



**Mapa rozwoju rynków i technologii
dla obszaru rolnictwa inteligentnego
(Smart Farming)**

Niniejsze opracowanie, które powstało na zlecenie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, jest współfinansowane z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego ze środków Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, w ramach projektu pozakonkursowego *Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*.

Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości nie ponosi odpowiedzialności za opinie wyrażone w publikacji, które są opiniami autorów i jako takie nie odzwierciedlają stanowiska Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, ani też nie są dla niej w żaden sposób wiążące.

Autor:

dr hab. inż. Rafał Wawer, prof. IUNG-PIB

Współpraca:

Zespół ds. Zrównoważonego Rozwoju i Analiz Ekonomicznych, Deloitte
Departament Analiz i Strategii, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości

Copyright by Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, 2019



Niniejsze opracowanie jest rezultatem tzw. Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania (PPO), prowadzonego przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii w partnerstwie z Polską Agencją Rozwoju Przedsiębiorczości, w ramach projektu pozakonkursowego pn. *Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*.

Celem projektu pozakonkursowego jest monitorowanie i aktualizacja obszarów B+R+I priorytetowych dla rozwoju polskiej gospodarki, tzw. Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS). Lista tych obszarów ma charakter otwarty i jest aktualizowana stosownie do zachodzących zmian społeczno-gospodarczych.



Spis treści

1. Streszczenie.....	4
2. Summary	9
3. Słownik pojęć/ wykaz skrótów	13
4. Wprowadzenie metodyczne	19
5. Cel i zakres BTR.....	25
6. Charakterystyka rynku globalnego	26
6.1 Dostępne produkty i technologie	29
6.2 Podstawowa analiza wielkości i dynamiki rynku	31
6.3 Analiza barier rynkowych.....	33
6.4 Kluczowi gracze rynkowi	34
6.5 Analiza cyklu życia produktów.....	35
6.6 Analiza trendów rozwojowych	37
6.7 Otoczenie prawne i ochrona własności intelektualnej	40
7. Charakterystyka rynku krajowego	47
7.1 Dostępne produkty i technologie	48
7.2 Podstawowa analiza wielkości i dynamiki rynku	49
7.3 Analiza barier rynkowych.....	50
7.4 Kluczowi gracze rynkowi	50
7.5 Najważniejsze wydarzenia branżowe	53
7.6 Analiza powiązań kooperacyjnych	55
7.7 Analiza trendów rozwojowych	56
7.8 Analiza SWOT.....	57
7.9. Analiza PESTEL.....	61
7.10 Otoczenie prawne i ochrona własności intelektualnej	63
7.11 Przegląd dostępnych źródeł wsparcia niekomercyjnego.....	64
8. Potencjał rozwojowy rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w perspektywie 10 lat	68
9. Program rozwoju rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w perspektywie 5 lat	72
9.1 Scenariusze rozwoju dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming).....	73
9.1.1 Scenariusz rozwoju obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”	74
9.1.2 Scenariusz rozwoju obszaru „System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej”	80
9.1.3 Scenariusz rozwoju obszaru „Robotyka, cobotyka i automatyka”	86
9.2 Mapa drogowa	91
10. Ocena potencjału obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w kontekście KIS	92
11. Wnioski i rekomendacje	93
12. Spis tabel i rysunków	98
13. Spis źródeł.....	99



1. Streszczenie

Mapa rozwoju rynków i technologii dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) (BTR – Business Technology Roadmap) powstała w ramach projektu pozakonkursowego Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji, realizowanego wspólnie przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii oraz Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości.

Podstawą tworzenia i monitorowania inteligentnych specjalizacji jest proces przedsiębiorczego odkrywania (PPO), integrujący różnych interesariuszy w celu identyfikowania priorytetów w zakresie badań, rozwoju i innowacji, wokół których koncentrowane są inwestycje prywatne i publiczne. Kluczowe znaczenie przy określaniu tych priorytetów mają przedsiębiorcy oraz przedstawiciele instytucji otoczenia biznesu i jednostek naukowych.

Istotnym etapem PPO jest Smart Lab (SL), czyli cykl spotkań grup przedsiębiorców z udziałem przedstawicieli nauki, otoczenia biznesu i administracji, które są moderowane przez doświadczonych konsultantów – ekspertów branżowych. Celem SL jest inicjowanie i rozwijanie inicjatyw projektowych w obszarach/ dziedzinach

zidentyfikowanych w trakcie pierwszego etapu PPO realizowanego przez PARP, tzw. Smart Panelu oraz zweryfikowanie potencjału tych obszarów jako ewentualnych nowych specjalizacji.

Niniejsza BTR jest efektem prac wykonanych na spotkaniach SL dedykowanego rolnictwu inteligentnemu (Smart Farming). Pomędzy lipcem a sierpniem 2019 r. odbyły się 4 spotkania w formule SL, podczas których pracowano nad poszczególnymi elementami BTR. W spotkaniach wzięli udział zarówno przedstawiciele polskich firm z sektora, jak i przedstawiciele świata nauki, instytucji otoczenia biznesu oraz administracji publicznej. W trakcie dyskusji prowadzonych w ramach Smart Labu podjęto decyzję o odejściu od tematyki rolnictwa precyzyjnego na rzecz szerszego pojęcia rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) o większym potencjalne innowacji i rynku mniej nasyconym przez duże koncerny.

Ze względu na specyfikę procesu PPO, dokument przedstawia przede wszystkim perspektywę biznesową, a jego istotą jest próba określenia i zdefiniowania obszarów technologicznych, których przyśpieszony rozwój stwarza szansę

uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorców funkcjonujących w branży. W związku z tak zdefiniowanym celem, BTR skupia się przede wszystkim na tych elementach, które stanowią podstawę decyzji biznesowych, są to m.in. analiza potencjału sektora, w tym głównych trendów rozwojowych i technologicznych, opis głównych interesariuszy w kraju i na świecie oraz identyfikacja najbardziej obiecujących obszarów współpracy wraz z nakreśleniem przedsięwzięć kluczowych dla branży.

Z punktu widzenia logiki prezentacji tematu, dokument dzieli się na trzy części. W części pierwszej scharakteryzowano obszar rolnictwa inteligentnego, przedstawiono analizę trendów rozwojowych, analizę cyklu życia produktów, a także analizę otoczenia prawnego i ochrony własności intelektualnej. Ponadto, nakreślono cechy charakterystyczne dla rynku globalnego, jak i rynku krajowego, kluczowych graczy rynkowych i wskazano najważniejsze produkty i technologie. Część pierwszą podsumowują analizy PESTEL oraz SWOT krajowego sektora rolnictwa inteligentnego, dzięki którym możliwe było zdefiniowanie kontekstu, w którym funkcjonują firmy i inne instytucje prowadzące działalność innowacyjną w sektorze Smart Farming.

Trendy światowe wskazują na wzrost inwestycji w sektorze technologii

rolniczych AgTech, w tym w technologicznej rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) i jego integralną część – rolnictwo precyzyjne. Cyfryzacja rolnictwa i automatyzacja procesów w gospodarstwach staje się powoli koniecznością ze względu na nasilające się problemy z brakiem siły roboczej dla rolnictwa. Rosnąca populacja ludzka na świecie, której liczebność według prognoz ONZ ma osiągnąć 9,8 miliarda do roku 2050, przy wciąż malejącym areale gruntów rolnych, będzie wymagała wzrostu produkcji żywności o 60% w stosunku do obecnego poziomu.

Głównym przedmiotem zainteresowania inwestorów są technologie Internetu rzeczy IoT, BigData i Blockchain. Dużą popularnością cieszą się również maszyny autonomiczne sterowane AI, stosowane zarówno w produkcji roślinnej i zwierzęcej, jak i akwakulturze – na etapie przechowywania, transportu, oceny jakości, raportowania i certyfikacji. Ze względu na oczekiwania konsumentów jednym z kluczowych aspektów rolnictwa inteligentnego będzie obsługa „śledzenia żywności” tzw. food tracing, umożliwiającego identyfikację drogi produktów żywnościowych „od pola do widelca”. Oczekuje się, że zarówno wdrażanie nowych technologii, jak i wymagania dot. raportowania, spowodują wykładniczy wzrost ilości danych generowanych w gospodarstwie. Powyższe wpłynie na konieczność

automatyzacji zbierania danych, jak i zaawansowanej ich obróbki w celu dostarczenia rolnikowi informacji niezbędnych do efektywnego i zrównoważonego prowadzenia gospodarstwa. Wymienione wyżej technologie już sprawdzają się w zastosowaniach pozarolniczych, a ponieważ rolnictwo pozostaje jedną z najmniej „scyfryzowanych” gałęzi gospodarki, istnieje duży potencjał rozwoju dla narzędzi Smart Farming. Na rynku polskim funkcjonuje wiele firm i jednostek naukowych prowadzących wysoce innowacyjną działalność w obszarze rolnictwa inteligentnego. Jakkolwiek polscy partnerzy biorą udział w wielu projektach B+R związanych z rolnictwem inteligentnym, to jednak nowe technologie rzadko docierają do doradców rolniczych i rolników. Jednocześnie obserwuje się pewną nieufność rolników w wykorzystywaniu najnowszych technologii (związaną po części z wieloma produktami, które nie zaspokoili potrzeb) oraz silne przywiązanie do klasycznych sprawdzonych praktyk. Komisja Europejska, na podstawie szeregu spotkań roboczych w ramach EIP-AGRI, opracowała ideę Cyfrowych centrów innowacji tzw. Digital Innovation Hubs, mających na celu ułatwienie wdrażania innowacji w różnych branżach, w tym w rolnictwie. Obok idei cyfrowych centrów innowacji (DIH) w wielu krajach powstają gospodarstwa

referencyjne, umożliwiające testowanie nowych rozwiązań – m.in. IUNG w Puławach buduje sieć takich gospodarstw, umożliwiających nie tylko testowanie innowacyjnych produktów w warunkach polowych, ale również naukową weryfikację założeń, algorytmów i baz danych.

Podczas spotkań SL zidentyfikowano wiele potencjalnych nisz rynkowych dla innowacyjnych produktów Smart Farming, które mogliby opracować i wdrożyć polscy przedsiębiorcy. Oprócz możliwości i szans zidentyfikowano również wiele wyzwań i utrudnień. Szczególną uwagę zwrócono na brak ramowego środowiska zbierania, wymiany oraz udostępniania danych pochodzących z obszaru rolnictwa lub przydatnych dla rolnictwa, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Brakuje rozwiązania na wzór infrastruktury informacji przestrzennej, wprowadzonej w prawodawstwo UE przez Dyrektywę INSPIRE, które umożliwiłoby bezproblemową wymianę danych, ich wyszukiwanie i wykorzystanie w nowych, innowacyjnych produktach.

Oprócz braku interoperacyjności danych, wskazano na brak dopasowania systemu zarządzania nauką w Polsce do wspierania innowacyjnej działalności przedsiębiorstw, pomimo generalnie bardzo pozytywnej oceny samej współpracy z naukowcami.

Druga część dokumentu została poświęcona przedstawieniu scenariuszy rozwoju wybranych obszarów

technologicznych, istotnych dla branży. Obszary zostały wskazane przez uczestników spotkań SL we współpracy z konsultantem – ekspertem branżowym oraz konsultantami Deloitte. Wskazano, że obszarami, którym należy poświęcić najwięcej uwagi są:

- Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne;
- System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej;
- Robotyka, cobotyka i automatyka.

Są to obszary technologiczne, w których polskie firmy i jednostki naukowe mają doświadczenie, opracowują nowe produkty i technologie, a jednocześnie rozwiązania konkurencyjne nie wyczerpały zapotrzebowania rynkowego, czy też nie spełniają oczekiwań użytkowników. Ponadto podczas spotkań SL zwracano uwagę, że rozwojowi technologii w ww. obszarach powinno towarzyszyć określenie i wdrożenie odpowiednich standardów, a także równoległy rozwój wszystkich obszarów rolnictwa inteligentnego, co poprzez synergię może wzmacniać przewagę rynkową polskich firm. Podsumowaniem scenariuszy rozwoju wypracowanych dla poszczególnych obszarów, jest opracowana mapa drogowa rozwoju technologii, wskazująca najważniejsze działania i kamienie milowe, które pomogą osiągnąć sukces i przyspieszyć rozwój sektora.

W części trzeciej przedstawiono rekomendacje dla systemu wsparcia,

dzięki którym sektor rolnictwa inteligentnego może rozwijać się znacznie szybciej, a produkty i usługi oferowane przez krajowe podmioty będą mogły skutecznie konkurować na rynkach zagranicznych. Dla niektórych firm może to oznaczać poszerzenie oferty, dla innych wejście na nowe rynki.

Innowacyjne technologie rolnicze są ujęte w Krajowych Inteligentnych Specjalizacjach. W BTR zwrócono uwagę na konieczność modyfikacji zapisów RIS, aby były bardziej korzystne dla efektywnego wykorzystania środków i pozwoliły osiągnąć lepsze efekty w rozwoju technologii wykorzystywanych w obszarze rolnictwa inteligentnego (Smart Farming).

Ponadto wskazano jak ważną kwestią jest współpraca ze środowiskiem naukowym i takie jej zreformowanie, by naukowcy mogli rozliczać prowadzone prace nad innowacjami, na równi z pracami stricte naukowymi. Obecnie Polska przeznacza na naukę bardzo mało środków (0,44% PKB), co znajduje odzwierciedlenie w pogłębiającym się kryzysie finansowym w nauce i braku funduszy na badania podstawowe.

Podniesiono również kwestię konieczności reformy metod i praktyk wspierania innowacji ze środków publicznych, wskazując na potrzebę nowych zasad i krótszego czasu oceny wniosków projektowych, przyznawania środków na mniejsze projekty typu

proof-of-concept i wspieranie wysoko ocenionych wniosków w Horyzont 2020, które nie uzyskały finansowania z tego programu.

Produkty i usługi rolnictwa inteligentnego mają duży potencjał wzrostu na świecie i w Polsce, należy jednak pamiętać o różnych charakterystykach rynków regionalnych

i umiejętnie dopasowywać ofertę do potrzeb użytkowników końcowych – najlepiej przez produkty na tyle uniwersalne, by dawały się wdrożyć wszędzie. Wymaga to nie tylko elastycznego dostosowania technologii i interfejsu użytkownika, ale również nowych innowacyjnych modeli biznesowych.



2. Summary

This Business Technology Roadmap for Smart Farming sector (BTR) has been developed under the non-competitive project, Monitoring of National Smart Specialization, implemented jointly by the Ministry of Entrepreneurship and Technology and the Polish Agency for Enterprise Development. So called Entrepreneurial Discovery Process (EDP) provides a foundation for defining and monitoring Smart Specializations and integrates various stakeholders around identification of R&D&I priorities for private and public investments. Entrepreneurs as well as business support organisations and research institutions are of key importance in defining these priorities. One of vital EDP stages is Smart Lab (SL), consisting of a series of meetings and moderated by experienced professionals with expertise in a specific business sector, and attended by entrepreneurs, accompanied by representatives of science, business support and public administration. The main objective of the SL is to initiate and develop project initiatives in the areas identified during the Smart Panel, the initial stage of EDP implemented by PARP, and to verify the potential of these areas as possible new

smart specializations. The BTR is an outcome of SL meetings dedicated to Smart Farming sector.

