

AGATA NIEWIADOMSKA

Wydział Zarządzania, Uniwersytet Warszawski, Polska

e-mail: [aniewiadomska@wz.uw.edu.pl](mailto:aniewiadomska@wz.uw.edu.pl)

ORCID: 0000-0003-2863-2715

## SMART VILLAGE JAKO KONCEPCJA ROZWOJU ROLNICTWA 4.0<sup>1</sup>

### SMART VILLAGE AS A CONCEPT FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE 4.0

**ABSTRACT** The article presents the relationship between the implementation of Agriculture 4.0 and the Smart Village concept. It assumes the implementation of innovative solutions in agriculture that would reconcile innovation with climate protection through the use of social and economic solutions. Contemporary agriculture, which is preparing to implement the solutions of the Common Agricultural Policy after 2027, requires the development of appropriate legal rules. In this regard, the possibility of using Agriculture 4.0 by combining it with the Smart Village concept is presented. The question of whether Smart Villages represent an opportunity or a threat to modern agriculture in the context of its competitiveness with other countries that use intensive agriculture was also answered.

**KEYWORDS:** common agricultural policy, agriculture, common agricultural policy after 2027, agricultural law, European agricultural law, Agriculture 4.0

**SŁOWA KLUCZOWE:** Wspólna Polityka Rolna, rolnictwo, Wspólna Polityka Rolna po 2027 r., prawo rolne, europejskie prawo rolne, rolnictwo 4.0

## WPROWADZENIE

Współczesne rolnictwo poszukuje nowych dróg rozwojowych, a także unowocześnienia zgodnego z obecną wiedzą techniczną. Jednym z podstawowych kierunków rozwoju jest automatyzacja rolnictwa. Poza doskonaleniem maszyn następuje proces wprowadzania do rolnictwa zupełnie nowych rozwiązań, jak chociażby dronów<sup>2</sup>, robotów czy nawet sztucznej inteligencji. Rolnicy stają przed wyzwaniem, aby

---

<sup>1</sup> Finansowany ze środków NCN w ramach projektu 2024/08/X/HS5/00644.

<sup>2</sup> S. Ahirwar, R. Swarnkar, S. Bhukya, G. Namwade, *Application of Drone in Agriculture*, „International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences” 2019, No. 8(1), s. 2500–2505.

nadażyć za tego typu rozwiązaniami. Jednocześnie muszą je pogodzić z wymogami nowych inicjatyw w zakresie ochrony klimatu<sup>3</sup>.

Rolnictwo ujmowane jako rolnictwo 4.0, czyli nowoczesne, zeroemisyjne, precyzyjne<sup>4</sup> rolnictwo<sup>5</sup>, wpisuje się jednocześnie w aspekty rolnictwa węglowego<sup>6</sup>. To nowatorskie podejście zakładające wdrożenie innowacji<sup>7</sup> w rolnictwie uwzględnia szerszy model rolnictwa, jakim jest *Smart Village*<sup>8</sup>, czyli inteligentne wioski. Wdrożenie rozwiązań innowacyjnych obejmuje nie tylko te związane z maszynami czy urządzeniami opartymi na systemach sztucznej inteligencji, lecz także ujęcie społeczne czy gospodarcze obszarów wiejskich<sup>9</sup>.

W artykule zostaną zaprezentowane różne możliwości wykorzystania koncepcji *Smart Village* oraz rolnictwa 4.0 jako mechanizmów zmieniających rolnictwo w kierunku rozwiązań cyfrowych<sup>10</sup> zmierzających do jak najpełniejszego wykorzystania innowacji w rolnictwie<sup>11</sup>. Zwłaszcza, że rozpoczyna się debata o przyszłości rolnictwa w Europie w nowym okresie finansowania po 2027 r., gdzie oprócz ochrony klimatu na pierwszy plan wysuwa się wdrażanie innowacji w rolnictwie, a przez to zwiększenie jego konkurencyjności<sup>12</sup>. Tym bardziej że inne państwa poza Unią

<sup>3</sup> L.J. Cole, D. Kleijn, L.V. Dicks, J.C. Stout, S.G. Potts, M. Albrecht, J. Scheper, *A critical analysis of the potential for EU Common Agricultural Policy measures to support wild pollinators on farmland*, „Journal of Applied Ecology” 2020, No. 57(4), s. 681–694.

