

Rolnictwo 4.0 – analiza obszaru

Opracowanie: Marta Miedzińska, Dominik Zieliński

Autoryzacja: Justyna Duszyńska



Warszawa, 2022 r.

System rolnictwa precyzyjnego, które traktuje się jako symbol trzeciej ery technologicznej w rolnictwie (Rolnictwo 3.0) staje się coraz bardziej popularny w produkcji rolnej, także w Polsce. System ten rozwija się w kierunku jeszcze bardziej zaawansowanych technologii kształtując nową koncepcję określaną mianem **Rolnictwa 4.0**. Wyróżnikiem nowej koncepcji jest wprowadzenie WYMIANY INFORMACJI, jako podstawowego elementu organizacji produkcji rolnej. Informacja w cyfrowej formie pojawia się na wszystkich etapach produkcji rolnej, we wszystkich typach gospodarstw. Jego podstawową zaletą jest możliwość szybkiej reakcji na zmiany warunków zewnętrznych. Analizie podlegają dane z wielu gospodarstw, ale również dane ekonomiczne – np. dane o wzroście popytu na mleko w przetwórnictwie powodują zwiększenie produkcji).

Nowe technologie coraz silniej determinują przewagi konkurencyjne podmiotów, regionów i państw. W rozwoju i adaptacji nowych technologii można upatrywać szans na choćby częściowe pokonanie ograniczeń związanych z dużym rozproszeniem podmiotów sektora rolno-spożywczego, a także możliwość godzenia często sprzecznych celów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Rozwój kompetencji, kapitał finansowy oraz infrastruktura szerokopasmowa będą warunkować tempo wdrożeń tych nowych możliwości.

KONCEPCJA ROLNICTWA 4.0 W POLSKICH I EUROPEJSKICH DOKUMENTACH STRATEGICZNYCH

STRATEGIA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WSI, ROLNICTWA I RYBACTWA 2030

Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR) podporządkowuje działania w sferze gospodarczej osiągnięciu celów związanych z poziomem i jakością życia obywateli Polski. Kładzie nacisk na to, aby beneficjentem rozwoju gospodarczego byli zwykli obywatele oraz obszary dotąd pomijane w polityce rozwoju.

OCZEKIWANE EFEKTY STRATEGII NA RZECZ ODPOWIEDZIALNEGO ROZWOJU

DLA OBYWATELI:	DLA GOSPODARKI:	W SFERZE INSTYTUCJONALNEJ:	W SFERZE SPOŁECZNEJ:
wzrost dochodów oraz poprawa jakości życia	zmiana struktury PKB Polski w wyniku zwiększenia roli innowacji w jego tworzeniu	państwo bardziej przyjazne dla obywateli i przedsiębiorców	ograniczenie wykluczenia społecznego i ubóstwa oraz wszelkiego rodzaju nierówności

Cel szczegółowy I. Zwiększenie opłacalności produkcji rolnej i rybackiej

- **modernizacja gospodarstw rolnych** przez wzrost ich poziomu technologicznego, organizacyjnego oraz cyfryzacji. Konieczne jest dostosowanie warunków i technik produkcji do wymogów ochrony środowiska i klimatu;
- **rozwój technologii internetowych** dający możliwość rozwoju współpracy i integracji, np. poprzez uruchamianie platform

elektronicznych tworzonych na potrzeby eksportu dużych partii towaru;

- **promowanie rozwoju elektronicznego handlu produktami żywnościowymi** przez producentów rolnych i rybackich;

Rozwój innowacji, cyfryzacji i przemysłu 4.0. w sektorze rolno-spożywczym ma być osiągnięty przez następujące działania:

- **wykorzystanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT)** w procesach modernizacyjnych sektora rolno-spożywczego. Tworzenie i wdrażanie innowacyjnych aplikacji oraz otwartych platform ICT, dzięki którym możliwe będzie zdalne doradzanie, wspieranie producentów rolnych czy zachęcanie użytkowników do aktywnej współpracy (w tym wymiany wiedzy);
- **realizacja projektów badawczych w sektorze rolno-spożywczym** ukierunkowanych na wdrażanie innowacyjnych rozwiązań (w 2019 roku nakłady na działalność B+R w dziedzinie rolnictwa to tylko 6% wszystkich nakładów wewnętrznych na ogólną działalność B+R w Polsce);
- **wdrożenie systemu zarządzania badaniami i innowacjami** w zapleczu naukowo-badawczym sektora rolno-spożywczego, które mogą być wdrażane również w innych gałęziach gospodarki;
- **wdrożenie programów badań na rzecz innowacji** (w tym ze środków programów ramowych UE) uwzględniających specyfikę polskiego sektora rolno-żywnościowego oraz strategiczne kierunki hodowli zwierząt i roślin (z uwzględnieniem zmian klimatu, odporności na organizmy szkodliwe czy też wymagań rynkowych);
- **cyfryzacja w dziedzinie wdrażania instrumentów polityki rolnej** ułatwiająca rozwój i upowszechnienie narzędzi do optymalizacji procesów produkcyjnych w gospodarstwach rolnych;
- **integracja działalności sektora nauki, edukacji i rozwoju** (w tym m.in. instytutów badawczych, uczelni rolniczych i jednostek naukowych);
- **silniejsza współpraca sektora badań i rozwoju z sektorem produkcyjnym i przetwórstwa**, m.in. przez nowe formy współpracy (np. w ramach Europejskiego Partnerstwa na rzecz Innowacji (EPI));
- **promocja i upowszechnianie wiedzy w zakresie innowacyjnych rozwiązań w sektorze rolno-spożywczym** oraz podnoszenie kompetencji związanych z prowadzeniem produkcji rolnej;
- **transfer wiedzy z sektora nauki** w zakresie innowacyjnych rozwiązań na rzecz ograniczenia negatywnego wpływu sektora rybackiego na środowisko;
- **zwiększenie wykorzystania technologii cyfrowych w ramach kontroli przepisów Wspólnej Polityki Rybołówstwa (WPRyb)**. Planowane jest np. wykorzystywanie dronów i technik satelitarnych do pomiarów stawów hodowlanych);
- **ułatwienie dostępu do zasobów informacyjnych**, w szczególności ich przepływu między jednostkami administracji publicznej i instytucjami badawczymi.



Cel szczegółowy II. Poprawa jakości życia, infrastruktury i stanu środowiska

- **Wspomaganie rozwoju i modernizacji infrastruktury teleinformatycznej i telekomunikacyjnej** na obszarach wiejskich. Skutkiem ma być wyeliminowanie terytorialnych różnic w możliwości dostępu do szerokopasmowego Internetu o wysokich przepustowościach na obszarach wiejskich i miejskich.
- **Rozwój kapitału ludzkiego obszarów wiejskich** przy wykorzystaniu sieci szerokopasmowych.
- **Edukacja cyfrowa** dzieci, młodzieży i dorosłych, w tym m.in. w zakresie cyberbezpieczeństwa.
- **Dalszy rozwój e-usług publicznych** (wdrażanych zarówno przez administrację samorządową, jak i rządową) uwzględniający zachodzące przemiany społeczne, gospodarcze oraz technologiczną. Zapewnienie zarówno szerszej oferty usług, jak również dostępu do nich (zwłaszcza na obszarach wiejskich).
- **Wykorzystanie ICT w podnoszeniu jakości życia na wsi** m.in. przez:
 - cyfryzację gminnych ośrodków kultury,
 - rozwój nowoczesnej i efektywnej e-administracji,
 - przeciwdziałanie wykluczeniu cyfrowemu na wsi,
 - rozwój e-usług finansowych.
- **Zapewnienie powszechnego dostępu do aktualnej informacji o stanie i przeznaczeniu terenów**, w tym planów zagospodarowania przestrzennego w postaci cyfrowej, powszechnie dostępnych w rejestrze urbanistyczno-budowlanym.

Cel szczegółowy III. Rozwój przedsiębiorczości, pozarolniczych miejsc pracy i aktywnego społeczeństwa

Umiejętności i kompetencje mieszkańców obszarów wiejskich będą warunkować możliwości wykorzystania przez nich nowych możliwości rozwoju związanych z postępowaniem technologicznym, innowacjami, globalizacją rynków czy nowymi łańcuchami wartości. Będą także warunkować ich konkurencyjność na rynkach pracy – wiejskich, jak i miejskich, determinując równość w korzystaniu z postępu cywilizacyjnego.