Between July and August 2019 four meetings have been held in the SL formula during which work on individual elements of the BTR was carried out. The meetings have been attended by representatives of Polish companies from the sector as well as representatives of the research institutions, business support organisations and public administration. During the discussions held under the Smart Lab, it was decided to move away from the subject of precision farming to a broader concept of Smart Farming with a greater potential for innovation and which market is less saturated by large companies.

Due to the nature of the EDP process, the document primarily presents the business perspective, and its essence is an attempt to identify and define technological areas in which accelerated growth creates an opportunity to gain a competitive advantage for entrepreneurs operating in the industry. With this goal in mind, the BTR focuses primarily on those elements that are essential for business decisions, such as

the analysis of the sector's potential, including the main development and technological trends, description of the main stakeholders in the country and in the world, as well as identification of the most promising areas of cooperation with the outline of key projects for the industry.

The document is structured into three coherent parts. The first one offers description of the sector, with its main trends, life-cycle, legal regime and IPR protection analyses. The most important features of the global and the Polish markets have been outlined, including key stakeholders and the best known products and technologies. The first part of BTR is concluded with PESTEL and SWOT analyses of the sector, which allowed to define the context in which companies and other institutions conducting innovative activity in the Smart Farming sector operate.

Global trends point to growing investments in the AgTech industry, including in Smart Farming Technologies (SFTs) and precision agriculture, which forms their integral part. The digitalization of agriculture and automation of processes in farms is slowly becoming a necessity due to growing problems with the lack of labour force for agriculture. The growing world population, which is to reach 9.8 billion by 2050 according to UN projections, will require 60% higher food production rates than now, with the

agricultural land surface continually decreasing.

The main areas of interest for investors are IoT, BigData and Blockchain technologies. AI-controlled autonomous machines are also very popular, used both in plant and animal production as well as aquaculture – at the stage of storage, transport, quality assessment, reporting and certification. Given the consumers' expectations, one of the key aspects of smart farming is food traceability, which means the ability to track any food product from field to table. It is expected that both the implementation of new technologies and reporting requirements will result in an exponential increase in the amount of data generated on the farm. This will affect the need for automation of data collection and advanced data processing in order to provide the farmer with the necessary information for efficient and sustainable farm management. The above mentioned technologies already work well in non-agricultural applications, and since agriculture remains one of the least "digitized" branches of the economy, there is a great potential for development of Smart Farming tools.

The Polish market features many companies and scientific entities conducting highly innovative activity in the field of Smart Farming. Although Polish partners take part in many R&D projects related to SF, new technologies rarely reach agricultural advisors and

farmers. At the same time, there is a certain distrust of farmers in the use of the latest technologies (partly related to many products that did not meet the needs) and a strong attachment to classical best practices. The European Commission, on the basis of several EIP-AGRI working meetings, has developed the idea of Digital Innovation Hubs, aimed at facilitating the implementation of innovations in various sectors, including agriculture. Apart from the idea of Digital Innovation Hubs (DIHs) in many countries, reference farms are being established, which enable testing new solutions – e.g. IUNG in Puławy, Poland builds a network of such farms, which enable not only testing innovative products in field conditions, but also scientific verification of assumptions, algorithms and databases.

During Smart Lab meetings, many potential market niches for innovative Smart Farming products were identified, which could be developed and implemented by Polish entrepreneurs. Apart from possibilities and opportunities, many challenges and difficulties were additionally identified. Particular attention was paid to the lack of a framework for data collection, exchange and access to data from the area of agriculture or useful for farming, both in Poland and worldwide. There is no solution similar to the infrastructure for spatial information system introduced into the EU legislation by the INSPIRE Directive, which would enable

a smooth exchange of data, their search and use in new, innovative products.

Apart from the lack of data interoperability, the lack of adjusting the system of science governance in Poland to support innovative activity of companies was also pointed out, despite a generally very positive assessment of the cooperation with researchers.

The second section of the document is devoted to the presentation of scenarios for the development of selected technological areas relevant to the industry. The areas were indicated by the participants of SL meetings in cooperation with an industry expert and Deloitte experts who moderated the meetings. It was indicated that the areas to which most attention should be paid are:

- Contact detectors, bio-sensors and optic sensors;
- Farm management system and agricultural production processes;
- Robotics, collaborative robotics and automation.

These are technological areas where Polish companies and scientific entities have experience, where they develop new products and technologies, and at the same time where competitive solutions have not fulfilled market demand or user expectations.

Furthermore, during SL meeting, attention was drawn to the fact that the development of technologies in the above-mentioned areas should be accompanied by the definition and

implementation of appropriate standards, as well as parallel development of all areas of Smart Farming, which through synergy may strengthen the market advantage of Polish companies. The development scenarios for the respective areas are summed up in a business technology roadmap (BTR) that points out the most important actions and milestones that will help achieve success and accelerate the development of the sector.

The third section includes recommendations for a support system that will allow the Smart Farming sector to grow much faster and enable domestic products and services to compete successfully in foreign markets. For some companies this might mean expanding their offer, for others it may mean entering new markets. Innovative agricultural technologies can be found among the National Smart Specialisations. The BTR points to the modifications which will improve the efficiency with which the funds are used, and which will allow for the technologies used in the Smart Farming to be developed.

Furthermore, there is a need for cooperation with scientific institutions,

as well as for their reform in such a way that could allow scientists to treat their work on innovations on a par with strictly scientific studies. Poland currently devotes record low funds for sciences (0.44% of GDP), and this is reflected in the deepening financial crisis in this area and the lack of funds for fundamental research.

The issue of the need to reform the methods and practices of supporting innovation from public funds was also raised. There is a need for new rules and shorter evaluation times for project proposals, allocation of funds to smaller proof-of-concept projects and support for highly ranked proposals in Horizon 2020 that have not received funding under this programme.

Smart Farming products and services have a great potential for growth in the world and in Poland. It is, however, necessary to remember about various characteristics of regional markets and skillfully adjust the offer to the needs of end users – preferably through products universal enough to be implemented everywhere. This requires not only flexible adjustment of technology and user interface, but also new innovative business models.



3. Słownik pojęć/ wykaz skrótów

Pojęcie lub skrót	Rozwinięcie	Wyjaśnienie
AgTech	Skrót z jęz. ang. Agricultural Technology	Ogół technologii stosowanych w rolnictwie. Obecnie rozumiane jako technologie w rolnictwie dostarczające innowacyjnych produktów zwiększających produktywność i zrównoważenie rolnictwa.
AI	Sztuczna Inteligencja, z ang. Artificial Intelligence	Dziedzina wiedzy obejmująca logikę rozmytą, obliczenia ewolucyjne, sieci neuronowe, sztuczne życie i robotykę; zajmuje się tworzeniem modeli zachowań inteligentnych oraz programów komputerowych symulujących te zachowania.
ARiMR	Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa	
AV	Skrót z jęz. ang. Autonomous Vehicle	Pojazd autonomiczny. Pojazd zdolny do samodzielnego poruszania się bez jakiegokolwiek kontroli człowieka.
B+R	Badania i Rozwój	Prace badawczo-rozwojowe.
B+R+I	Badania, Rozwój i Innowacje	Prace obejmujące badania, rozwój i innowacje.
Big Data		Termin odnoszący się do dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych, których przetwarzanie i analiza jest trudna, ale jednocześnie wartościowa, ponieważ może prowadzić do zdobycia nowej wiedzy.
Blockchain		Zdecentralizowana i rozproszona baza danych w modelu open source w sieci internetowej o architekturze peer-to-peer (P2P) bez centralnych komputerów i niemająca scentralizowanego miejsca przechowywania danych, służąca do księgowania poszczególnych transakcji, płatności lub zapisów księgowych.
BSGR	Badanie struktury gospodarstw rolnych	Badanie struktury gospodarstw rolnych przeprowadzane przez Główny Urząd Statystyczny na wylosowanych gospodarstwach rolnych, którego celem jest pozyskanie danych na potrzeby oceny zastosowanych i kształtowanych narzędzi Wspólnej Polityki Rolnej oraz dostarczenie

Pojęcie lub skrót	Rozwinięcie	Wyjaśnienie
		informacji pozwalających na dokonanie analizy zmian w strukturze, a także ich wieloprzekrojowej charakterystyki.
BTR	Business Technology Roadmap, z ang. Mapa Rozwoju Technologii	Opracowanie zawierające opis sytuacji technologiczno-rynkowej wraz z mapą rozwoju technologii i planowanymi projektami B+R w danej dziedzinie.
Cobot	Skrót od ang. Collaborative robot	Pierwotnie oznacza robot zaprojektowany do pracy „ręka w rękę” z ludźmi. Roboty tego typu, zgodnie z 4-tym kryterium bezpiecznej współpracy, mają wbudowane ograniczenia mocy i siły.
Czujnik	Odpowiednik angielski: sensor	Urządzenie, które reaguje na bodziec fizyczny (taki jak ciepło, światło, dźwięk, ciśnienie, magnetyzm lub określony ruch) i przesyła wynikowy impuls do odbiornika. W praktycznym ujęciu jest to fizyczne bądź biologiczne narzędzie będące najczęściej elementem składowym większego układu, którego zadaniem jest wychwytywanie sygnałów z otaczającego środowiska, rozpoznawanie oraz ich rejestrowanie.
Czujnik kontaktowy (pomiaru bezpośredniego)		Czujnik wymagający do pomiaru bezpośredniego kontaktu z badanym obiektem (np. glebą, rośliną lub zwierzęciem).
DIH	Digital Innovation Hub (for Agriculture)	Centrum Cyfrowej Innowacji dla rolnictwa. Inicjatywa Komisji Europejskiej i EIP-AGRI mająca na celu utworzenie sieci centrów ułatwiających wdrażanie cyfrowych innowacji w rolnictwie i komunikację między odbiorcami, a twórcami innowacji.
DSS	Skrót z jęz. ang. Decision Support System	System Wspierania Decyzji to oprogramowanie komputerowe zaprojektowane, aby rozwiązać określone problemy lub odpowiedzieć na określone pytania w danej branży lub domenie.
Działalność statutowa jednostek naukowych		Działalność statutowa to realizacja określonych w statucie jednostki naukowej zadań związanych z prowadzeniem przez nią w sposób ciągły badaniami naukowymi lub pracami rozwojowymi.
EIP-AGRI	Agricultural European Innovation Partnership	Europejskie Partnerstwo dla Innowacji w rolnictwie – inicjatywa Komisji Europejskiej mająca na celu wsparcie dla innowacji w rolnictwie. EIP-AGRI koordynuje rozbudowę sieci grup operacyjnych w EU. W Polsce grupy te są zakładane w ramach mechanizmu „Współpraca”.
Fertygacja		Nawożenie roślin w rolnictwie nawadnianym, gdzie nawóz podawany jest w formie roztworu poprzez system nawadniający.

Pojęcie lub skrót	Rozwinięcie	Wyjaśnienie
Gospodarstwa referencyjne	Reference farms	Gospodarstwa wdrażające pilotażowo produkty AgTech. Sieć gospodarstw referencyjnych jest przewidziana w Cyfrowych Centrach Innowacji dla Rolnictwa.
Hiperspektralny sensor		Czujnik promieniowania elektromagnetycznego zawierający więcej niż 100 kanałów spektralnych.
ICT	Skrót z ang. Information and Communication Technologies	Technologie przetwarzania, gromadzenia lub przesyłania informacji w formie elektronicznej.
IoT	Internet rzeczy	Internet rzeczy to szeroko rozumiana koncepcja bazująca na idei łączności między urządzeniami. Oznacza to, że zakłada ona możliwość komunikacji, wymiany, przetwarzania oraz gromadzenia danych przez urządzenia bez ingerencji człowieka – jedynie za pośrednictwem sieci komputerowej.
IPR	Skrót z ang. Intellectual Property Rights	Prawo własności intelektualnej, najczęściej rozumiane jako prawo autorskie oraz patenty i znaki towarowe.
IS	Inteligentna Specjalizacja	Obszar badawczo-rozwojowy lub innowacyjny, zidentyfikowany oddolnie przez przedsiębiorców oraz przedstawicieli nauki, jako priorytetowy dla poprawy konkurencyjności i innowacyjności gospodarki oraz jakości życia społeczeństwa.
IUNG	Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy	
KE	Komisja Europejska	
KIS	Krajowa Inteligentna Specjalizacja	Obszar wskazany jako Inteligentna Specjalizacja na poziomie krajowym. Obszary KIS zostały wskazane w dokumencie „Krajowa inteligentna specjalizacja”, który został opracowany w 2014 roku przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii (byłe Ministerstwo Gospodarki) – we współpracy z Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwem Inwestycji Rozwoju (byłe Ministerstwo Rozwoju Regionalnego). Koncepcja inteligentnej specjalizacji polega na określeniu priorytetów gospodarczych oraz skupieniu inwestycji na specjalizacjach badawczo-rozwojowych i technologicznych zapewniających zwiększenie wartości dodanej gospodarki i jej konkurencyjności na rynkach zagranicznych.

Pojęcie lub skrót	Rozwinięcie	Wyjaśnienie
LANDSAT		Nazwa programu zdalnego pozyskiwania zdjęć Ziemi z kosmosu przy wykorzystaniu satelitów. W ramach programu wystrzelono 8 sztucznych satelitów Ziemi.
LIDAR	Skrót od Light Detection and Ranging	Urządzenie do pomiaru odległości w wykorzystaniu lasera. Zaawansowane techniki skaningu i interpretacji pozwalają na budowanie modeli 3D terenu i obiektów.
Multispektralny sensor		Czujnik promieniowania elektromagnetycznego zawierający kilka kanałów spektralnych (kilka zakresów widma elektromagnetycznego), np. czujniki na platformach satelitarnych SPOT czy Landsat.
NCBR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju	
PARP	Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości	
PESTEL	Skrót z ang. Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal	Wieloaspektowa analiza mająca na celu ocenę środowiska makroekonomicznego podmiotów gospodarczych.
PPO	Proces Przedsiębiorczego Odkrywania	Wieloletni, cykliczny mechanizm diagnozy, identyfikacji, aktywizacji i integracji firm z potencjałem do rozwijania działalności innowacyjnej (z udziałem przedstawicieli środowiska nauki i otoczenia biznesu) w oparciu o wyniki prac badawczo-rozwojowych. Celem procesu jest wypracowanie mechanizmu współpracy finansowej i niefinansowej przedsiębiorców, której efektem ma być ilościowy i jakościowy wzrost nowych lub ulepszonych produktów/ technologii wdrażanych na rynku polskim i eksportowanych na rynki zagraniczne. Proces PPO jest realizowany przez MPiT oraz PARP.
Reflektancja		Współczynnik odbicie światła. W teledetekcji oznacza współczynnik odbicia fali o danej długości od obiektu.
Robot		Automatycznie sterowany, wielozadaniowy manipulator programowalny w trzech lub więcej osiach, który może być zamocowany na stałe lub mobilny do użytku w aplikacjach automatyki przemysłowej.
RP	Rolnictwo Precyzyjne (ang. Precision farming, precision agriculture)	Stosowanie właściwych środków produkcji we właściwej ilości, we właściwym czasie i miejscu na polu na podstawie rozpoznania zmienności przestrzennej i czasowej warunków glebowych, klimatycznych i kondycji rośliny. Rolnictwo precyzyjne umożliwia zmniejszenie zużycia środków produkcji i minimalizację obciążenia dla środowiska.