<sup>4</sup> A. McBratney, B. Whelan, T. Ancev, *Future Directions of Precision Agriculture*, „Precision Agriculture” 2005, Vol. 6, s. 7; R. Różycki, K. Żmich, *Wykorzystanie nowoczesnych technologii w rolnictwie precyzyjnym*, (w:) U. Motowidlak, D. Wronkowski, A. Reńda (red.), *Różne oblicza logistyki*, Łódź 2018, s. 97–111.

<sup>5</sup> M. de Clercq, A. Vats, A. Biel, *Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology*, World Government Summit, 2018, s. 11.

<sup>6</sup> A. Piwowar, *Low-Carbon Agriculture in Poland: Theoretical and Practical Challenges*, „Polish Journal of Environmental Studies” 2019, Vol. 28, No. 4, s. 2785–2792.

<sup>7</sup> M.E. Sykuta, *Big Data in Agriculture: Property Rights, Privacy and Competition in Ag Data Services*, „International Food and Agribusiness Management Review” 2016, No. 19, s. 58.

<sup>8</sup> L. Naldi, P. Nilsson, H. Westlund, S. Wixe, *What is smart rural development?*, „Journal Rural Studies” 2015, Vol. 40, s. 90–101.

<sup>9</sup> A. Niewiadomska, *Innowacyjność w nowej Wspólnej Polityce Rolnej*, „Studia Iuridica” 2022, t. XCV, s. 375 i n.

<sup>10</sup> C. Zapała, *Przetwarzanie informacji i danych osobowych w rolnictwie w ramach Big Data*, „Studia Iuridica” 2018, t. 78, s. 517–533.

<sup>11</sup> D.C. Rose, R. Wheeler, M. Winter, M. Lobley, C.A. Chivers, *Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet*, „Land Use Policy” 2021, Vol. 100, DOI: 10.1016/j.landuse-pol.2020.104933.

<sup>12</sup> P. Popardowski, *Instrumenty prawne służące ochronie konkurencji w sektorze rolnym z perspektywy prawa Unii Europejskiej (zarys problematyki)*, „Studia Iuridica Agraria” 2018, t. 16, s. 149–168.

Europejską stawiają na innowacyjność, jednak z zachowaniem intensywnej gospodarki rolnej<sup>13</sup>. Stawia to przed rolnictwem Unii Europejskiej ogromne wyzwanie, jak pogodzić rozwiązania ochrony klimatu i transformacji w kierunku zielonej gospodarki, w tym rolnictwa, oraz wdrażanie nowoczesnych rozwiązań wykorzystujących zaawansowane mechanizmy rozwoju współczesnego rolnictwa.

Wyzwania te ogniskują się nie tylko w sferze gospodarki i pozyskiwania funduszy, ale przede wszystkim w zakresie skonstruowania właściwych przepisów prawnych, które ułatwiłyby wdrożenie innowacji w rolnictwie. Pogodzenie ochrony klimatu oraz rozwiązań związanych z rolnictwem 4.0 może zostać połączone w koncepcji *Smart Village*. Spaja ona potrzebę „inteligentnych wiosek”, które wykorzystują zdobycze współczesności ze sferą społeczną, środowiskową czy edukacyjną. Przed rolnictwem w Unii Europejskiej, a także w Polsce stoi wiele wyzwań, aby zintegrować te rozwiązania.

## ROLNICTWO 4.0 JAKO WYZWANIE DLA KONCEPCJI SMART VILLAGE

W czasie dość szybkich zmian technologicznych, rolnictwo i obszary wiejskie podlegały kluczowym przekształceniom, które wykształciły nowoczesne metody zarządzania i rozwoju społeczności lokalnych. Pojęcie *Smart Village* pojawiło się jako odpowiedź na potrzebę zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich, integrując technologie cyfrowe, innowacje i praktyki społeczne w celu poprawy jakości życia mieszkańców oraz zwiększenia konkurencyjności lokalnego rolnictwa. Koncepcja ta jest tą, która integruje rozwój rolnictwa i powinna go przyspieszać nie tylko w sferze dochodu, lecz przede wszystkim przez inicjatywy oddolne. To lokalne społeczności wiedzą najlepiej, w jaki sposób zmienić swoje otoczenie, aby służyło im ono jak najlepiej.