- **Rozwój kompetencji cyfrowych** poprzez wsparcie w obszarze edukacji, nauki oraz kształcenia przez całe życie. Istotne jest elastyczne dopasowanie do indywidualnych potrzeb obywateli. Wsparcie zostanie zaadresowane do grup o zróżnicowanych poziomach kompetencji cyfrowych dlatego istotne jest dopasowanie do indywidualnych potrzeb obywateli. Konieczne jest uwzględnienie działań na rzecz włączenia cyfrowego.
- **Prowadzenie kampanii edukacyjno-informacyjnych** na rzecz upowszechnienia korzyści z wykorzystania technologii cyfrowych.
- **Rozwój e-umiejętności wśród mieszkańców obszarów wiejskich**. Zwiększanie dostępu do e-zdrowia i innych podstawowych usług.
- **Budowa współpracy międzyterytorialnej** w oparciu o promocję lokalnych produktów, wspieranych przez technologię i ICT.



- **Rozwój idei inteligentnych wiosek (smart villages)** rozumianych jako obszary i społeczności wiejskie opierające swój rozwój na istniejących zasobach, a ponadto wykorzystujące nowe możliwości, w których tradycyjne rozwiązania są ulepszone za sprawą technologii cyfrowych i telekomunikacyjnych, oraz lepszego wykorzystania wiedzy.

WSPÓLNA POLITYKA ROLNA (WPR)

Wsparcie udzielane w ramach WPR to głównie płatności bezpośrednie dla rolników oraz Program Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW). Rządy krajowe przygotowują plany strategiczne WPR, które następnie w procesie negocjacji zatwierdzane są przez struktury unijne.

Cyfryzacja w sektorze rolnym będzie obejmować:

- administrację publiczną,
- zarządzanie gospodarstwem,
- usprawnienia wykorzystania maszyn i urządzeń,
- transfer wiedzy i zacieśnianie współpracy pomiędzy różnymi instytucjami, rolnikami, przedsiębiorcami oraz mieszkańcami obszarów wiejskich.

Dokument definiuje szereg działań związanych z wymianą wiedzy i wprowadzaniem innowacji do sektora rolnictwa:

- **podnoszenie kwalifikacji** i umiejętności kadr oraz zapewnienie dostępności profesjonalnych usług doradczych i szkoleniowych (to szczególnie istotny element technologicznej transformacji, gdyż rozwiązania z zakresu rolnictwa 4.0 są oparte na zaawansowanej, specjalistycznej wiedzy, której sieć doradcza jeszcze nie posiada);
- **rozwój platform z wykorzystaniem narzędzi ICT;**
- **zacieśnienie współpracy** pomiędzy partnerami AKIS¹;
- **zapewnienie dostępu do infrastruktury szybkiego Internetu;**
- **tworzenie wystandaryzowanych dużych zbiorów otwartych danych** publicznych oraz ich szerokie wykorzystanie.

POLSKI ŁĄD

W ramach obszaru „POLSKA – NASZA ZIEMIA” wydzielone zostały programy:

- **Więcej ziemi dla rolników.** Stworzenie **centralnego systemu informatycznego katalogującego zasób państwowej ziemi**. Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR) zarządza ok. 1,4 mln ha ziemi państwowej, z czego pozostało ok. 200 tys. ha do rozdysponowania na dzierżawę. Katalog pozwoli szybciej udostępnić ziemię rolnikom i wskazywać nowe tereny inwestycyjne.
- **Jedno cyfrowe okienko dla rolnika, czyli cyfryzacja całego procesu obsługi rolnika.** W wersji online będzie można m.in. obsługiwać wnioski o dopłaty bezpośrednie czy podatki za ziemię.

¹ AKIS – System wiedzy i innowacji AKIS. Jest to struktura wsparcia dla rozwoju obszarów wiejskich. System łączy wielu partnerów w celu wymiany wiedzy. Tworzą go m.in. jednostki administracyjne i naukowe, szkoły, doradztwo rolnicze, organizacje branżowe etc.



Barierą dla wzrostu poziomu zaawansowania technologicznego przedsiębiorstw oraz gospodarstw rolnych są m.in. niewystarczające powiązania z organizacjami badawczymi oraz szkolnictwem wyższym i zawodowym oraz brak projektów pilotażowych ułatwiających przygotowanie wdrażania przełomowych technologii na wyższych etapach projektów badawczo-rozwojowych.