Pojęcie lub skrót	Rozwinięcie	Wyjaśnienie
SENTINEL		Seria europejskich misji kosmicznych o charakterze teledetekcyjnym. Misja przewiduje wystrzelenie 24 satelitów, z których obecnie 7 znajduje się na orbicie okołoziemskiej. Dane z satelitów SENTINEL są dostępne nieodpłatnie przez punkty dostępowe.
Smart Farming	Rolnictwo Inteligentne	Rolnictwo bazujące na narzędziach informatycznych (ICT) o dużym potencjale zwiększenia produktywności i zrównoważenia rolnictwa, dzięki bardziej precyzyjnemu gospodarowaniu zasobami i środkami produkcji. Smart Farming integruje: systemy zarządzania, rolnictwo precyzyjne oraz automatyzację procesów i robotykę. Smart Farming jest nazywane Trzecią Zieloną Rewolucją po Pierwszej związanej z nowymi odmianami roślin i Drugiej związanej z postępem genetycznym.
Smart Farming Technologies	Technologie Rolnictwa inteligentnego	Zespół technologii używanych w Smart Farming: precyzyjne maszyny, IoT, czujniki i elementy wykonawcze, systemy geopozycjonowania, Big Data, UAV, roboty itd.
SL	Smart Lab	Jeden z etapów PPO, obejmujący spotkania grup przedsiębiorców, z udziałem przedstawicieli nauki, otoczenia biznesu i administracji, moderowane przez doświadczonych konsultantów – ekspertów branżowych. Celem SL jest inicjowanie i rozwijanie inicjatyw projektowych w obszarach/ dziedzinach zidentyfikowanych w trakcie pierwszego etapu PPO, tzw. Smart Panelu oraz zweryfikowanie potencjału tych obszarów jako ewentualnych nowych specjalizacji.
SO	Z ang. Standard Output. Produkcja standardowa – miernik wielkości ekonomicznej gospodarstwa	Produkcja standardowa (SO) jest miernikiem potencjalnych możliwości wytwórczych. Określa możliwą wartość produkcji, którą rolnik może osiągnąć w danym regionie przy określonych zasobach produkcyjnych gospodarstwa – „produkcję prawdopodobną, teoretyczną”. Poprzednio wielkość ekonomiczna gospodarstwa była mierzona Europejską Jednostką Wielkości, z ang. zwaną ESU. Europejska Jednostka Wielkości (ESU) była miernikiem, który wskazywał na potencjalną zdolność do generowania dochodu w przeciętnych dla regionu warunkach działania i przy określonych zasobach produkcyjnych gospodarstwa, czyli miernikiem „dochodowości prawdopodobnej, teoretycznej”.
SP	Smart Panel	Jeden z elementów procesu PPO, obejmujący przygotowanie i realizację badań wśród przedsiębiorców oraz analizę danych zastanych. Celem SP jest identyfikacja potencjału społeczno-ekonomicznego przedsiębiorstw prowadzących działalność gospodarczą. Rezultatem SP jest lista

Pojęcie lub skrót	Rozwinięcie	Wyjaśnienie
		zidentyfikowanych obszarów/ dziedzin (specjalizacji) o wysokim potencjale innowacyjnym i wyselekcjonowana grupa przedsiębiorców reprezentujących te obszary/ dziedziny, którzy otrzymają zaproszenie do udziału w dalszych etapach PPO.
SWOT	Skrót z jęz. ang. Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats	Technika służąca do porządkowania i analizy informacji z podziałem ich na silne strony, słabe strony, możliwości i zagrożenia.
Teledetekcja	Odpowiednik angielski Remote Sensing	To rodzaj badań wykonywanych z pewnej odległości (zdalnie) przy wykorzystaniu specjalistycznych sensorów (czujników).
UAV	Skrót z jęz. ang. Unmanned Aerial Vehicle	Pojazd powietrzny (dron) operujący bez człowieka na pokładzie.
UGV	Skrót z jęz. ang. Unmanned Ground Vehicle	Pojazd lądowy operujący bez człowieka na pokładzie.
UR	Skrót użytki rolne	Tereny w obrębie gospodarstwa rolnego lub danego regionu wykorzystywane do produkcji roślinnej, ogrodniczej lub zwierzęcej.
UZ	Skrót użytki zielone	Grunty rolne zajęte pod uprawę traw (łąki i pastwiska) lub innych upraw zielonych (ziół, roślin motylkowych), zarówno naturalnych, jak i powstałych w wyniku działalności rolniczej (zasianych).
VR	Skrót z jęz. ang. Virtual Reality	Obraz sztucznej rzeczywistości stworzony przy wykorzystaniu technologii informatycznej.
VRT	Skrót z jęz. ang. Variable Rate Technology	Technologia umożliwiająca różnicowanie dawek nawozów, środków ochrony roślin, wody i nasion w rolnictwie precyzyjnym. Skuteczne zastosowanie VRT jest poprzedzone lub sprzęgnięte w czasie rzeczywistym z dokładnym rozpoznaniem warunków panujących na polu.
WSN	Skrót z jęz. ang. Wireless Sensor Network	Bezprzewodowa sieć czujnikowa, złożona z wielu urządzeń rozlokowanych na pewnym obszarze w celu realizacji wspólnego zadania, komunikujących się za pomocą technologii bezprzewodowej.
Wigor rośliny		Stan zdrowotności i odżywienia rośliny, znajdujący odzwierciedlenie w zawartości chlorofilu. W teledetekcji wigor rośliny oznacza się m.in. za pomocą wskaźnika NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).



4. Wprowadzenie metodyczne

Mapa rozwoju rynków i technologii (BTR) dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) powstała w ramach projektu pozakonkursowego *Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*, realizowanego wspólnie przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii oraz Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości. Inteligentne specjalizacje mają przyczynić się do transformacji gospodarki krajowej poprzez jej unowocześnienie, przekształcenie strukturalne oraz tworzenie innowacyjnych rozwiązań społeczno-gospodarczych, jak również do podniesienia jej konkurencyjności na arenie międzynarodowej. Istnienie systemu monitorowania, aktualizacji i ewaluacji inteligentnych specjalizacji w Polsce stanowi warunek *ex-ante* dla celu tematycznego 1 w ramach perspektywy finansowej na lata 2014-2020 oraz umożliwia weryfikację stopnia osiągnięcia celów wytyczonych dla poszczególnych KIS.

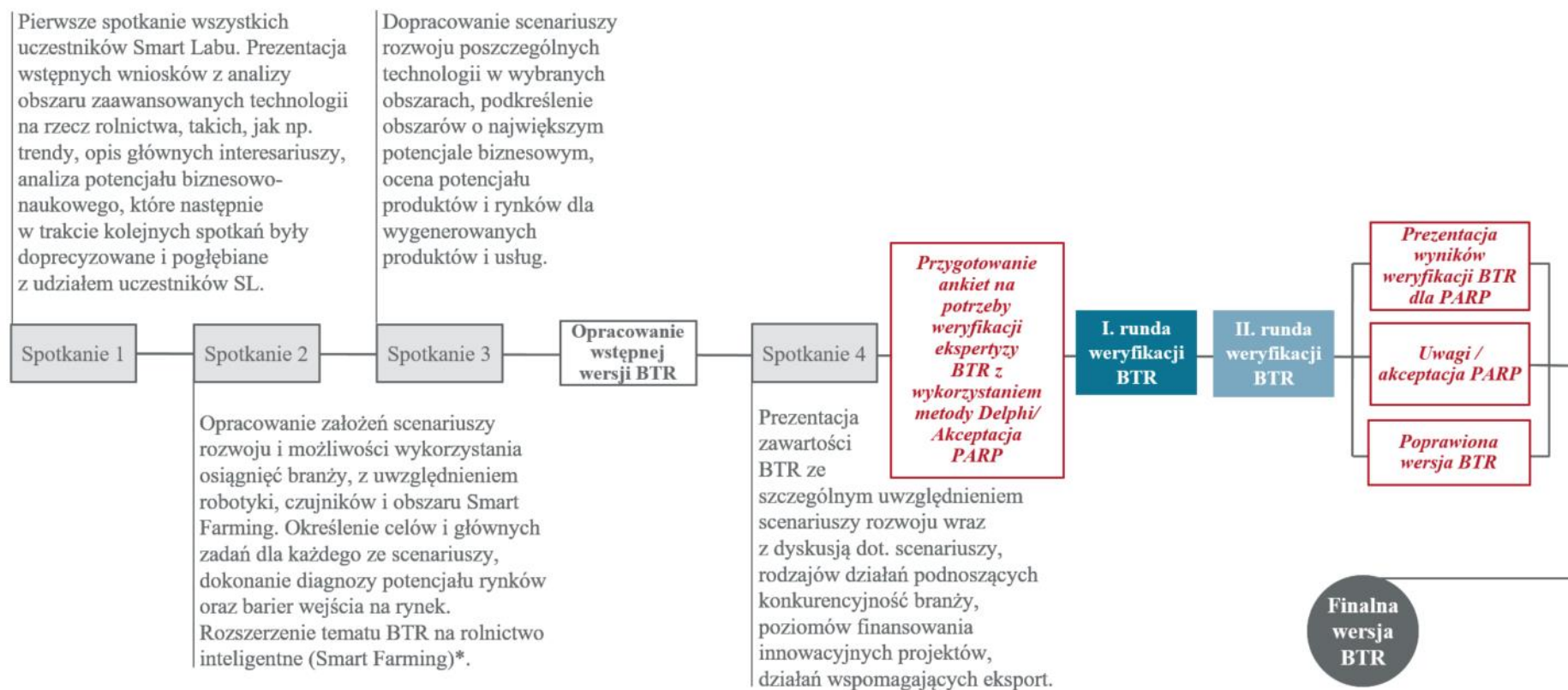
Proces monitorowania, aktualizacji i ewaluacji inteligentnych specjalizacji polega na systematycznym obserwowaniu zmian zachodzących w ramach poszczególnych specjalizacji

na poziomie krajowym, poprzez analizę i ocenę trendów rozwojowych oraz identyfikację nisz rynkowych, potrzeb i potencjału rozwojowego przedsiębiorstw. Podstawą tworzenia i monitorowania inteligentnych specjalizacji jest proces przedsiębiorczego odkrywania (PPO), integrujący różnych interesariuszy w celu identyfikowania priorytetów w zakresie badań, rozwoju i innowacji, wokół których koncentrowane są inwestycje prywatne i publiczne. Kluczowe znaczenie przy określaniu tych priorytetów mają przedsiębiorcy oraz przedstawiciele instytucji otoczenia biznesu, jednostek naukowych i instytutów badawczych. Realizacja PPO, na który składają się głównie działania w ramach: Komitetu Sterującego, Grupy Konsultacyjnej, Obserwatorium Gospodarczego, Grup Roboczych ds. krajowych inteligentnych specjalizacji, Smart Panelu i Smart Labów, przyczynia się do zwiększenia aktywnego zaangażowania przedsiębiorców w określanie kierunków strategicznego wsparcia w polityce innowacyjnej kraju. Niniejsza BTR jest efektem prac wykonanych na spotkaniach Smart Labu *Zaawansowane technologicznie rozwiązania dla*

rolnictwa. Rolnictwo precyzyjne.

Metodykę prac nad BTR przedstawiono
na Rysunku 1.

Rysunek 1. Schemat prezentujący metodykę prac nad BTR dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)



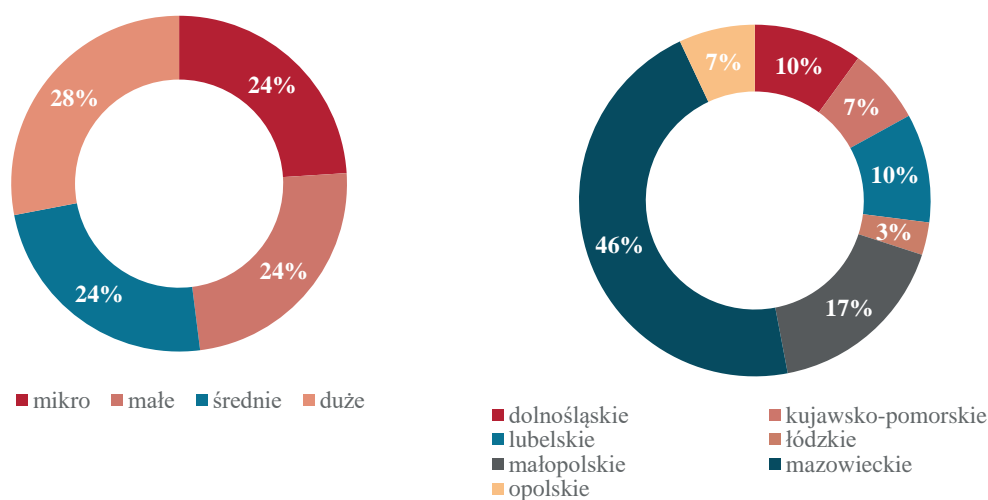
*W trakcie dyskusji prowadzonych w ramach Smart Labu podjęto decyzję o odejściu od tematyki rolnictwa precyzyjnego na rzecz szerszego pojęcia rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) o większym potencjalnie innowacji i rynku mniej nasyconym przez duże koncerny.

Źródło: Opracowanie własne

Niniejsza BTR została przygotowana w ścisłej współpracy przedsiębiorców działających w branży, przedstawicieli świata nauki, zajmujących się tematyką i technologiami w obszarze zaawansowanych technologii na rzecz rolnictwa oraz konsultanta – eksperta branżowego wspieranego przez konsultantów biznesowych Deloitte, we

współpracy z instytucjami publicznymi – MPiT oraz PARP. Dokument został wypracowany w modelu ekspercko-partycypacyjnym, z zastosowaniem szeregu narzędzi analitycznych, scharakteryzowanych poniżej. Wielkość i lokalizacja firm biorących udział w spotkaniach SL została przedstawiona na Rysunku 2.

Rysunek 2. Wielkość i lokalizacja firm sektora rolniczego biorących udział w SL



Źródło: Opracowanie własne

Wstęp merytoryczny, zakres oraz tryb prac został zaproponowany i opracowany przez konsultanta – eksperta branżowego doktora hab. inż. Rafała Wawra, prof. IUNG, we współpracy z konsultantami biznesowymi Zespołu ds.

Zrównoważonego Rozwoju i Analiz Ekonomicznych Deloitte. Materiał stanowił bazę do pracy o charakterze warsztatowym w cyklu spotkań Smart Lab, które odbyły się między 9 lipca a 7 sierpnia 2019 r. Podczas dyskusji podjęto decyzje o odejściu od tematyki rolnictwa precyzyjnego na rzecz

szerszego pojęcia rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) ze względu na wciąż duży potencjał innowacji oraz słabe, jak dotychczas, nasycenie rynku przez duże koncerny, co ułatwia wejście na niego z nowymi produktami i usługami.