Koncepcja *Smart Village* wywodzi się z idei inteligentnych miast (*Smart Cities*), które koncentrują się na integracji technologii cyfrowych w celu optymalizacji funkcjonowania urbanistycznych obszarów. Jednak już od początku XXI w. koncepcja inteligentnych obszarów zaczęła być adaptowana do wsi, z uwzględnieniem specyfiki i wyzwań lokalnych społeczności<sup>14</sup>.

W latach 2000–2010 pierwsze projekty pilotażowe i inicjatywy finansowane z funduszy Unii Europejskiej, takie jak program LEADER, skupiały się na rozwoju

---

<sup>13</sup> V.I. Lakshmanan, A. Chockalingam, V.K. Murty, S. Kalyanasundaram, *Smart Villages: Bridging the Global Urban-Rural Divide*, Toronto 2022.

<sup>14</sup> A. Visvizi, M.D. Lytras, *Rescaling and refocusing smart cities research: From mega cities to smart villages*, „Journal of Science and Technology Policy Management” 2018, No. 9, s. 134–145.

infrastruktury, poprawie dostępności usług i promowaniu innowacji w rolnictwie. Ich głównym celem było podnoszenie jakości życia mieszkańców obszarów wiejskich poprzez wdrażanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych<sup>15</sup>.

Po raz pierwszy koncepcja *Smart Village* pojawiła się formalnie w dokumencie Komisji Europejskiej w 2017 r., gdzie została zdefiniowana jako wizja zrównoważonego rozwoju wsi, w której technologie cyfrowe są kluczowym narzędziem w rozwiązywaniu problemów takich jak starzejąca się populacja, brak infrastruktury czy niedostateczny dostęp do usług publicznych. Koncepcja *Smart Village* ma integrować wszystkie te potrzeby w celu rozwoju wsi. Nie ma jednak jednej definicji legalnej czy też jednego aktu prawnego, który normowałby rozwój inteligentnych wiosek.

Z czasem zaczęto dostrzegać potencjał innowacji cyfrowych, takich jak Internet Rzeczy (IoT)<sup>16</sup>, sztuczna inteligencja (AI)<sup>17</sup>, *big data*<sup>18</sup> czy *blockchain* w kontekście małych społeczności rolniczych. Przykładowe projekty obejmowały inteligentne systemy nawadniania, cyfrowe platformy wymiany informacji między rolnikami czy zintegrowane systemy monitorowania środowiska. Cały czas były to jednak pojedyncze inicjatywy, finansowane w ramach przeznaczonych do tego programów Unii Europejskiej. Rzadko kiedy stanowiły one na tyle kompleksowe rozwiązania, aby można mówić o istnieniu jednego modelu prawnego czy nawet instrumentu prawnego, który normowałby funkcjonowanie *Smart Village*.

Podstawowe filary koncepcji *Smart Village* to: infrastruktura cyfrowa – dostęp do szerokopasmowego internetu, sieci IoT; edukacja i kompetencje cyfrowe – szkolenia, warsztaty, podnoszenie poziomu umiejętności cyfrowych mieszkańców; innowacje i technologie – automatyzacja rolnictwa, inteligentne systemy nawadniania, zdalne monitorowanie środowiska; społeczność i zaangażowanie społeczne – lokal-

<sup>15</sup> L. Naldi, P. Nilsson, H. Westlund, S. Wixe, *What is smart rural...*, s. 90–101.

<sup>16</sup> IoT odgrywa kluczową rolę w zarządzaniu zasobami naturalnymi i infrastrukturą. W kontekście rolnictwa, czujniki IoT mogą monitorować wilgotność gleby, temperaturę, poziom nawozów czy stan zdrowia roślin. Na podstawie zebranych danych możliwe jest automatyczne sterowanie systemami nawadniania czy nawożenia, co prowadzi do optymalizacji zużycia wody i surowców. Przykład to inteligentne systemy nawadniania w Hiszpanii, gdzie czujniki dostosowują ilość wody do potrzeb roślin, znacznie zmniejszając zużycie tego cennego zasobu.

<sup>17</sup> AI przyczynia się do automatyzacji procesów i rozwijania inteligentnych systemów zarządzania gospodarstwem. Algorytmy uczą się rozpoznawać choroby roślin na podstawie zdjęć, co umożliwia wczesne wykrycie problemów i skuteczne działanie. Przykład to platformy diagnostyczne, które dzięki AI pomagają rolnikom w szybkim i precyzyjnym rozpoznaniu chorób i szkodników.

