev.2020.100345.
- MRiRW (Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, The Ministry of Agriculture and Rural Development). 2022. *Plan Strategiczny dla Wspólnej Polityki Rolnej UE na lata 2023-2027 – KPS* (National Strategic Plan for the EU Common Agricultural Policy 2023-2027), <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/plan-strategiczny-dla-wspolnej-polityki-rolnej-na-lata--2023-2027>, access: 01.09.2022.
- Mroczkowski Jakub. 2021. *Technologie w rolnictwie*. Startup Poland (Technologies in agriculture. Startup Poland). Warszawa: Fundacja Startup Poland, <https://startuppoland.org/wp-content/uploads/2021/07/RAPORT-AGRITECH-2021-v36-5.10-www.pdf>, access: 01.09.2022.
- Regan Áine. 2021. Exploring the readiness of publicly funded researchers to practice responsible research and innovation in digital agriculture. *Journal of Responsible Innovation* 8 (1): 28-47. DOI: 10.1080/23299460.2021.1904755.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/2115 z dnia 2 grudnia 2021 r.* (Regulation (EU) 2021/2115 of the European Parliament and of the Council of 2 December 2021). OJ L 435, 6.12.2021.
- Secundo Giustina, Rosamartina Schena, Angeloantonio Russo, Francesco Schiavone, Riad Shams. 2022. The impact of digital technologies on the achievement of the sustainable development goals: evidence from the agri-food sector. *Total Quality Management & Business Excellence* 1-17. DOI: 10.1080/14783363.2022.2065981.

RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECTS FOR DIGITAL AGRICULTURE IN POLAND

Key words: R&D projects, digital transformation, responsible research and innovation, digital agriculture, smart farming, Poland

ABSTRACT. The aim of the article was to present a systematic review of research and development projects that included research tasks and proposals relevant to digitalization of agriculture in Poland. The transformation towards digital agriculture is currently one of the most important developmental challenges facing farms in Poland. The use of digital technologies and smart devices designed to optimize agricultural production and farm management processes is no longer just a matter of choice, but a necessity determined by the need to achieve climate, environmental and sustainable development goals. Research and development works carried out in the wide agri-food innovation ecosystem are of fundamental importance for the prospects of exploiting the opportunities offered by the current technological and digital revolution. However, information on ongoing and past research and development projects financed from the public funds is dispersed. The conducted review shows that although the number of projects and actions that support digital transformation in the Polish agricultural sector has increased in recent years, their scope remains limited. There is an insufficient number of interdisciplinary projects that encompass not only technological, but also socio-economic aspects of digitalization processes. Taking into account the need to both accelerate digital transformation in agriculture and to promote responsible research and innovation practices, it would be advisable to increase outlays for research and development projects that would support digitalization of Polish farms in holistic and systemic ways.

AUTHOR

KATARZYNA KOSIOR, PHD

ORCID: 0000-0003-4825-730X

Institute of Agricultural and Food Economics – National Research Institute

e-mail: katarzyna.kosior@ierigz.waw.pl

Proposed citation of the article:

Kosior Katarzyna. 2023. Projekty badawczo-rozwojowe na rzecz rolnictwa cyfrowego w Polsce. *Annals PAAAE* XXV (1): 124-139.