Podczas spotkań m.in. wypracowano obszary koncentracji technologii w obszarze rolnictwa inteligentnego (Smart Farming), przeprowadzono analizę SWOT i PESTEL, przedyskutowano dostępne źródła finansowania inwestycji w B+R, wskazano nadchodzące zmiany

legislacyjne i ich wpływ na branżę, uzgodniono scenariusze rozwojowe – technologiczne oraz biznesowe, a następnie nakreślono plan prac i kamienie milowe przedstawione na podsumowującej program rozwoju mapie drogowej, które należy osiągnąć w celu realizacji poszczególnych scenariuszy.

Zaproponowane na spotkaniach podejście warsztatowe opierało się przede wszystkim na technikach *Agile*, nakierowanych na przyrostowe rozwijanie podejścia wypracowanego i uzgodnionego na pierwszym spotkaniu. Dzięki zastosowanym metodom warsztatowym, już w początkowej fazie SL uczestnicy stworzyli ramowe scenariusze działania, opierające się na wykorzystaniu zidentyfikowanych silnych stron i szans rozwoju branży oraz odpowiadające na zidentyfikowane zagrożenia. Iteracyjnej analizie podlegały technologie niezbędne do osiągnięcia zakładanych rezultatów w kolejnych latach, z uwzględnieniem ich aktualnej i docelowej dojrzałości oraz podziału na technologie kluczowe i technologie wspierające dla danego scenariusza.

Schematy wypracowanych scenariuszy rozwoju zamieszczone są w rozdziale *Scenariusze rozwoju dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)*. Scenariusze prezentują potencjał rozwojowy w analizowanych obszarach. Podejmowanie działań przez polskie firmy oraz pozostałe podmioty w ramach zaprezentowanych inicjatyw są szczególnie pożądane w procesie budowania konkurencyjności polskiego sektora na rynku globalnym. Informacje te powinny stanowić podstawę podejmowania decyzji w zakresie dedykowania wsparcia, w tym finansowego, koordynowanego przez instytucje publiczne i pochodzącego ze źródeł publicznych.

Pomiędzy spotkaniami SL miała miejsce wymiana uwag i informacji, zarówno drogą e-mailową, jak i za pomocą platformy *SharePoint*.


Ostatnim etapem prac była ponowna interakcja z uczestnikami Smart Labu, którzy mieli możliwość zapoznania się z dotychczas opracowanymi wynikami SL, a następnie po dyskusji nad przedstawionymi materiałami, zaproponowania korekt i uzasadnionych zmian.


Istotą Mapy Drogowej Technologii jest próba określenia i zdefiniowania obszarów technologicznych, których przyśpieszony rozwój stwarza szansę uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorców funkcjonujących w branży.




5. Cel i zakres BTR

Istotą Mapy Drogowej Technologii jest próba określenia i zdefiniowania obszarów technologicznych, których przyspieszony rozwój stwarza szansę uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorców funkcjonujących w branży. Przyspieszony rozwój może być osiągnięty m. in. poprzez zwiększone inwestycje w przedsięwzięcia B+R. Szczegółowo cele i zakres niniejszego dokumentu przedstawiają się następująco:


 **Analiza potencjału biznesowo-naukowego** obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming).


 **Ocena głównych trendów biznesowych i technologicznych**, zarówno w ujęciu rynku globalnego, jak i w kontekście rynku krajowego.


 **Opis głównych interesariuszy** na świecie, w Europie i w Polsce.

 **Opracowanie mapy drogowej** oraz założeń dla programowania

inwestycji środków publicznych w działalność badawczo-rozwojową. Na podstawie scenariuszy rozwoju, można wyodrębnić konkretne działania, których wsparcie byłoby niezwykle cenne dla przyspieszenia rozwoju obszaru, a które także napotykają pewną lukę w finansowaniu.

 **Analiza możliwych kierunków i rekomendacje dla uczestników rynku**, kluczowe w planowaniu ich budżetów na B+R w danym okresie.

 **Zidentyfikowanie obszarów współpracy** oraz zdefiniowanie tematyki projektów istotnych dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming).

 **Przeanalizowanie zasadności utworzenia dedykowanej RIS lub KIS** dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming).



6. Charakterystyka rynku globalnego

Cały sektor AgTech przyjęto dzielić na następujące segmenty:

- Narzędzia rynkowe i e-commerce;
- Biotechnologię rolniczą;
- Nowe systemy uprawy;
- Technologie w łańcuchu dostaw;
- Bioenergię i biomateriały;
- Innowacyjną żywność;
- Systemy (oprogramowanie) zarządzania gospodarstwem, czujniki i IoT;
- Robotykę, mechanizację i inne.

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 smartfonu lub komputera.

Rynek Smart Farming, kształtowany jest globalnie przez 6 podstawowych czynników:

1. Globalny przyrost demograficzny, który ma osiągnąć 9,8 miliarda ludzi w roku 2050 z obecnego

7,6 miliarda. Związany z tym wzrost zapotrzebowania na żywność szacuje się na 60% (Rysunek 3);

2. Generalny trend spadku zatrudnienia w rolnictwie z 43,3% w roku 1991 do 26,5% w roku 2017 (wg Banku Światowego). W Polsce obserwuje się podobny trend wraz z okresowymi niedoborami pracowników do prac sezonowych;
3. Wsparcie rządowe dla sektora rolnego zasadniczo pozytywnie wpływające na jego rozwój niezależnie od specyfiki regionalnej;
4. Zmiany klimatu. W ponad 100 krajach stwierdzono przyrost średniej rocznej temperatury o ponad 1 stopień Celsjusza, podczas gdy ponad 50 krajów zanotowało przyrost o 1,5 stopnia Celsjusza (wg Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa). W Polsce obserwuje się corocznie susze w różnych rejonach kraju, przy czym częstość występowania katastrofalnych susz 100-letnich wg raportu IPCC z 2007 roku ma

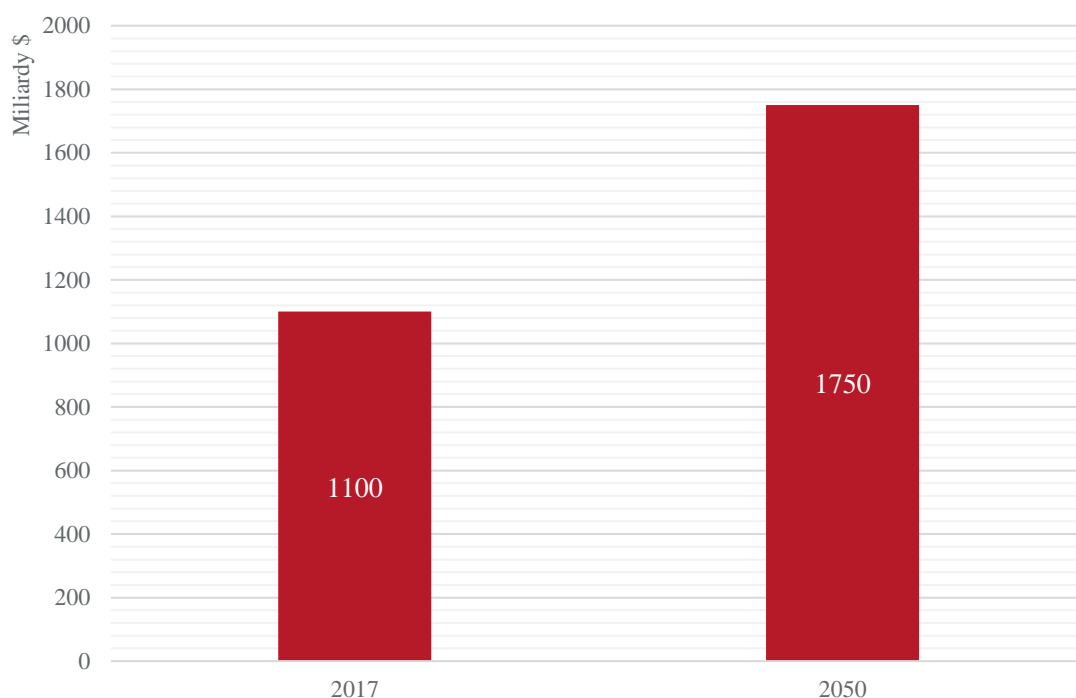
wzrosnąć ok. 10 krotnie do roku 2020;

5. Zmniejszający się areal upraw, który w latach 2005 – 2015 obniżył się o 1,3% (wg Banku Światowego). Prognozy tempa degradacji gleby, opublikowane przez Organizację Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa FAO ostrzegają, że do roku

2050 powierzchnia nadająca się do uprawy będzie 4-krotnie niższa niż w 1960 roku;

6. Urbanizacja postępująca obecnie w takim tempie, że procent ludności zamieszkującej miasta wzrósł z 33,6% w 1960 roku do 54,3% w roku 2016 (według Banku Światowego).

Rysunek 3. Prognozowany wzrost zapotrzebowania na żywność do roku 2050

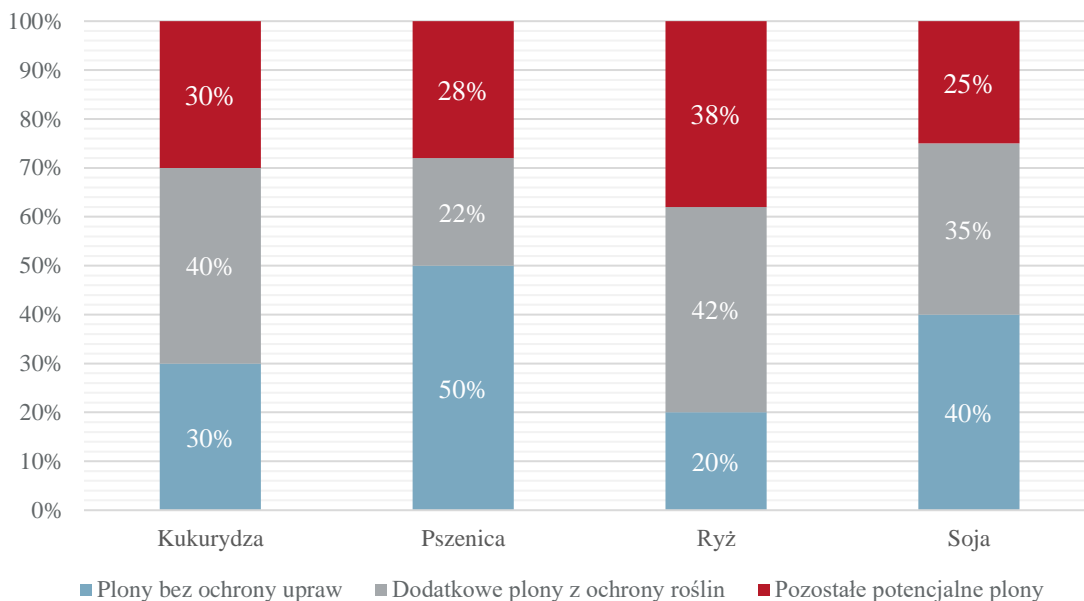


Źródło: *Global IoT in Agriculture Market – Analysis and Forecast (2018-2023)*, BIS Research 2018

Dodatkowymi czynnikami kształtującymi możliwości wzrostu sektora Smart Farming jest potencjał dalszego zwiększenia plonów ponad obecnie uzyskiwane. Postęp w technologii ochrony roślin przyniósł znaczne wzrosty plonowania, jednak

szacuje się, że od potencjalnego maksymalnego plonu dzieli nas jeszcze od 25% do 38% (Rysunek 4). Plon ten będzie można osiągnąć przez dalszą optymalizację uprawy, w czym może pomóc dalszy rozwój przede wszystkim w dziedzinie biotechnologii.

Rysunek 4. Potencjał plonowania wybranych upraw

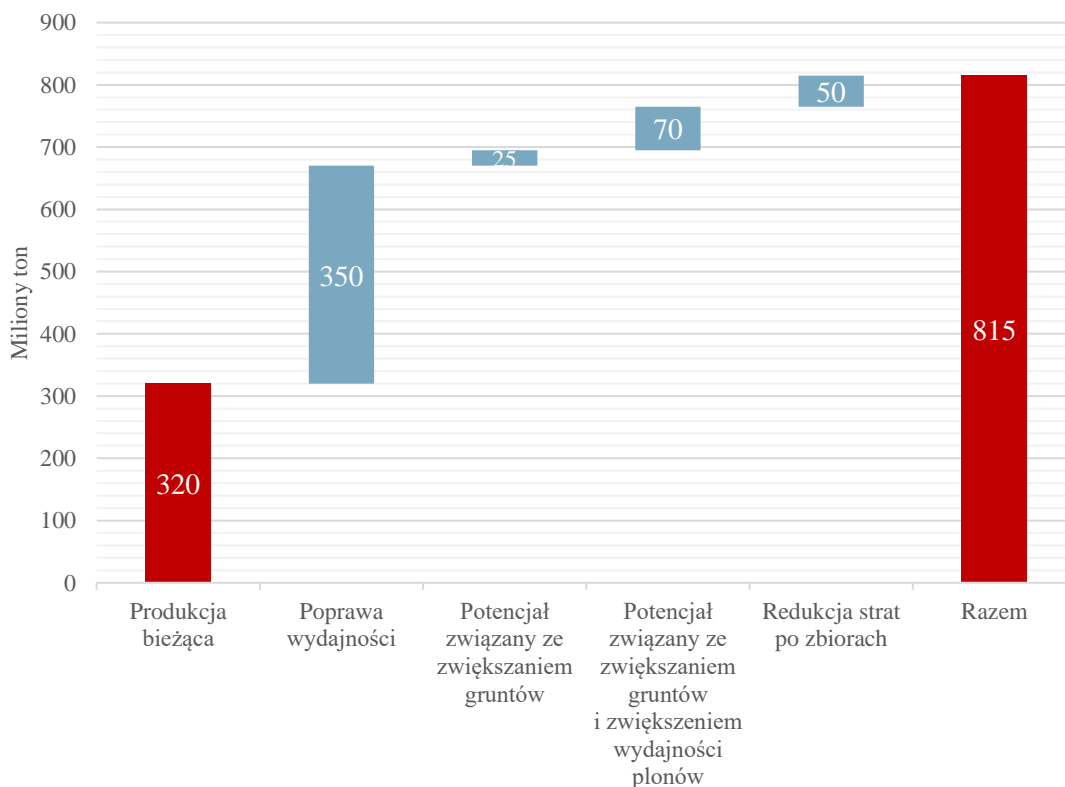


Źródło: „From agriculture to AgTech”. Raport Deloitte, 2016

W przypadku krajów rozwijających się, gdzie kultura rolna jest na średnim lub niskim poziomie, samo wprowadzenie

nawodnień lub zrównoważonego nawożenia owocuje 100% wzrostem plonów (Rysunek 5).

Rysunek 5. Potencjał wzrostu produktywności rolnictwa w Afryce



Źródło: McKinsey&Company, 2019

6.1 Dostępne produkty i technologie

Wiodącymi technologiami ICT w sektorze Smart Farming są IoT, BigData oraz potencjalnie Blockchain, wykorzystujące dane pochodzące z czujników pomiarów bezpośrednich, teledetekcji niskiego pułapu, a także rozbudowanych baz danych, w tym satelitarnych. W sektorze robotyki i maszyn rolniczych kluczowymi technologiami ICT są machine learning i sztuczna inteligencja od strony firmware'u, a od strony hardware'u mobilne platformy naziemne dostosowane do specyfiki rolnictwa oraz drony.