<sup>18</sup> Zbieranie dużych ilości danych z różnych źródeł umożliwia tworzenie złożonych modeli predykcyjnych, które wspierają decyzje rolników i władz lokalnych. Analiza danych pogodowych, sezonowych czy ekonomicznych pozwala na lepsze planowanie produkcji, sprzedaży i gospodarki zasobami. Na przykład w Danii, platformy analityczne pomagają rolnikom prognozować plony, dzięki czemu mogą dostosować techniki produkcji i minimalizować straty.

ne inicjatywy, współpraca i partycypacja mieszkańców, czy w końcu równoważony rozwój – poprawa jakości życia, ochrona środowiska i zasobów naturalnych<sup>19</sup>.

Koncepcja inteligentnych wiosek ma swoje źródło w ogłoszeniu w kwietniu 2017 r. przez Komisję Europejską „Działania UE Inteligentne Wioski”<sup>20</sup>. W tym akcie *soft law* zaprezentowany plan zawierał wstępną definicję inteligentnych wiosek, która potem ewoluowała. Wskazuje się, że „mianem *smart villages* określić można te wsie (społeczności lokalne), które wykorzystują technologie cyfrowe i innowacje w swoim codziennym życiu, poprawiając w ten sposób jego jakość, polepszając standard usług publicznych i lepiej wykorzystując zasoby lokalne”<sup>21</sup>.

Podkreśla się także, że „w przypadku *Smart Villages* założenia są identyczne. Mianowicie cała idea ma na celu zapewnienie mieszkańcom jak najlepszej przestrzeni do życia i, dodatkowo w przypadku inteligentnych wiosek, wyrównać poziom życia z miastami. Cały postęp technologiczny ma szansę stworzyć tu nowe możliwości dla lokalnych przedsiębiorców, poprawić świadczone usługi i dostęp do nich oraz wzmocnić społeczeństwo obywatelskie. Niewątpliwie ułatwiony kontakt z urzędami przez internet czy opcja na zaproponowanie własnej inicjatywy obywatelskiej mogłoby przynieść sporo pożytku”<sup>22</sup>.

Przez cały okres funkcjonowania koncepcji *Smart Village* w Polsce jednym z głównych wyzwań w zakresie rozwoju *Smart Village* jest niska dostępność infrastruktury cyfrowej, szczególnie szerokopasmowego internetu na obszarach wiejskich. Dodatkowo ograniczone umiejętności cyfrowe mieszkańców, brak świadomości korzyści płynących z nowych technologii oraz niedostateczne finansowanie stanowią poważne bariery dla szybkiej adaptacji. To oczywiście się zmienia i zwiększa się chociażby świadomość korzyści, natomiast problemem pozostaje możliwość finansowania rozwoju *Smart Village* w zakresie wdrażania nowych technologii.

Wiele przykładów z innych państw europejskich pokazuje, że brak finansowania oraz lokalnego lidera, który będzie w stanie przekonać społeczność do potrzeby wdrożenia nowych rozwiązań, mogą stać się istotną przeszkodą w rozwoju tej koncepcji<sup>23</sup>. Kolejnym wyzwaniem jest konieczność utrzymania równowagi między

---

<sup>19</sup> S. Renukappa, S. Suresh, W. Abdalla, N. Shetty, N., Yabbati, R. Hiremath, *Evaluation of smart village strategies and challenges*, „Smart and Sustainable Built Environment”, 2022, <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0060>.

<sup>20</sup> [https://enrd.ec.europa.eu/news-events/news/eu-action-smart-villages\\_en](https://enrd.ec.europa.eu/news-events/news/eu-action-smart-villages_en) (dostęp: 4.10.2025 r.).

<sup>21</sup> Cytat za [http://ksow.pl/files/Bazy/Biblioteka/files/Inteligentna\\_wies\\_-\\_publikacja\\_2019.pdf](http://ksow.pl/files/Bazy/Biblioteka/files/Inteligentna_wies_-_publikacja_2019.pdf), s. 8 (dostęp: 4.10.2025 r.).

<sup>22</sup> <https://almine.pl/inteligentna-wioska-smart-village-co-to-omowienie/> (dostęp: 3.03.2023 r.).