Planowane działania mające na celu transformację cyfrową oraz wzrost innowacyjności w sektorze rolnictwa:

- **Rozbudowa i modernizacja infrastruktury logistycznej i technologicznej** służącej skupowaniu, przygotowaniu do sprzedaży i wprowadzaniu do obrotu produktów rolnych, wraz z towarzyszącym systemem aplikacji cyfrowych,
- **Wsparcie producentów rolnych w zakresie zakupu i utrzymania innowacyjnych urządzeń i maszyn** (np. sensory, drony, tablety, oprogramowanie, aplikacje, systemy – np. system zarządzania stadem czy system kontroli jakości powietrza),
- **Wzmocnienie mechanizmów współpracy pomiędzy sektorem nauki oraz przemysłem:** kontynuowana będzie reforma funkcjonowania instytutów badawczych, której głównym elementem było utworzenie Sieci Badawczej Łukasiewicz. W ramach reformy przygotowany zostanie model skutecznej współpracy nauka–nauka i nauka-biznes wspierający rozwój i upowszechnienie innowacji w sektorze rolno-spożywczym. Wsparcie polityki gospodarczej państwa będzie odbywać się przez dokonywanie prognoz trendów i projektowanie rozwiązań technologicznych lub organizacyjnych, które mogą mieć silny wpływ również na odbudowę gospodarki po pandemii COVID-19 i budowę odporności podmiotów sektora rolno-spożywczego na kryzysy.
- **Wdrożenie rozwiązań geomatycznych i monitoringu satelitarnego w rolnictwie** (Satelitarny System Obserwacji Ziemi) na potrzeby wsparcia systemów monitoringu środowiska, efektywności wykorzystania terenów rolniczych oraz planowania przestrzennego.
- **Modernizacja systemu informatycznego funkcjonującego w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi** (Zintegrowany System Rolniczej Informacji Rynkowej), służącego do gromadzenia, przetwarzania, analizy i upowszechniania danych rynkowych.
- **Opracowanie i wdrożenie propozycji rozwiązań na rzecz podnoszenia kompetencji** osób pracujących w zawodach zagrożonych automatyzacją.

Technologie cyfrowe w rolnictwie mogą umożliwić temu sektorowi bardziej wydajną produkcję - lepiej odpowiadającą zapotrzebowaniu - co przyczyni się do poprawy wyników sektora w zakresie zrównoważonego rozwoju i



konkurencyjności. **Rolnictwo zidentyfikowano jako jeden z podstawowych sektorów, w których rozwiązania cyfrowe mogą się przyczynić do redukcji emisji gazów cieplarnianych i zmniejszenia wykorzystania pestycydów na całym świecie.**

Szczególny potencjał dla rozwoju Rolnictwa 4.0 zauważalny jest w obszarach:

- **Inteligentne przetwarzanie brzegowe** – zastosowanie mocy brzegowych w maszynach wykorzystywanych w gospodarstwach rolnych pozwoli na gromadzenie danych rolniczych w czasie rzeczywistym, świadczenie zaawansowanych usług rolnikom, takich jak przewidywanie zbiorów lub zarządzanie gospodarstwem rolnym, oraz optymalizację łańcuchów dostaw żywności.
- **Technologie kwantowe**, przekładające się na lepsze monitorowanie zasobów. Kwantowe czujniki grawitacyjne umieszczone na Ziemi lub zamontowane w satelitach kosmicznych będą mierzyć pola grawitacyjne, umożliwiając wykrywanie przeszkód, osiadania terenu i zasobów wodnych pod ziemią oraz monitorowanie zjawisk naturalnych, takich jak aktywność wulkaniczna.

SMART FARMING - MONITORING TRENDÓW

W 2019 roku – w ramach monitoringu *Krajowych Inteligentnych Specjalizacji* – ukazał się raport Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, pn. „Mapa rozwoju rynków i technologii dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)”. Na podstawie analizy otoczenia rynku smart farming wyłonione zostały obszary o największym potencjale rozwojowym.

Rolnictwo inteligentne (Smart Farming) stanowi część sektora AgTech, rozumianego jako sektor produkcji maszyn i wyposażenia dla rolnictwa. Ten typ gałęzi branży to technologie cyfrowe, umożliwiające zbieranie i analizę danych pozwalające na optymalizację procesów w gospodarstwie dzięki integracji danych i algorytmów w system zarządzania gospodarstwem oraz automatyzację, realizowaną przez robotykę i platformy autonomiczne.