Wśród wielu systemów kompleksowego zarządzania gospodarstwem oferowanych na rynku światowym Garner Insights (2019) wskazało 8 liderów rynkowych: Agrivi (obecne również w Polsce), Granular, Trimble, FarmERP, FarmLogs, AgWold, AgriWebb oraz Conservis. 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 z użyciem czujników zamontowanych na maszynach rolniczych (np. czujniki EC, czujniki NDVI) po systemy księgowo i funkcje pomocne w raportowaniu. Systemy kompleksowe umożliwiają również automatyzację niektórych operacji w gospodarstwie

np. nawadniania i fertygacji, jak również stanowią podstawę systemową dla rozwiązań autonomicznych, w tym robotów, które wykorzystują dane z sensorów i mapy terenu. Nie ma jednak jeszcze na rynku światowym systemów oferujących kompleksowo wszystkie elementy Smart Farming, tj. monitoring, wspieranie decyzji i wykonanie działania całościowo dla danego profilu gospodarstwa. Warto jednak wspomnieć o rozwiązaniu 365farmnet oferującym kompleksowe zarządzanie gospodarstwem w zakresie mapowania pól, obsługi praktyk nawożenia i ochrony roślin oraz posiadającym dodatkowe moduły specjalistyczne. Jakkolwiek system jest zaawansowany i zdobywa rynek, nie jest jeszcze rozwiązaniem umożliwiającym pełną automatyzację procesów.

Ze starszych rozwiązań off-line wspomagających decyzje w gospodarstwie i bazujących na GIS, należy wymienić niemiecki AgrarGIS, AGRO-MAP i AGRO-NET firmy Agrocom, JD-Office John Deere Corp., Farm Works ze Stanów Zjednoczonych czy polski Agronom 2005/2007. Ponadto na rynku obecne były oprogramowania firm AgLeader (USA), Pear Technology (UK), Farmade (USA), Farmplan (UK), Delta Data Systems (USA), FieldTrack (USA) i Red Hen Systems (USA). Oprogramowanie jednostanowiskowe GIS dominujące na początku XXI wieku, jakkolwiek dziś już wypierane

przez aplikacje on-line dostosowane do smartphone'ów, zawierało dopracowane algorytmy analizy danych i wspierania decyzji, które mogą migrować do nowych platform technologicznych. Wśród rozwiązań robotycznych dominują maszyny specjalistyczne, przeznaczone do jednego zastosowania, np.:

- Abundant Robotics (USA) – oferująca robot do zbioru jabłek;
- AgEagle Aerial Systems (USA) – posiadająca dron śmigłowy do oceny stanu upraw;
- Agrobot (USA) – autonomiczny robot Agrobot E-series do selektywnego zbioru truskawek, oparty o AI i 24 ramiona;
- Blue River (USA) – Lettuce Bot 2 i VR Lettuce Thinner – w pełni autonomiczny robot, na kołowej platformie mobilnej, do selektywnego usuwania chwastów. Ma zastosowanie w uprawach sałaty;
- EcoRobotix (Szwajcaria) – oferująca w pełni autonomiczny robot, na kołowej platformie mobilnej, do selektywnego usuwania chwastów. Zastosowanie robota zmniejsza zużycie herbicydów o 90%, obniżając koszty zwalczania chwastów o 30%;
- Energid (USA) – Citrus Picking System – robot do automatycznego zbioru pomarańczy;

- Naio Technologies (Francja) – robot do selektywnego mechanicznego usuwania chwastów;
- PrecisionHawk (USA) – platforma wykorzystująca drony, wyposażone w sensory multi- i hiper-spektralne lub technologię lidar, do zastosowań monitoringu upraw i gleby.

Oprócz rozwiązań kompleksowych systemów zarządzania gospodarstwem istnieje niezliczona liczba rozwiązań specjalistycznych, oferujących realizowanie elementów Smart Farming, np. doradztwo nawodnieniowe (Aquastatus – Polska, SIDSS – Hiszpania, FIGARO – Włochy i Izrael), narzędzia teledetekcyjne do strefowania pól pod rolnictwo precyzyjne (AgroAPI – UK, SQAPP – Holandia) po aplikacje związane z zarządzaniem flotą maszyn i optymalizacją zużycia nawozów, pestycydów i paliwa. Istotną częścią oferty rynkowej są nieautonomiczne selektywne siewniki nasion i aplikatory nawozów (np. wysiewacze polskie Unia MXL premium).

Istotną częścią rynku są drony, gdzie dokonał się duży postęp w technologii sterowania i napędów, co obniżyło zarówno koszty, jak i próg know-how ich wykorzystania w praktyce. Malejące ceny rozwiązań multispektralnych (np. Parrot Sequoia – Francja) przyczyniły się do znacznego wzrostu tego segmentu rynku w roku 2015 i 2016 (Deloitte, 2018). Postęp w dziedzinie sensorów hiperspektralnych może jeszcze bardziej upowszechnić zastosowanie tych

platform w rolnictwie oraz szerokie wykorzystanie dronów jako elementów zwiadowczych platform autonomicznych robotów obsługujących funkcje rozpoznania lokalizacji wymagających interwencji w obrębie pól gospodarstwa.

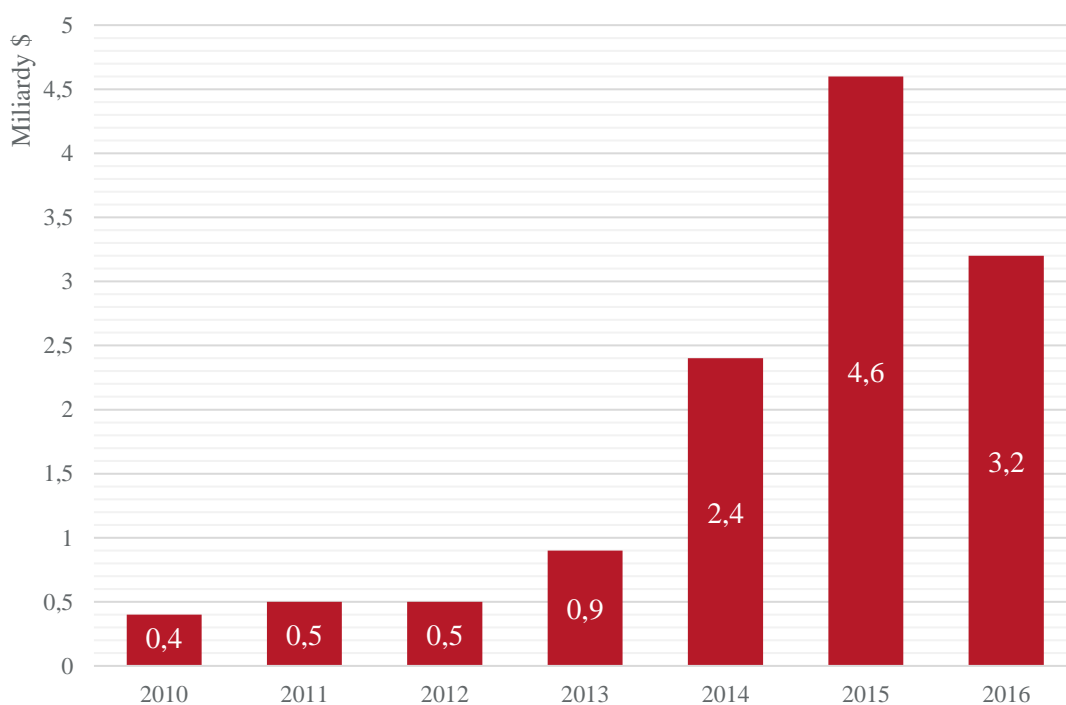
Odrębną dziedziną Smart Farming jest produkcja zwierzęca. Głównym kierunkiem rozwoju tej gałęzi jest automatyzacja kontroli środowiska i operacji w obszarach zamkniętych (chlewniach, oborach) jak np. robot do karmienia trzody chlewnej Pellon (Polska), czy kontroler klimatu Fermo (Polska). Duży nacisk stawia się również na wczesne wykrywanie chorób, oparte o różnego rodzaju sensory, np. termalne (amerykański PathFindIR, TermoEye polskiej firmy Smart Soft Solutions), czy

bio-sensory (linia produktów szwedzkiej firmy Biosnesor Applications, polska firma Fish Farm Solutions).

6.2 Podstawowa analiza wielkości i dynamiki rynku

Dynamika inwestycji w rolnictwie wskazuje na gwałtowny wzrost zainteresowania inwestorów tym sektorem na przełomie lat 2013 i 2014, z załamaniem szybkiego trendu wzrostowego 2 lata później, wynikającego szczególnie z nasycenia rynku rozwiązaniami UAV oferowanych na różnych poziomach cenowych. Pomimo tego spadku, wielkość inwestycji typu venture capital w roku 2016 wyniosła 3,2 miliarda \$, tj. ponad 3 razy więcej niż w roku 2013 (Rysunek 6).

Rysunek 6. Inwestycje w sektorze AgTech do roku 2016

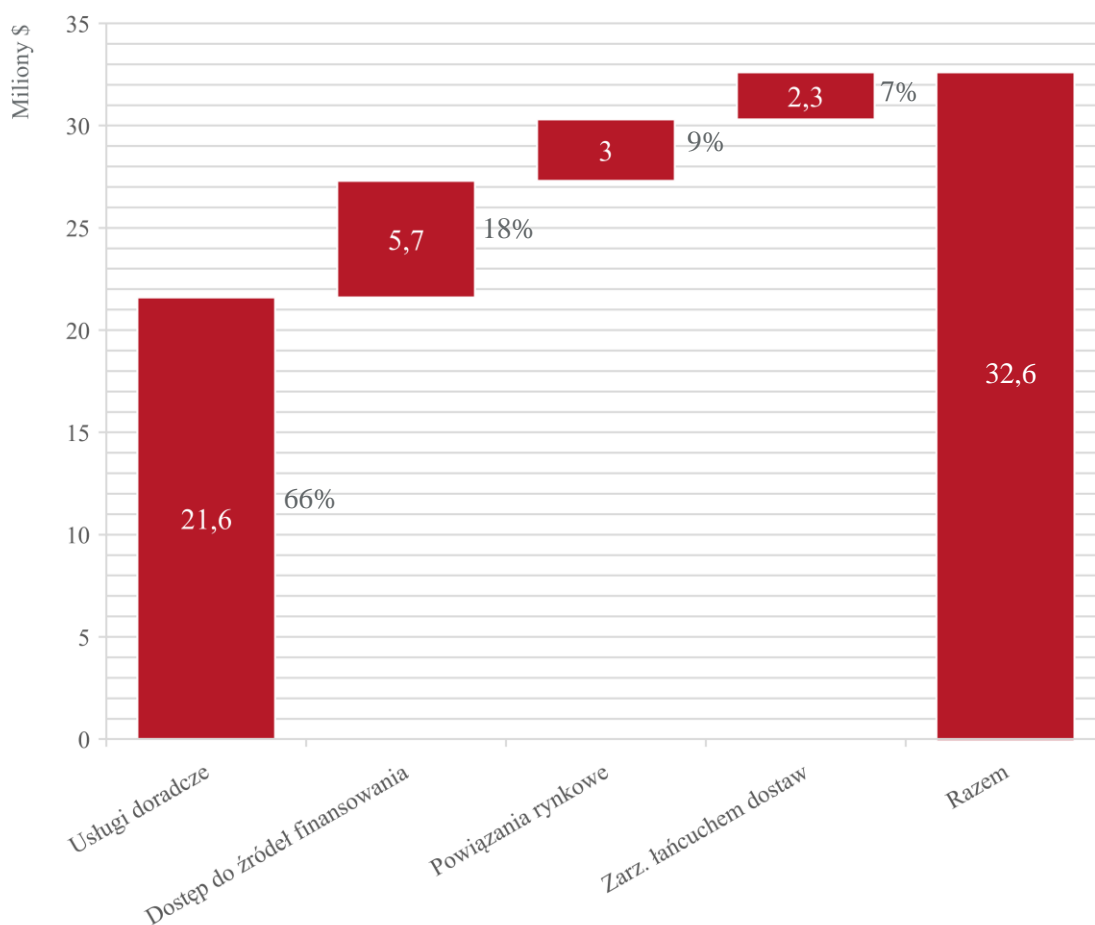


Źródło: AgTech Investing Report – Year in review 2016, 2017

W nieco innym tempie postępuje dynamika rynków AgTech, w tym Smart Farming, w krajach rozwijających się. Ze względu na niższą kulturę upraw, niż w krajach rozwiniętych, istnieje znaczny popyt na usługi doradcze dla rolnictwa, przy czym np. w przypadku Afryki nasycenie rynku małych i średnich

gospodarstw rolnych przez usługi cyfrowe dla rolnictwa szacowana jest na niemal 33 mln gospodarstw (Rysunek 7), co stanowi 13-35% rynku gospodarstw rolnych (CTA, 2019).

Rysunek 7. Liczba gospodarstw rolnych korzystających z usług cyfrowych dla rolnictwa w Afryce



Źródło: CTA, 2019 (Dane z 2018 roku)

Liczba rozwiązań cyfrowych dla rolnictwa w Afryce rośnie w tempie 44% rocznie, przy czym obserwuje się gwałtowny skok zainteresowania klientów tymi rozwiązaniami dopiero od 2016 roku (liczba użytkowników: 6M w 2016, 15M w 2017 i 47M

w 2018 roku). Pomimo gwałtownego wzrostu liczby klientów wartość inwestycji w AgTech w Afryce wyniosła 2,7% wartości inwestycji w skali globalnej w tym sektorze (CTA, 2019). Istnieje zatem duży rynek na narzędzia dla rolnictwa inteligentnego w Afryce,

przy czym oferta rozwiązań musi być dopasowana do zmienności regionalnej rolnictwa, zwłaszcza siły nabywczej rolników, będącej pochodną wielkości gospodarstw (np. w Nigerii istnieje mniej niż 100 gospodarstw większych niż 50 ha). Wielu rolników w Afryce prowadzi gospodarstwa rezydując w miastach, co sprzyja zapotrzebowaniu na narzędzia zdalne i automatyzację procesów.