<sup>23</sup> S. Żukowska, B. Chmiel, M. Połom, *The Smart Village Concept and Transport Exclusion of Rural Areas – A Case Study of a Village in Northern Poland*, „Land” 2023, Vol. 12, No. 1; D. Košecká,

innowacją a zrównoważonym rozwojem, aby technologie nie tylko zwiększały wydajność, lecz także dbały o środowisko naturalne i integrację społeczną. To wyzwanie jest spotęgowane koniecznością respektowania zielonego ładu oraz rozwiązań dotyczących klimatu. Co prawda nowoczesne technologie w większości przestrzegają określonych norm, ale w dużej części są one jeszcze w fazie testów. Spowodować to może konieczność wyboru pomiędzy ochroną klimatu a dość szybkim postępem technologicznym w rolnictwie. Rekomendowane rozwiązania rolnictwa 4.0 powinny w tym zakresie przynieść efekt, jako te najdalej respektujące zasady ochrony klimatu w procesie produkcji rolnej.

Konieczne jest także tworzenie spójnych polityk wsparcia i długofalowych strategii rozwojowych, które uwzględniają specyfikę lokalnych społeczności i ich potrzeb. Wymaga to zastanowienia w perspektywie nowej Wspólnej Polityki Rolnej po 2027 r. Jest to sprawa, która powinna zostać uregulowana w jak najszerszy sposób, aby można było wykorzystać cały potencjał *Smart Village* i ich możliwości realizacji innowacyjnych projektów w sposób kompleksowy. W Komunikacie Komisji Europejskiej do Parlamentu Europejskiego na temat „Wizja dla rolnictwa i żywności Wspólne kształtowanie unijnego sektora rolnego i spożywczego, atrakcyjnego dla przyszłych pokoleń”<sup>24</sup> wskazuje się, że cyfryzacja (w tym sztuczna inteligencja), badania naukowe i innowacyjne agrotechnologie mogą zrewolucjonizować rolnictwo i obniżyć koszty ponoszone w gospodarstwach, przyczyniając się tym samym do zwiększenia dochodów. Jako możliwe przykłady określa się platformy handlu elektronicznego, narzędzia marketingu cyfrowego i internetowe platformy handlowe, które mogą pomóc rolnikom i innym podmiotom systemu rolno-spożywczego w dotarciu do szerszego grona klientów i zróżnicowaniu strumieni dochodów. Ponadto w kontekście rolnictwa precyzyjnego i rozwiązań opartych na danych mogą one zwiększyć rentowność dzięki optymalizacji nakładów.

W powyższym Komunikacie określa się także, że „nadal rozwijane będą partycypacyjne narzędzia rozwoju lokalnego, takie jak LEADER/rozwój lokalny kierowany przez społeczność i inne formy współpracy, takie jak inteligentne wsie, które okazały się skuteczne. Koncepcja funkcjonalnych obszarów wiejskich będzie dalej rozwijana, aby wyeliminować luki w dostępności i przystępności cenowej usług dla obywateli obszarów wiejskich, zgodnie ze zobowiązaniem Komisji do zajęcia się po-

---

P. Balco, P. Bajžík, *Readiness of Towns and Villages in Slovakia for the Implementation of Smart Solutions*, *Studies in Systems*, „Decision and Control” 2022, Vol. 420, s. 505–532; S. Battino, S. Lampreu, *The role of the sharing economy for a sustainable and innovative development of rural areas: A case study in Sardinia (Italy)*, „Sustainability (Switzerland)” 2019, Vol. 11, No. 11.

<sup>24</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52025DC0075> (dostęp: 13.10.2025 r.).

trzebą skutecznego «prawa do pozostania» dla wszystkich obywateli europejskich. Dotyczy to wszystkich obszarów wiejskich, a szczególnie obszarów oddalonych i tych, które nie mają bezpośredniego dostępu do usług oferowanych przez miasta. Małe i średnie miasta odgrywają ważną rolę w zapewnianiu dostępu do usług i infrastruktury”. W tym kontekście *Smart Village* mają być swoistym pomostem pomiędzy miastem i tradycyjną wsią poprzez udostępnianie usług i infrastruktury, w tym społecznej, zdrowotnej i rolniczej. To wyraźne podkreślenie znaczenia inteligentnych wsi ma ogromne znaczenie dla dalszej legislacji. Komunikat ten poddawany jest obecnie dyskusji w państwach członkowskich w celu wypracowania modelu Wspólnej Polityki Rolnej po 2027 r. Dlatego tak ważne jest dookreślenie wszelkich szczegółów wdrażania rolnictwa 4.0 przez koncepcję *Smart Village*.