WIODĄCE TECHNOLOGIE I TRENDY WYKORZYSTYWANE W SMART FARMING

PRODUKCJA ROLNA

Smart Farming obejmuje **automatyzację procesów** w gospodarstwie, w szczególności wprowadzenie autonomicznych systemów monitoringu i sterowania, dających rolnikowi możliwość obsługi procesów w gospodarstwie z poziomu swojego smartfona lub komputera. Wiodącymi technologiami ICT w sektorze Smart Farming są:

- IoT (Internet Rzeczy),
- BigData,
- Blockchain.

Technologie te wykorzystują dane pochodzące z czujników pomiarów bezpośrednich, teledetekcji, a także rozbudowanych baz danych (w tym satelitarnych).

W sektorze **robotyki** i maszyn rolniczych kluczowymi technologiami są:



- machine learning,
- sztuczna inteligencja,
- mobilne platformy naziemne dostosowane do specyfiki rolnictwa,
- drony.

Coraz większa liczba firm oferuje obecnie systemy **kompleksowego zarządzania gospodarstwem**. Produkty te posiadają przeważnie szerokie spektrum modułów, poczynając od inwentarza maszyn, środków produkcji, pól, zwierząt itd., poprzez dane dotyczące produktywności pól wraz z monitoringiem stanu upraw prowadzonym satelitarnie, bądź zużyciem czujników zamontowanych na maszynach rolniczych, po systemy księgowo i funkcje pomocne w raportowaniu.

Wśród **rozwiązań robotycznych** dominują maszyny specjalistyczne, przeznaczone do jednego zastosowania, np.:

- robot do zbioru jabłek (Abundant Robotics – USA),
- dron śmigłowy do oceny stanu upraw (AgEagle Aerial Systems - USA),
- autonomiczny robot do selektywnego zbioru truskawek, oparty o AI (Agrobot - USA),
- w pełni autonomiczny robot, na kołowej platformie mobilnej, do selektywnego usuwania chwastów (Blue River - USA, EcoRobotix - Szwajcaria),
- Citrus Picking System – robot do automatycznego zbioru pomarańczy (Energid - USA),
- platforma wykorzystująca drony, wyposażone w sensory multi- i hiperspektralne do zastosowań monitoringu upraw i gleby (Parrot Sequoia–Francja). Dzięki dwóm wbudowanym czujnikom Sequoia analizuje stan zdrowia roślin rejestrując ilość pochłanianego i odbijanego przez nie światła. Pozyskiwanie takich danych umożliwia rolnikom podejmowanie najlepszych decyzji dla swoich upraw,
- kontroler klimatu (Fermo - Polska),
- System optymalizacji nawodnień oparty o bezprzewodową sieć czujników (CaselLogics -Polska).

PRODUKCJA ZWIERZĘCA

Głównym kierunkiem rozwoju tej gałęzi jest **automatyzacja kontroli środowiska** i operacji w obszarach zamkniętych (chlewniach, oborach), np.

- robot do karmienia trzody chlewnej (Pellon - Polska),
- wczesne wykrywanie chorób, oparte o różnego rodzaju sensory np. termalne (PathFindIR - USA, TermoEye - Polska), czy bio-sensory (linia produktów firmy Biosnesor Applications - Szwecja, produkty Fish Farm Solutions – Polska)
- sensory hiperspektralne HySpex (efekt projektów realizowanych w ramach programu Biostrateg)
- dron hybrydowy ekoSKY (program Biostrateg - Polska)
- platforma wykrywania chorób ryb w oparciu o bio-sensory (Fish Farm Solution - Dania)

OBSZARY O NAJWIĘKSZYM POTENCJALE ROZWOJOWYM



Spośród kilkunastu obszarów związanych z sektorem SmartFarming wybrano trzy, które najlepiej rokują pod względem potencjalnego rynku zbytu i małego nasycenia rynku przez konkurencję:

1. **Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne** sterowane i komunikujące się bezprzewodowo w ramach systemów Internetu rzeczy (np. sensory zasobności gleb, czujniki wilgotności gleby).
2. **System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej**, bazujący na przetwarzaniu danych za pomocą technologii Big Data i AI (w tym machine learning) oraz realizujący integrację danych i informacji z różnych źródeł, w tym czujników IoT, map cyfrowych, danych teledetekcyjnych, serwisów udostępniania danych on-line i baz open science. System ten dostarcza rolnikowi informacji i wiedzy, które są niezbędne do podejmowania decyzji strategicznych i taktycznych w gospodarstwie, ale również umożliwiają komunikację lub sterowanie automatyką, czy urządzeniami autonomicznymi.
3. **Robotyka, cobotyka i automatyka**, w tym maszyny rolnicze i podzespoły wykonawcze do platform autonomicznych, współpracujące z systemami wspierania decyzji i zarządzania gospodarstwem oraz systemami integrującymi czujniki i elementy wykonawcze/manipulacyjne do specjalistycznych zadań w rolnictwie.