6.3 Analiza barier rynkowych

Zidentyfikowano szereg barier rynkowych w kilku obszarach (Monitor Deloitte Research, 2016):

- Trendy i potrzeby wynikające ze wzrostu populacji i postępu w cyfryzacji prowadzą do zwiększonego zapotrzebowania na żywność i powstawanie nowych metod jej produkcji. Wyzwaniem dla przedsiębiorstw jest proponowanie kompleksowych rozwiązań, zarówno dla tradycyjnego rolnictwa, jak i nowych jego form, przy czym dostęp do know-how dla nowych form rolnictwa jest utrudniony;
- Ekosystem innowacji w rolnictwie jest zróżnicowany regionalnie i skomplikowany, zarówno ze względu na niejednorodne rolnictwo (wielkość gospodarstw, różne profile uprawy i hodowli) będące odbiorcą końcowym, jak i warunki działania samych przedsiębiorców czy tło kulturowe. Należy rozpoznać dobrze uczestników i dynamikę łańcucha wartości danych produktów lub

usług, aby dopasować ofertę do lokalnego rynku;

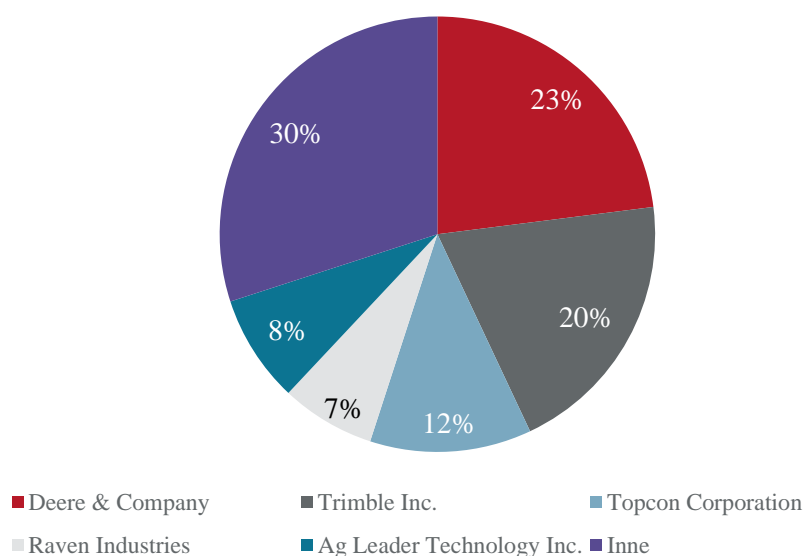
- Sektor produkcji rolnej jest uważany za dość konserwatywny i innowacje wolno się w nim przyjmują. Remedium na to jest dostosowanie produktów i usług do użytkowników końcowych oraz budowanie ich w konsultacji z nimi, a także z poszanowaniem ich praw. Dobrym przykładem są grupy operacyjne Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa (EPI AGRI) działające w ramach zwiększania efektywności zasobów w sektorach rolnictwa i leśnictwa. Grupy operacyjne składają się zarówno z przedsiębiorców, jednostek naukowych, jak i rolników;
- Szybko wdrażane innowacyjne technologie stanowią zagrożenie dla równowagi rynkowej, ale również szansę na szybki rozwój i wejście na rynek.

Barierę wejścia na rynek stanowi również dominacja dużych koncernów na rynku maszyn rolniczych, oferujących rozwiązania Smart Farming jako wartość dodaną w swojej ofercie. Usługi i narzędzia tych firm są zharmonizowane z innymi produktami, dlatego też nowe rozwiązania napotykały problemy z integracją, zwłaszcza z kompatybilnością wymiany danych. Prognozuje się, że technologie IoT będą tu główną dźwignią rozwoju branży,

zwłaszcza ze względu na duży potencjał pokonania istniejących wciąż barier braku interoperacyjności danych. Udział w rynku IoT dużych koncernów (Rysunek 8) wynosi 70%. Szacuje się, że poziom zastosowania technologii Smart Farming w USA sięga około 80% gospodarstw, zaś w UE tylko około 24%, więc UE pozostaje wciąż rynkiem o dużym potencjale wzrostu. Pewną nadzieję na wprowadzenie zasad interoperacyjności danych i usług dają obecne działania Unii Europejskiej, która posiada już wdrożoną i skuteczną legislację w przedmiotowej dziedzinie w postaci dyrektywy INSPIRE. Jednak

na razie wciąż nie ma przepisów na poziomie UE nakładających obowiązek stosowania otwartych standardów wymiany danych przez producentów maszyn rolniczych. Niejasne jest również podejście do własności danych pozyskiwanych z maszyn rolniczych, co dodatkowo utrudnia dostęp do nich narzędziom innych producentów, ale i samym rolnikom. Zarówno organizacje rolnicze jak COPA-COGECA, czy jednostki podległe Komisji jak EIP-AGRI, prowadzą prace nad uporządkowaniem zasad udostępniania danych w rolnictwie.

Rysunek 8. Udział dużych koncernów w rynku IoT dla rolnictwa



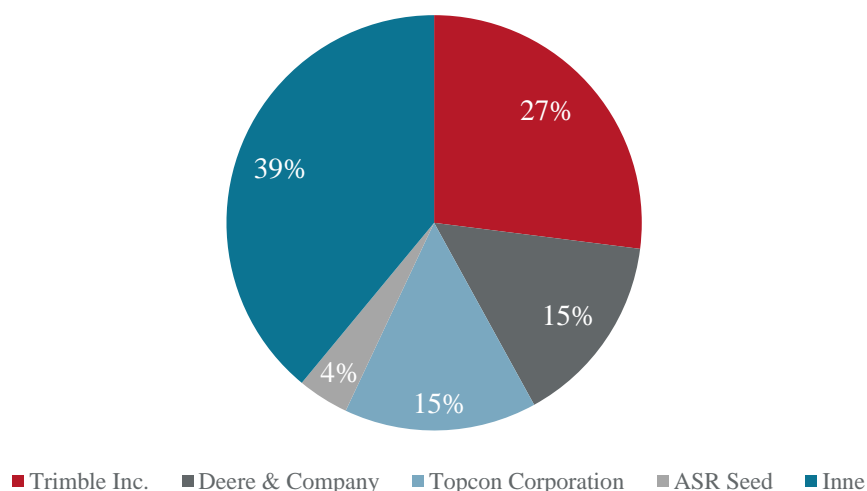
Źródło: *Global IoT in Agriculture Market – Analysis and Forecast (2018-2023)*. BIS Research 2018

6.4 Kluczowi gracze rynkowi

Kluczowymi graczami (wg ich udziału na rynku AgTech) są duże koncerny, m.in. Deere & Company (USA),

Trimble Inc. (USA), Topcon Corp (JP), Raven Industries (USA), Ag Leader Technology Inc. (USA), ASR Seeds (Indie) i inni producenci (Rysunek 9).

Rysunek 9. Nowe produkty w sektorze IoT dla rolnictwa



Źródło: *Global IoT in Agriculture Market – Analysis and Forecast (2018-2023)*. BIS Research 2018

Duże koncerny mają szeroką ofertę sprzętu rolniczego wyposażonego w najnowsze technologie oraz szereg systemów DSS. Trudno jest i będzie konkurować z tak szeroką ofertą, ponieważ duzi producenci produkują systemy zamknięte, z utrudnionym dostępem do danych i niekompatybilnymi interfejsami. Kompatybilność ze standardem wymiany danych ISOBUS nie rozwiązuje problemu dostępu do danych generowanych przez maszyny dużych koncernów. Potencjalna siła małych graczy leży w używaniu otwartych standardów. Jeśli na rynku wspólnotowym UE wymusi stosowanie otwartych standardów, tak jak to zostało przeprowadzone dla danych przestrzennych w ramach Dyrektywy INSPIRE, europejscy producenci będą mogli operować na maszynach dużych koncernów, a koncerny spoza UE będą

musiały zastosować zasady interoperacyjności wymiany danych by utrzymać obecność na rynku UE. Ogólnoeuropejska organizacja rolnicza COPA-CODEGA podjęła inicjatywę usystematyzowania rynku danych w rolnictwie, opracowując kodeks dobrych praktyk w tym zakresie¹.

6.5 Analiza cyklu życia produktów

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.

¹ https://copa-cogeca.eu/img/user/files/EU%20CODE/EU_Code_2018_web_version.pdf, data dostępu: 21.10.2019 r.

Technologie Smart Farming obejmują: maszyny, robotyczne platformy autonomiczne, roboty specjalistyczne w tym coboty, drony latające i jeżdżące, oprogramowanie, komunikację przewodową i bezprzewodową, czujniki do pomiaru bezpośredniego oraz sensory optyczne i bio-sensory, rozproszone bazy danych, algorytmy samouczące i sztuczną inteligencję. Jest to więc sektor złożony z wielu technologii, każda posiadająca swoją specyfikę cyklu życia produktów.

Cykl życia produktu można rozpatrywać z punktu widzenia producenta i użytkownika.

Z punktu widzenia użytkownika cykl życia sprzętu rolniczego jest różny w zależności od przeznaczenia. Czujniki różnią się charakterystyką i tempem degradacji jakości odczytów, np. w przypadku pojemnościowych czujników wilgotności przyjmuje się czas ich pracy na 5-7 lat, głównie ze względu na zniszczenia w trakcie prac polowych.

Maszyny rolnicze wykorzystywane w pracach polowych mają różny cykl bezawaryjnej pracy zależny zarówno od cech budowy, jak i uciążliwości samej pracy w polu.

Maszyny autonomiczne, roboty i drony, są wzbogacone o elementy sterujące i wykonawcze, które mają przeważnie budowę modułową i łatwo mogą podlegać wymianie bądź przeniesieniu. Oddzielną grupą komponentów, które

należy rozpatrywać równolegle do maszyn, są nośniki energii, które charakteryzują się przeważnie ograniczoną liczbą doładowań.

Infrastruktura informatyczna i komunikacyjna, tj.: stacje robocze, serwery, routery i ich komponenty dość szybko ulegają przeterminowaniu, nie tyle ze względu na zużycie, co na pojawianie się nowych technologii i wykładniczo rosnące ilości danych wytwarzanych w rolnictwie.

Smartfony używane przez rolników do sterowania procesami w gospodarstwie podlegają zwykle wymianie co 2 lata, co skorelowane jest ze standardowymi długościami umów z operatorami sieci komórkowych.

Z punktu widzenia producenta cykl życia produktu zaczyna się od fazy przygotowawczej, fazy złożonej z działań B+R, fazy prototypowania oraz fazy testowej i fazy komercjalizacji, na które składa się certyfikacja i wprowadzenie produktu na rynek. Cykl kończy się wycofaniem produktu z rynku. Czas opracowywania produktów Smart Farming jest bardzo różny. Jest zależny od typu produktu. Wyprodukowanie np. zupełnie nowego czujnika może trwać od 3 do 7 lat, uwzględniając fazę testową w warunkach polowych. Rozwiązania programistyczne mogą wymagać znacznie mniej czasu, jeśli opierają się o już istniejące rozwiązania lub moduły bazujące na zwalidowanych algorytmach, co skraca etap wdrożeń

pilotażowych. W dziedzinie robotyki przy zupełnie nowych rozwiązaniach, zwłaszcza w ujęciu rozwiązania kompleksowego, trzeba założyć czas od koncepcji do wdrożenia ok. 6–8 lat, uwzględniając certyfikację. Dany produkt pozostaje w sprzedaży do czasu pojawienia się ulepszanego produktu realizującego te same funkcje, zwłaszcza w momencie pojawienia się nowej technologii. W przypadku robotów rolniczych założenie modułowej budowy platform sprzętowych pozwala na wydłużenie okresu egzystencji produktu na rynku. W rolnictwie zwykle sprawdzone platformy charakteryzują się przede wszystkim odpornością na trudne warunki pracy polowej, więc wprowadzanie nowych ulepszonych wersji może się przez jakiś czas sprowadzać do wymiany modułów wykonawczych, realizujących specjalistyczne funkcje. Czas życia produktów sensorycznych jest krótszy i szacowany na 5 do 8 lat, choć zdarzają się sprawdzone czujniki obecne na rynku do 15 lat (czujniki polowe NDVI, czy czujniki TDR, np. Instytutu Agrofizyki PAN). Związane jest to zarówno z postępem technologicznym, jak i końcem ochrony patentowej rozwiązań nieco starszych. Przykładem tego może być wyparcie czujników wilgotności gleby opartych o pomiar oporu elektrycznego gleby przez czujniki

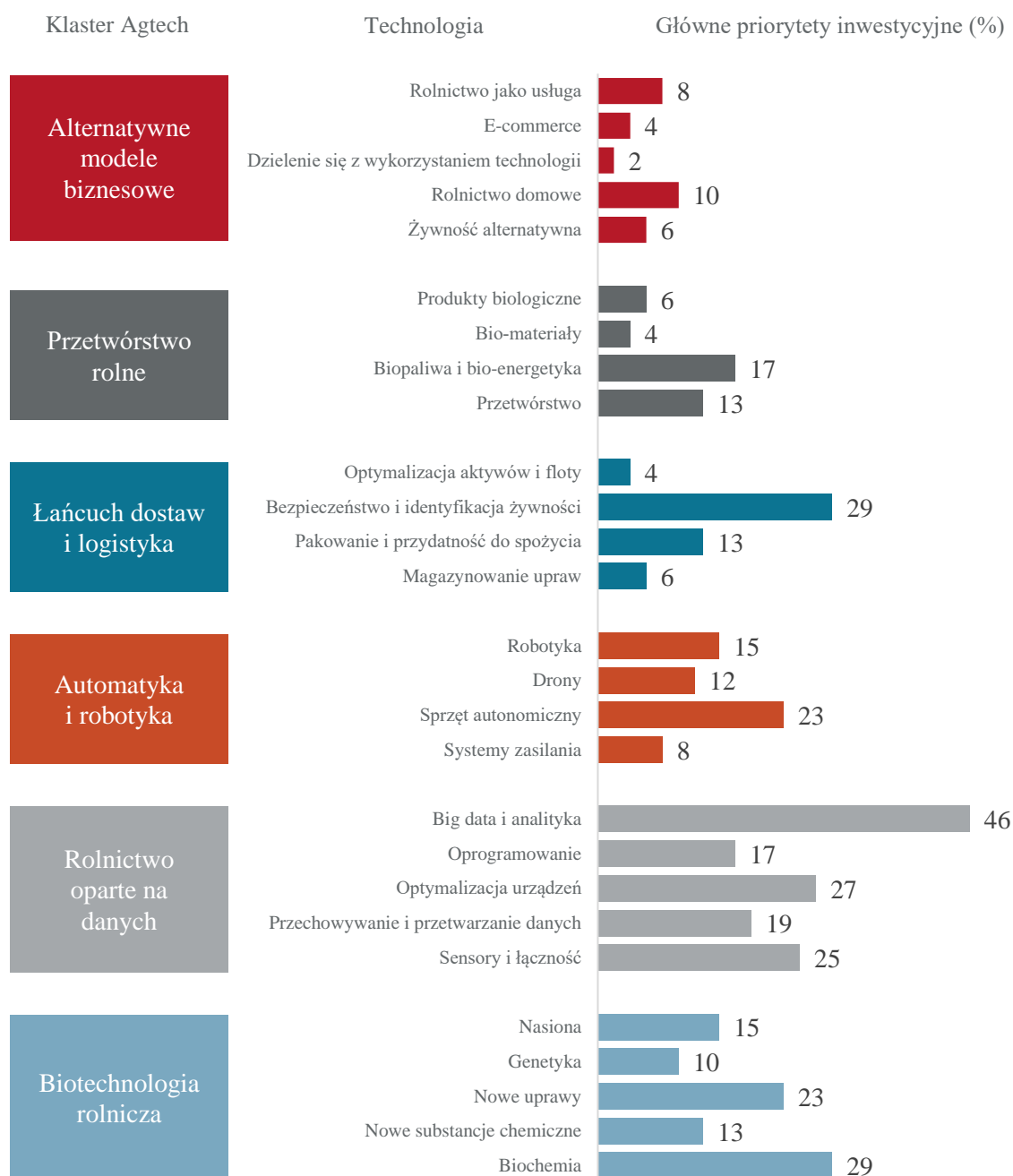
bazujące na pomiarze stałej dielektrycznej gleby (czujniki pojemnościowe), kiedy w 2015 roku skończyła się ochrona patentowa na te ostatnie. Czujniki pojemnościowe charakteryzują się w przybliżeniu dwukrotnie lepszym szacowaniem wilgotności gleby i ich odczyt nie zależy tak od odczynu pH gleby jak w przypadku czujników opornościowych. Postęp miniaturyzacji i rozdzielczości optycznej i spektralnej czujników optycznych również jest bardzo dynamiczny. Obecnie szacuje się czas trwania produktu na rynku, z tego segmentu, na 4-7 lat.