W celu dalszego rozwijania inteligentnych wiosek w politykach publicznych konieczne wydaje się wdrożenie kilku podstawowych rozwiązań prawnych i finansowych. Pierwszym z nich są inwestycje w infrastrukturę cyfrową. Kluczowe jest zapewnienie powszechnego, wysokiej jakości dostępu do szerokopasmowego internetu na obszarach wiejskich. Bez tego rozwój technologii i wdrożenia rozwiązań *Smart Village* będą ograniczone. W perspektywie nowej Wspólnej Polityki Rolnej po 2027 r. należy określić ramy wsparcia finansowego i dotacji. Rządy oraz instytucje unijne powinny tworzyć odpowiednio przeznaczone programy finansowania dla projektów cyfrowej transformacji w obszarach wiejskich z naciskiem na małe i średnie gospodarstwa<sup>25</sup>.

Nie bez znaczenia pozostaje także edukacja i rozwój kompetencji cyfrowych. Niezbędne jest prowadzenie szerokich szkoleń, warsztatów, kampanii informacyjnych, aby mieszkańcy wsi mogli świadomie korzystać z nowych technologii i rozwiązań. *Smart Village* nie mogą rozwijać się także bez tworzenia platform współpracy. To lokalny lider nadaje ton zmianom podyktowanym oddolnie. Wspieranie lokalnych inicjatyw, partnerstw publiczno-prywatnych oraz sieci wymiany doświadczeń pozwoli na szybkie rozprzestrzenianie innowacji i rozwiązań. W końcu należy dostosować polityki do lokalnych potrzeb. Strategia rozwoju powinna zostać dostosowana do specyfiki każdej społeczności i jej zasobów, a nie opierać się na uniwersalnych rozwiązaniach. Dotyczy to zarówno perspektywy europejskiej, jak i krajowej.

Europejska wieś będzie musiała wdrożyć wiele możliwych rozwiązań rolnictwa 4.0. Do najważniejszych z nich można zaliczyć automatyzację procesu produkcji rolnej. Roboty i autonomiczne maszyny rolnicze zyskują coraz większą popularność. Przykładowo, drony i autonomiczne ciągniki są wykorzystywane do siewu, nawożenia, oprysków czy zbiorów. Dzięki zintegrowanym czujnikom i systemom GPS,

---

<sup>25</sup> V. Zavrtnik, A. Kos, E.S. Duh, *Smart villages: Comprehensive review of initiatives and practices*, „Sustainability (Switzerland)” 2018, Vol. 10, No. 7.

maszyny wykonują precyzyjne działania, minimalizując straty i środki chemiczne. Kolejnym rozwiązaniem z zakresu rolnictwa precyzyjnego są cyfrowe platformy, które umożliwiają rolnikom bezpośrednią wymianę informacji, sprzedaż plonów, dostęp do prognoz pogodowych i porad eksperckich. Takie rozwiązania podnoszą efektywność i konkurencyjność lokalnych gospodarstw. Przykładem może być platforma FarmSquare w Polsce, która pozwala rolnikom na wspólne kupowanie maszyn i nawozów, a także sprzedaż produktów bez pośredników, zwiększając zarobki i ograniczając koszty.