KOMPETENCJE I PROJEKTY Z OBSZARU ROLNICTWA 4.0 IDENTYFIKOWANE W ŁUKASIEWICZU

- **Łukasiewicz - Poznański Instytut Technologiczny (PIT)**
 - [Inteligentny robot spełniający wymogi rolnictwa precyzyjnego](#) (PIT, ILOT, UNIA sp. z o.o.)
 - [Zgrabiarka podbieraczowo-taśmowa z mechatronicznym systemem sterowania zespołami roboczymi i systemem rejestracji plonu](#) (PIT, SaMASZ sp. z o.o.)
 - Przygotowanie prototypów usług informatycznych dla konkretnych scenariuszy w obszarze rolnictwa 4.0
 - [Prasa i prasoowijarka do zbioru pasz objętościowych](#) (PIT, Metal-Fach sp. z o.o.). Rezultatem projektu będą maszyny wyposażone m.in. w:
 - układy regulujące dawkovanie dodatków;
 - czujniki umożliwiające skuteczne dostosowanie parametrów pracy prasy do panujących warunków;
 - zestaw czujników monitorujący pracę maszyny;
 - system określający lokalizację maszyny na polu;
 - systemy sterowników pozwalających w czasie rzeczywistym odpowiednio dostosować tryb pracy nastawy aplikatorów do lokalnie występujących warunków polowych.
 - [Projekt UE „Autonomous Greenhouses - smart micro farming and smart large-scale production”](#) Głównym celem projektu jest umożliwienie w pełni autonomicznej uprawy szklarniowej indywidualnym użytkownikom i grupom użytkowników w oparciu o implementację komponentów sztucznej inteligencji (SI) i Internetu rzeczy (IoT).
 - [Narzędzia traceability + doradztwo w zakresie wdrażania standardu EPC](#); PIT wychodząc naprzeciw potrzebom krajowych przedsiębiorców uruchomił krajowe laboratorium EPC (ang. Electronic Product Code)/



RFID ang. Radio-Frequency Identification), oferując pomoc w zakresie projektów wdrożeniowych.

➤ **Łukasiewicz - Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (PIAP)**

Systemy wspierające i optymalizujące dla rolnictwa – precyzyjna nawigacja i orientacja maszyn rolniczych.

➤ **Łukasiewicz - Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych (KOMEL)**

[Polska generacja elektrycznych układów napędowych z zastosowaniem do napędów autobusowych, samochodów dostawczych i ciężarowych oraz innych pojazdów użytkowych i przemysłowych – POLNAPEL](#) (KOMEL, KIT, IEL)

➤ **Łukasiewicz - Instytut Elektrotechniki (IEL)**

Stacje ładowania, przetwornice, oprawy oświetleniowe, np. [oprawa rolnicza dedykowana do doświetlania roślin szklarniowych, emitująca promieniowanie świetlne o widmie stymulującym fotosyntezę.](#)

➤ **Łukasiewicz - Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki (IMiF)**

Robotyzacja i systemy rozproszone w monitorowaniu, sterowanie maszyn i urządzeń, konstrukcje inteligentnych czujników (przeznaczonych m.in. do układów kompleksowej diagnostyki pracy elektrycznych maszyn i urządzeń), nowoczesne maszyny i urządzenia, mechatronika.

➤ **Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa (ILOT)**

Udział w projekcie – [„Wdrożenie koncepcji Smart Villages w województwie mazowieckim”](#). Stworzenie koncepcji i funkcjonalności aplikacji mobilnej agregującej dane przestrzenne i teledetekcyjne dla rolników. Aplikacja ma dostarczać informacje z zakresu jakości gleby, parametrów środowiska i upraw oraz zmienności przyrodniczej danego obszaru.