6.6 Analiza trendów rozwojowych

Obecnie alokacja inwestycji w poszczególnych kategoriach sektora AgTech wskazuje na preferencje rozwoju branży Smart Farming w następujących technologiach (Rysunek 10):

- Czujniki i łączność;
- Oprzyrządowanie wykonawcze do optymalizacji produkcji rolnej;
- BigData i narzędzia analityczne;
- Oprzyrządowanie autonomiczne;
- Drony i roboty;
- Platformy oprogramowania, np. systemy zarządzania gospodarstwem.

Rysunek 10. Priorytety inwestycyjne w obszarze rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)

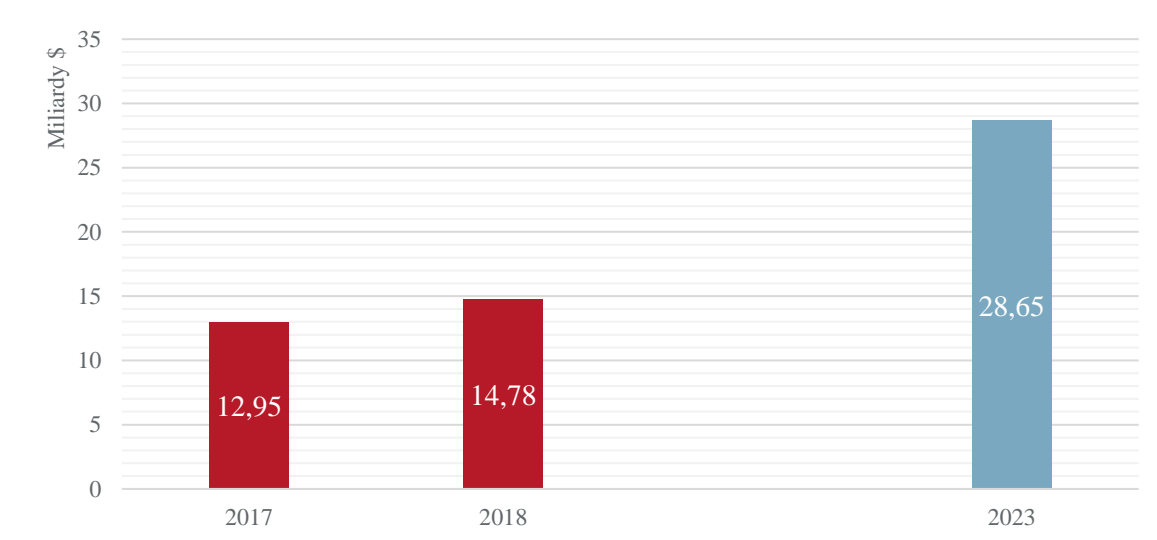


Źródło: BCG-AgFunder survey, 2016

Jak wspomniano wcześniej wiele prognoz wskazuje na technologię IoT jako wiodącą w postępie branży Smart Farming. Według Gartnera (2018) 50% gospodarstw rolnych do roku 2025 będzie używało IoT w codziennej

praktyce rolniczej. Wielkość rynku usług i produktów IoT wzrośnie z 14,78 miliarda \$ globalnie w 2018 roku do 28,65 miliarda \$ w 2023 roku. (Rysunek 11).

Rysunek 11. Wartość rynku IoT w rolnictwie

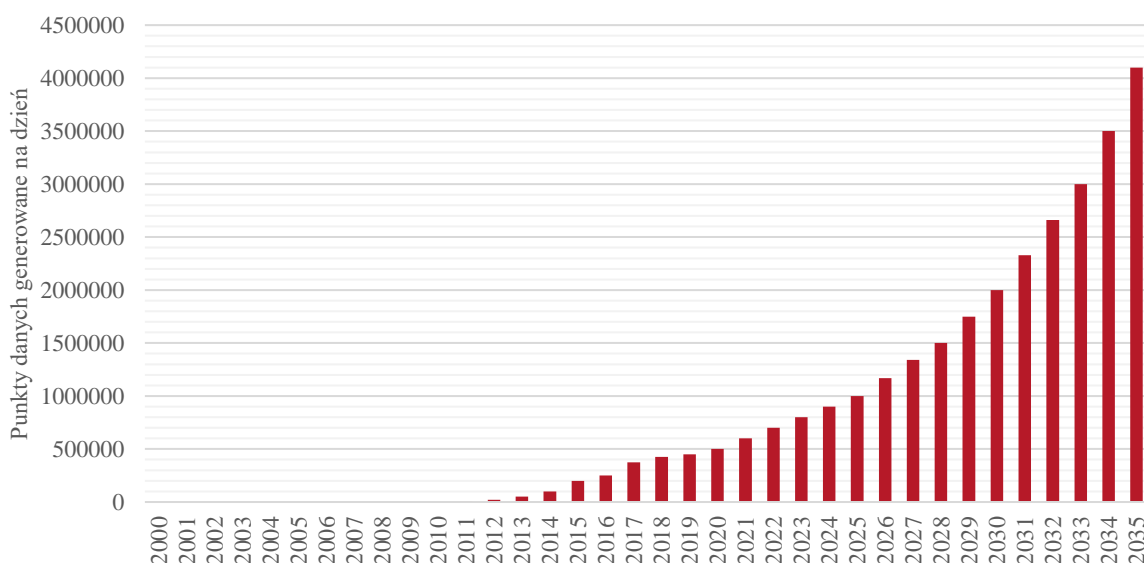


Źródło: *Global IoT in Agriculture Market – Analysis and Forecast (2018-2023)*. BIS Research 2018

Upowszechnienie nowych technologii w rolnictwie wiąże się z wykładniczym

wzrostem danych generowanych w toku sezonu wegetacyjnego (Rysunek 12).

Rysunek 12. Prognoza ilości danych generowanych w gospodarstwach rolnych



Źródło: *BI Intelligence Estimators, OnFarm, 2015*

Dalsza optymalizacja produkcji rolnej, spodziewane zmiany w legislacji dotyczące oszczędnego używania środków produkcji (pestycydów, nawozów, wody i paliwa) oraz postęp biotechnologiczny wymuszą upowszechnienie systemów

zarządzających całościowo procesami produkcji rolnej w gospodarstwach. Z czasem wszystkie gospodarstwa towarowe będą zmuszone do zakupu systemów zarządzania gospodarstwem, a malejąca podaż pracowników rolnych, zwłaszcza sezonowych, sprzyjać będzie

automatyzacji procesów poprzez zastosowanie robotów i autonomicznych maszyn.

6.7 Otoczenie prawne i ochrona własności intelektualnej

Każde z państw ma swoje własne normy prawne dotyczące urządzeń stosowanych w rolnictwie, komunikacji bezprzewodowej oraz informatyki.

Największymi rynkami zbytu Smart Farming są USA oraz Unia Europejska. W USA obowiązują normy ustanowione przez Federal Communication Commission w zakresie komunikacji, w zakresie środowiska przez Environmental Protection Agency (EPA) oraz w zakresie rolnictwa normy US Department of Agriculture (USDA).

W zakresie prawodawstwa Unii Europejskiej normy prawne wprowadzane są za pomocą dyrektyw oraz rozporządzeń, implementowanych przez kraje członkowskie. Rozwijanie narzędzi i prowadzenie usług z zakresu Smart Farming na rynku Wspólnoty podlega prawodawstwu UE i jest ujęte w kilkudziesięciu aktach prawnych i wytycznych w następujących obszarach (PE, 2017):

1. Rolnictwo, m.in.:

- Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 7 czerwca 2016 r. w sprawie rozwiązań technologicznych na rzecz zrównoważonego rozwoju rolnictwa w UE (2015/2225 INI);
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia

21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów;

- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1312/2014 z dnia 10 grudnia 2014 r. Zmieniające rozporządzenie (UE) nr 1089/2010 wykonujące dyrektywę 2007/2 / WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do interoperacyjności usług danych przestrzennych, Dz.U. L 354 z 11.12.2014, s. 8–16;
- Rozporządzenie UE 167/2013 dotyczące homologacji na przyczepy rolnicze i inne ciągnione maszyny rolnicze, takie jak opryskiwacze, prasy itp. (może dotyczyć również dronów);
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 1306/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie finansowania, zarządzania i monitorowania wspólnej polityki rolnej;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 167/2013 z dnia 5 lutego 2013 r. w sprawie homologacji i nadzoru rynku pojazdów rolniczych i leśnych;
- Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE) Dz.U. L 108 z 25.4.2007, s. 1. 1–14;

- Decyzja Komisji z dnia 30 marca 2004 r. w sprawie wprowadzenia systemu Traces (2004/292/WE);
 - Dyrektywa Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego, Dz.U. L 375 z 31.12.1991, s. 1. 1–8.
- 2. Zarządzanie danymi, m.in.:**
- Komunikat Komisji w sprawie budowy europejskiej gospodarki opartej na danych, COM/2017/09 final;
 - Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i swobodnym przepływem takich danych oraz uchylające dyrektywę 95/46/WE (ogólne Rozporządzenie o ochronie danych) Dz.U. L 119 z 4.5.2016, s. 1. 1–88;
 - Opinia EIOD 8/2016, Spójne egzekwowanie praw podstawowych w dobie dużych zbiorów danych;
 - Opinia EIOD 4/2015, W kierunku nowej etyki cyfrowej: dane, godność i technologia, wrzesień 2015 r.;
 - Opinia EIOD 7/2015, Sprostanie wyzwaniom dużych zbiorów danych:
- Wezwanie do przejrzystości, kontroli użytkowników, ochrony danych już w fazie projektowania i rozliczalności, listopad 2015 r.;
- Opinia EIOD w sprawie komunikatu Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady „Nowa era dla lotnictwa – otwarcie rynku lotniczego na cywilne użytkowanie zdalnie pilotowanych systemów statków powietrznych w bezpieczny i zrównoważony sposób” (26 listopada 2014 r.)²;
 - Opinia grupy roboczej 29/01/2015 w sprawie kwestii prywatności i ochrony danych związanych z wykorzystaniem dronów (16 czerwca 2015 r.)³;
 - Komunikat Komisji „W kierunku kwitnącej gospodarki opartej na danych”, COM/2014/0442 final;
 - Dyrektywa 2003/98/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 listopada 2003 r. w sprawie ponownego wykorzystywania informacji sektora publicznego, Dz.U. L 345 z 31.12.2003, s. 1. 90–96;
 - Dyrektywa 2002/58/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 lipca 2002 r. dotycząca przetwarzania danych osobowych i ochrony prywatności w łączności

² http://secure.edps.europa.eu/EDPSWEB/webdav/site/mySite/shared/Documents/Consultation/Opinions/2014/14-11-26_Opinion_RPAS_EN.pdf, data dostępu: 21.10.2019 r.

³ http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-rekomendacja/pliki/2015/wp231_en.pdf, data dostępu: 21.10.2019 r.

elektronicznej (dyrektywa o prywatności i łączności elektronicznej), Dziennik Urzędowy L 201, 31/07/2002 P. 0037 – 0047.

3. *Ochrona Środowiska:*

3.1. Ochrona przyrody, w tym:

- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 283/2013 z dnia 1 marca 2013 r. Określające wymogi dotyczące danych dla substancji czynnych, zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 1107/2009;
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów;
- Dyrektywa Rady 96/61/WE z dnia 24 września 1996 r. Dotycząca zintegrowanego zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń;
- Decyzja Rady 92/583/EWG z dnia 14 grudnia 1992 r. W sprawie zawarcia Protokołu zmian do Europejskiej konwencji o ochronie zwierząt hodowlanych;
- Dyrektywa Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. Dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami

powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego;

3.2. Bezpieczeństwa żywności i jej śledzenia, m.in.:

- Rozporządzenie wykonawcze Komisji 931/2011 z dnia 19 września 2011 r. w sprawie wymogów dotyczących możliwości śledzenia określonych w rozporządzeniu (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. (Tekst mający znaczenie dla EOG) Dz.U. L 242 z 20.9.2011, s. 1. 2–3;
- 2003/623/WE: Decyzja Komisji z dnia 19 sierpnia 2003 r. dotycząca opracowania zintegrowanego skomputeryzowanego systemu weterynaryjnego znanego jako ślady (notyfikowana jako dokument nr C (2003) 2983), Dz.U. L 216 z 28.8.2003, str. 1. 58–59;
- Rozporządzenie (WE) nr 1830/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. dotyczące możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz możliwości śledzenia żywności i produktów paszowych wyprodukowanych

z organizmów
zmodyfikowanych genetycznie
i zmieniające dyrektywę
2001/18/WE, Dz.U. L 268
z 18.10.2003, s. 1. 24–28;

3.3. Ograniczanie skutków zmian klimatu:

- Decyzja nr 529/2013/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2013 r. w sprawie zasad rozliczania emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych wynikających z działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem oraz informacji dotyczących działań związanych z tymi działalnościami Dz.U. L 165 z 18.6.2013, s. 1. 80–97;
- Decyzja nr 406/2009/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie starań państw członkowskich na rzecz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w celu wywiązania się ze zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2020 r., Dz.U. L 140 z 05.06.2009, s. 1 136–148.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 1285/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. w sprawie wdrożenia i eksploatacji europejskich systemów nawigacji satelitarnej i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 876/2002 i rozporządzenie Parlamentu Europejskiego (WE) nr 683/2008;
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (tekst mający znaczenie dla EEA), Dz.U. L 309 z 24.11.2009, s. 1. 71–86;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 216/2008 z dnia 20 lutego 2008 r. w sprawie wspólnych zasad w zakresie lotnictwa cywilnego i utworzenia Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego;
- Dyrektywa 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do

ustawodawstw państw
członkowskich odnoszących się do
udostępniania na rynku urządzeń
radiowych i uchylające dyrektywę
1999/5/WE Tekst mający znaczenie
dla EOG, Dz.U. L 53 z 22.05.2014,
s. 1. 62–106;

4. *Bezpieczeństwo, m.in.:*

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/53/UE z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie harmonizacji

kompatybilności elektromagnetycznej i uchylająca dyrektywę 89/336/EWG, Dz.U. L 390 z 31.12.2004, s. 1 24–37.

Systemy związane z rolnictwem precyzyjnym powinny być zgodne z następującymi standardami (PE, 2017):

- ISO 11787 (Maszyny dla rolnictwa i leśnictwa. Wymiana danych między komputerem zarządzającym a komputerami procesowymi. Składnia wymiany danych zapewnia środki umożliwiające komunikację między komputerami procesowymi w gospodarstwie stacjonarnym i mobilnym sprzętem rolniczym lub maszyną a komputerami zarządzającymi. Określa składnię wymiany danych rolnych (ADIS) w celu wymiany danych drogą elektroniczną. Składnia nie jest przeznaczona do wymiany danych w czasie rzeczywistym);
- Norma ISO 19156: 2011 – informacje geograficzne – obserwacje i pomiary oraz zasady stosowane w systemach identyfikacji działek rolnych (LPIS).