Rolnictwo 4.0 będzie zorientowane także na wykorzystanie nowoczesnych technologii w ochronie klimatu. Do najczęstszych narzędzi będzie można zaliczyć zastosowanie obrazowania satelitarnego, dronów i AI do wykrywania chorób i szkodników roślin. Platformy analityczne analizują zdjęcia, rozpoznają choroby na wczesnym etapie i podpowiadają metody interwencji. Przykładowo w Danii i Holandii wykorzystywane są drony z kamerami multispektralnymi do monitorowania stanu upraw na dużych obszarach, co pozwala na precyzyjne i wczesne działania zapobiegawcze. Jest to jeden z przykładów, jak będzie trzeba łączyć ochronę klimatu z postępowaniem technologicznym. W tym zakresie koncepcja inteligentnych wiosek może stać się bardzo dobrym instrumentem do integrowania tych działań. W inteligentnych gospodarstwach stosuje się systemy zarządzania energią, integrujące panele fotowoltaiczne, farmy wiatrowe i magazyny energii, co pozwala na samowystarczalność, a także zrównoważony rozwój. Tylko w dość odległym regionie Laponii w Finlandii farmy słoneczne i turbiny wiatrowe zintegrowano z systemami IoT, które optymalizują produkcję i dystrybucję energii, korzystając z czujników i AI.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule rozważania prowadzą do kilku podstawowych konkluzji. Jedną z podstawowych obserwacji jest brak kompleksowych rozwiązań prawnych, które integrowałyby różne rozwiązania innowacyjne możliwe do wprowadzenia w polskim rolnictwie. Przykładem jest tutaj chociażby brak unormowań dotyczących sztucznej inteligencji czy możliwości wykorzystania dronów. To powoduje, że rozwój rolnictwa oraz możliwość pozyskiwania na nie środków jest zahamowany. Rolnicy, nie wiedząc według jakich zasad prawnych mogą przykładowo robić zdjęcia dronami, aby nie naruszyć różnych regulacji prawnych, czasami wolą ich nie stosować. Oczywiście przeszkodą jest też brak kompleksowej pomocy finansowej umożliwiającej długoterminowe planowanie rozwoju rolnictwa.

Istniejące koncepcje, takie jak *Smart Village*, w dość niskim stopniu wykorzystują mechanizmy dostępne dla rozwiązań innowacyjnych związanych z produkcją

rolną. Skupianie się tylko na aspektach społecznych czy edukacyjnych transformuje wieś w kierunku Smart City<sup>26</sup>, z jednym wyjątkiem – pozostawienia produkcji rolnej poza centrum zainteresowania *Smart Village*. Jest to dość ryzykowne ze względu na to, że ta koncepcja miała właśnie służyć takim ułatwieniom w rolnictwie, aby można było prowadzić produkcję rolną zgodną z wszelkimi zasadami przyjaznymi dla klimatu<sup>27</sup>. Inteligentne wioski powinny stać się możliwą alternatywą kompleksowego rozwiązania gospodarczo-prawnego umożliwiającego transformację wsi w kierunku nowoczesnych gospodarstw rolnych działających w celach produkcyjnych zachowujących przy tym bezpieczeństwo społeczne i klimatyczne.

Przed polskim i europejskim prawodawcą staje wyzwanie, w jaki sposób zachęcić rolników do wdrażania koncepcji *Smart Village*, która wykracza daleko poza jedno pojedyncze gospodarstwo. Wymaga współpracy wszystkich mieszkańców wsi, oddolnych inicjatyw, ich koordynowania, a także pracy społecznej, środków finansowych i przygotowania odpowiednich rozwiązań prawnych. Wyzwanie to należy jednak podjąć, bo skoordynowane działania mogą stać się realną szansą dla polskiego rolnictwa nie tylko na zachowanie swojej tożsamości, ale także na wdrożenie możliwych innowacji i sprostanie konkurencyjności na rynku europejskim<sup>28</sup>. Pozwoli to również zatrzymać większą część obecnych rolników na wsi i spowolnić proces depopulacji<sup>29</sup>.

## REFERENCES

- Ahirwar S., Swarnkar R., Bhukya S., Namwade G., *Application of Drone in Agriculture*, „International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences” 2019, No. 8(1)
- Battino S., Lampreu S., *The role of the sharing economy for a sustainable and innovative development of rural areas: A case study in Sardinia (Italy)*, „Sustainability (Switzerland)” 2019, Vol. 11, No. 11
- Clercq M. de, Vats A., Biel A., *Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology*, World Government Summit, 2018

---

<sup>26</sup> M. Czupich, M. Kola-Bezka, A. Ignasiak-Szulc, *Czynniki i bariery wdrażania koncepcji smart city w Polsce*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2016, nr 276, s. 223–235.

<sup>27</sup> R.S. Sattar, M.S. Mehmood, M.H. Raza, V.P.I.S. Wijeratne, B. Shahbaz, *Evaluating adoption of climate smart agricultural practices among farmers in the Fujian Province, China*, „Environmental Science and Pollution Research”, 2023, doi.org/10.1007/s11356-023-25480-0.

<sup>28</sup> A. Niewiadomska, *Konkurencyjność jako determinanta prawna europejskiej polityki rolnej*, „Studia Iuridica” 2018, t. LXXII, s. 267–278.

<sup>29</sup> A.L. Rossouw, M. Garbutt, *Six Roles of ICT in Alleviating Depopulation of Rural Villages Through Improved Quality of Life*, „Lecture Notes in Networks and Systems” 2023, Vol. 624, s. 341–351.

- Cole L.J., Kleijn D., Dicks L.V., Stout J.C., Potts S.G., Albrecht M., Scheper J., *A critical analysis of the potential for EU Common Agricultural Policy measures to support wild pollinators on farmland*, „Journal of Applied Ecology” 2020, No. 57(4)
- Czupich M., Kola-Bezka M., Ignasiak-Szulc A., *Czynniki i bariery wdrażania koncepcji smart city w Polsce*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2016, nr 276
- Košická D., Balco P., Bajzík P., *Readiness of Towns and Villages in Slovakia for the Implementation of Smart Solutions*, *Studies in Systems*, „Decision and Control” 2022, Vol. 420
- Lakshmanan V.I., Chockalingam A., Murty V.K., Kalyanasundaram S., *Smart Villages: Bridging the Global Urban-Rural Divide*, Toronto 2022
- McBratney A., Whelan B., Ancev T., *Future Directions of Precision Agriculture*, „Precision Agriculture” 2005, Vol. 6
- Naldi L., Nilsson P., Westlund H., Wixe S., *What is smart rural development?*, „Journal of Rural Studies” 2015, Vol. 40
- Niewiadomska A., *Innowacyjność w nowej Wspólnej Polityce Rolnej*, „Studia Iuridica” 2022, t. XCV
- Niewiadomska A., *Konkurencyjność jako determinanta prawna europejskiej polityki rolnej*, „Studia Iuridica” 2018, t. LXXII
- Piowar A., *Low-Carbon Agriculture in Poland: Theoretical and Practical Challenges*, „Polish Journal of Environmental Studies” 2019, Vol. 28, No. 4
- Popardowski P., *Instrumenty prawne służące ochronie konkurencji w sektorze rolnym z perspektywy prawa Unii Europejskiej (zarys problematyki)*, „Studia Iuridica Agraria” 2018, t. 16
- Renukappa S., Suresh S., Abdalla W., Shetty N., Yabbati N., Hiremath R., *Evaluation of smart village strategies and challenges*, „Smart and Sustainable Built Environment”, 2022, <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0060>
- Rose D.C., Wheeler R., Winter M., Lobley M., Chivers C.A., *Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet*, „Land Use Policy” 2021, Vol. 100, DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104933
- Rossouw A.L., Garbutt M., *Six Roles of ICT in Alleviating Depopulation of Rural Villages Through Improved Quality of Life*, „Lecture Notes in Networks and Systems” 2023, Vol. 624
- Różycki R., Żmich K., *Wykorzystanie nowoczesnych technologii w rolnictwie precyzyjnym*, (w:) U. Motowidlak, D. Wronkowski, A. Reńda (red.), *Różne oblicza logistyki*, Łódź 2018
- Sattar R.S., Mehmood M.S., Raza M.H., Wijeratne V.P.I.S., Shahbaz B., *Evaluating adoption of climate smart agricultural practices among farmers in the Fujian Province, China*, „Environmental Science and Pollution Research”, 2023, doi.org/10.1007/s11356-023-25480-0
- Sykuta M.E., *Big Data in Agriculture: Property Rights, Privacy and Competition in Ag Data Services*, „International Food and Agribusiness Management Review” 2016, No. 19
- Visvizi A., Lytras M.D., *Rescaling and refocusing smart cities research: From mega cities to smart villages*, „Journal of Science and Technology Policy Management” 2018, No. 9
- Zapała C., *Przetwarzanie informacji i danych osobowych w rolnictwie w ramach Big Data*, „Studia Iuridica” 2018, t. LXXVIII
- Zavratnik V., Kos A., Duh E.S., *Smart villages: Comprehensive review of initiatives and practices*, „Sustainability (Switzerland)” 2018, Vol. 10, No. 7
- Żukowska S., Chmiel B., Połom M., *The Smart Village Concept and Transport Exclusion of Rural Areas – A Case Study of a Village in Northern Poland*, „Land” 2023, Vol. 12, No. 1