Najważniejsze z punktu widzenia produktów dla rolnictwa precyzyjnego są dyrektywy stricte techniczne, zwłaszcza dotyczące bezpieczeństwa.

Ze względu na kształtowanie rynku i budowanie popytu na rolnictwo precyzyjne istotne są dyrektywy środowiskowe: Ramowa Dyrektywa Wodna (wymuszająca oszczędność

wody do nawadniania) oraz Dyrektywa Azotanowa (wymuszająca prowadzenie planów nawozowych), które wprowadzają obowiązek optymalizacji zużycia wody i nawozów azotowych.

Produkty eksportowane poza UE podlegają miejscowym regulacjom prawnym i wymagają certyfikacji lokalnej, co często wymaga dostosowania samego produktu. Zgodność z normami ISO jest uznana za wymóg podstawowy, jednak w każdym przypadku należy dokonać rozpoznania wymogów prawnych, w szczególności progów emisji lub stężeń substancji roboczych, listy substancji dopuszczonych do obrotu, wymogów oznaczeń substancji i części maszyn, wymogów BHP, regulacji telekomunikacji np. norm FCC w USA.

W przypadku technologii rolniczych ochrona własności intelektualnej realizowana jest przez patenty, rzadziej przez wzory użytkowe i znaki towarowe. Liczba zgłoszeń patentowych dotyczących rolnictwa precyzyjnego (będącego węższym pojęciem, niż rolnictwo inteligentne) w skali świata wg Google Patents, w latach 2000-2019, wyniosła około 31 tysięcy, przy czym najwięcej składa się ich w Chinach, gdzie liderem jest China Agricultural University Network z 4,5% wszystkich zgłoszeń na świecie w tym okresie. Na drugim miejscu znajduje się Deere & Company (USA) z udziałem 2,7%, następnie firmy chińskie (nie posiadają nazw w zapisie alfabetu łacińskiego, co

utrudnia ich identyfikację) zajmujące łącznie 5,9% rynku i wyprzedzając firmę Trimble Navigation Limited (USA, 1,5%). Inne firmy i osoby prywatne z USA ze znaczącym udziałem w globalnej puli patentów (udział powyżej 1%) to: CNH Industrial Llc., Hitt Dale K., Iteris Inc., The Regents of the University of California, Kyle H. Holland i Appareo Systems Llc.

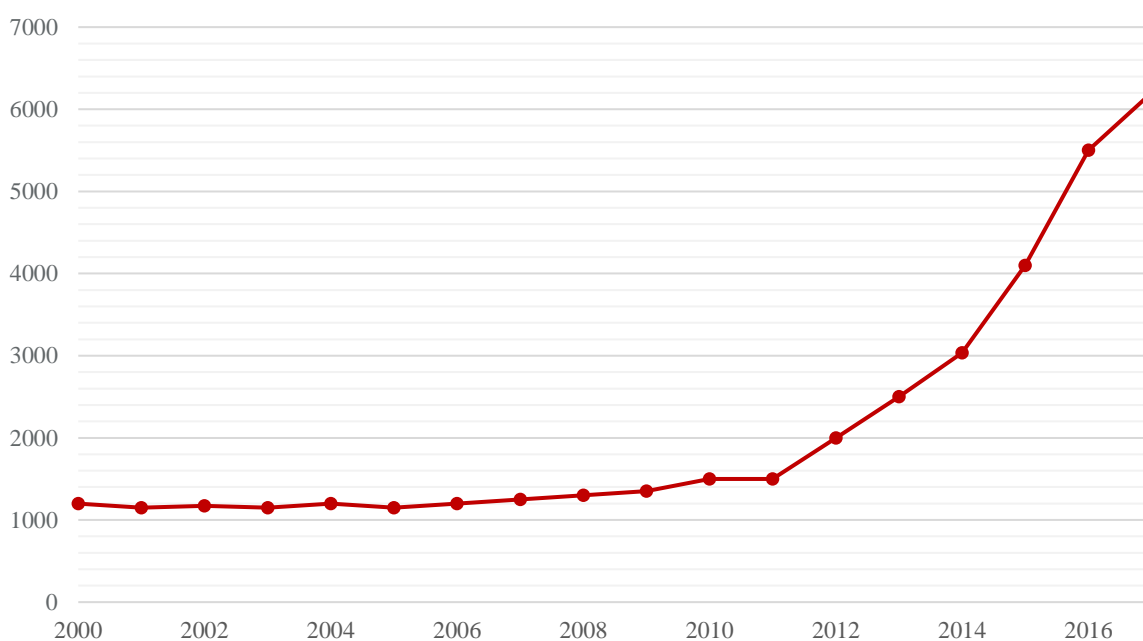
Z kolei wyszukiwanie frazy „Smart Farming” zwróciło liczbę 78 tysięcy zgłoszeń patentowych, przy czym pierwsze patenty ze Smart Farming jako słowem kluczowym pojawiły się dopiero w 2008 roku. Dominują tu mniejsi wynalazcy z największym udziałem dwóch firm chińskich (łącznie 1,4%; nie posiadają nazw w zapisie alfabetu łacińskiego, co utrudnia ich identyfikację) i CNH Industrial Canada

Ltd. z udziałem 0,6% (Google Patents, 2019).

Ochronie patentowej podlegają wszystkie elementy Smart Farming oraz klasycznie rozumianego rolnictwa precyzyjnego – od rozwiązań konstrukcyjnych maszyn, poprzez algorytmy decyzyjne do urządzeń i interfejsy użytkownika (łącznie z nowymi metodami interakcji człowiek-maszyna) po systemy autonomiczne, komunikację i czujniki.

Liczba patentów w dziedzinie inżynierii rolniczej (w tym Smart Farming) zanotowała szybki wzrost w roku 2012 i utrzymuje trend (Rysunek 13). Należy spodziewać się dalszego dynamicznego wzrostu liczby patentów w tej dziedzinie wraz z rozwojem obszaru rolnictwa inteligentnego.

Rysunek 13. Liczba udzielonych patentów na świecie w dziedzinie inżynierii rolniczej



Źródło: Sozzi et al., 2018

Drugą najczęściej wybieraną opcją ochrony własności intelektualnej jest strategia ochrony know-how firmy. Jest to wg publikacji Sozzi i innych związane z koniecznością utrzymania tajemnicy

rozwiązania, zarówno ze względu na nieprzestrzeganie prawa patentowego w pewnych częściach świata, jak i ochrony najważniejszych elementów stanowiących plan rozwoju firmy⁴.

⁴ Sozzi M., Cogato A., Nale S., Gatto S., 2018, Patent trends in agricultural engineering,

Engineering for rural development, Jelgava, 23.-25.05.2018, pp: 5

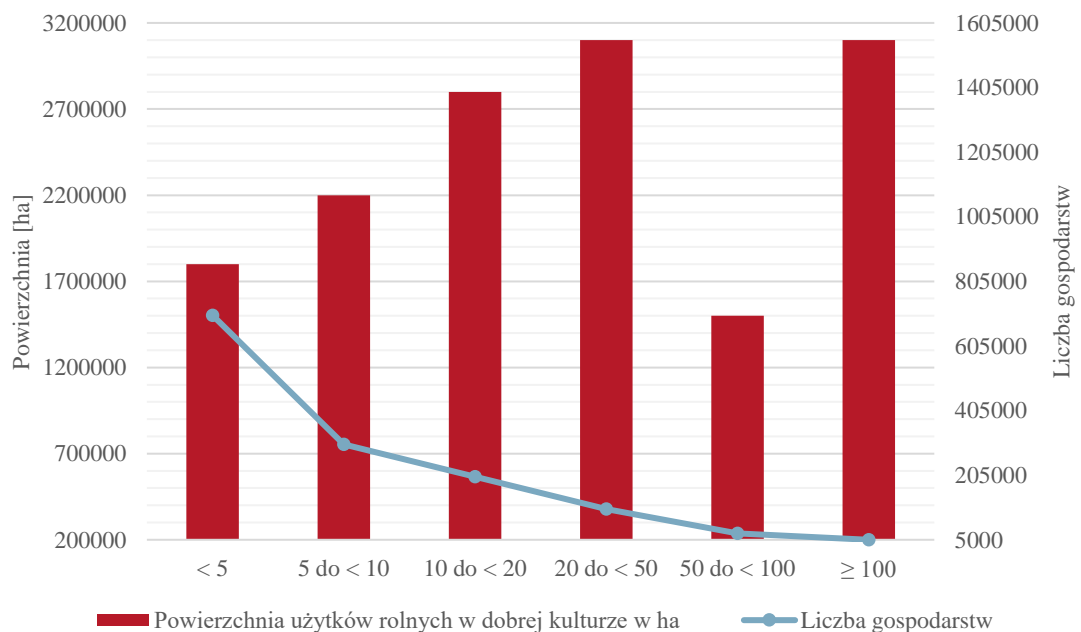


7. Charakterystyka rynku krajowego

W Polsce według wyników BSGR, liczba gospodarstw rolnych w czerwcu 2016 r. wynosiła 1410,7 tysięcy, przy czym ich liczba spada wraz z liczbą zatrudnionych w rolnictwie, przeciętnie o 1,3% na 3 lata. Średnia powierzchnia użytków rolnych ogółem w gospodarstwach rolnych posiadających użytki rolne zwiększyła się nieznacznie z 10,25 ha w 2013 r. do 10,33 ha w 2016 roku. Z ogólnej powierzchni użytków rolnych – ponad

połowa (52,5%) znajdowała się w gospodarstwach rolnych o powierzchni 20 ha i więcej UR, choć gospodarstwa te stanowiły zaledwie 9,7% ogólnej liczby gospodarstw obsługujących użytki rolne. W grupie obszarowej 100 ha i więcej UR znajdowało się 21,1% ogólnej powierzchni użytków rolnych i niespełna 0,9% ogólnej liczby gospodarstw z użytkami rolnymi (Rysunek 14).

Rysunek 14. Liczba gospodarstw rolnych i powierzchnia użytków rolnych w dobrej kulturze rolnej według grup obszarowych użytków rolnych

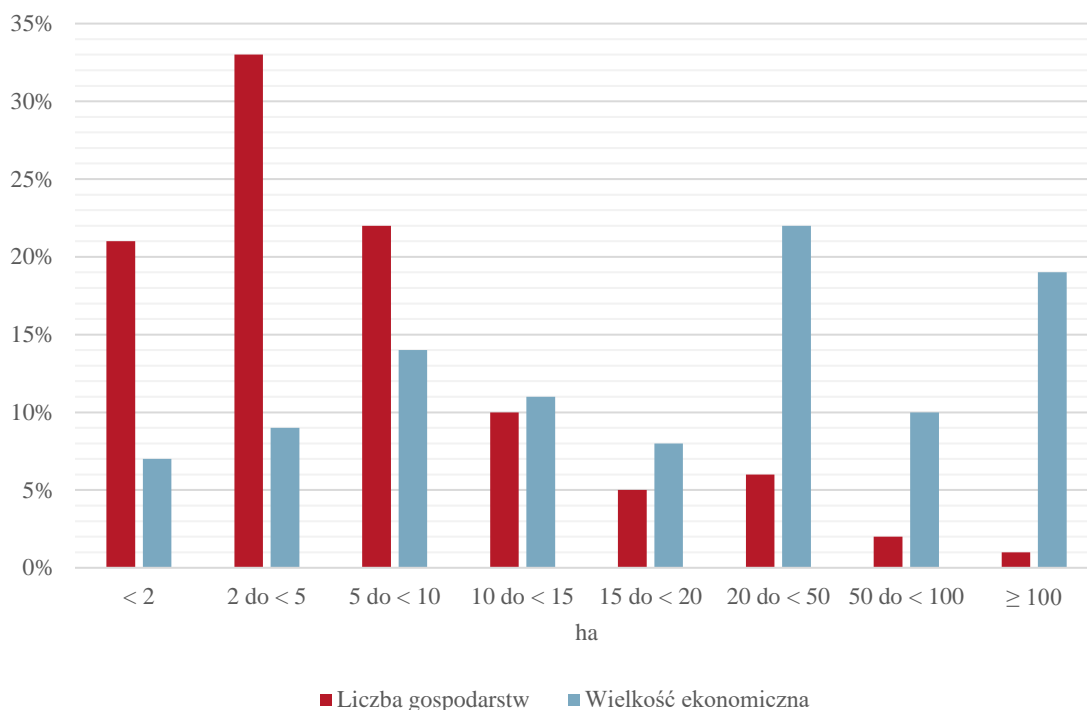


Źródło: GUS, 2016

Wielkość rynku zbytu najbardziej zaawansowanych technologicznie maszyn i urządzeń dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w Polsce

należy szacować na bazie liczby gospodarstw o odpowiedniej wielkości ekonomicznej SO (Rysunek 15).

Rysunek 15. Struktura gospodarstw rolnych w Polsce w podziale na ich wielkość ekonomiczną



Źródło: GUS, 2016

Potencjalnego rynku dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) należałoby poszukiwać w gospodarstwach o wielkości ekonomicznej powyżej 25 000 € przy uwzględnieniu obecnego wsparcia ARiMR dla inwestycji w gospodarstwa rolne. Liczba gospodarstw powyżej tej granicy wynosi odpowiednio (GUS, 2019):

- > 25-50 tys. € – 7,7%, czyli 108,6 tys. gospodarstw;
- > 50-100 tys. € – 4,2%, czyli 59,3 tys. gospodarstw;

- Powyżej 100 tys. € – 2,2%, czyli 31,0 tys. gospodarstw.

7.1 Dostępne produkty i technologie

Technologie IoT, BigData i Blockchain są dostępne i mają niski próg wejścia ze względu na niskie koszty inwestycyjne na otwarcie działalności, przy dostępie komercyjnych usług obsługi operacji w chmurze. Wprowadzenie dużej infrastruktury sieciowej utrzymywanej przez państwo, ułatwiłoby rozwój nowych aplikacji i przyspieszyłoby ich wejście na rynek. Tematyka technologii IoT, machine learning, sieci neuronowe oraz AI podejmowana jest przez polskie ośrodki badawcze oraz jest wykładana

na polskich uczelniach, przy czym wg raportu ds. IoT (2019) liczba absolwentów studiów ukierunkowanych na IoT jest niska i w nadchodzących latach będzie niewystarczająca do potrzeb rozwijającego się rynku.

Technologie związane z zautomatyzowanymi maszynami rolniczymi i autonomicznymi robotami są rozwijane w polskich firmach i ośrodkach badawczych, jednak nie obserwuje się szeroko skomercjalizowanych wdrożeń. Wyjątkiem są drony, gdzie jedna z firm (BZB UAS) weszła na rynek globalny z produktem drona hybrydowego ekoSKY.

W dziedzinie teledetekcji oprócz typowego segmentu analitycznego ukierunkowanego na praktyczne wykorzystanie scen satelitarnych i lotniczych w rolnictwie, zaczęły się pojawiać dedykowane misje satelitarne, np. wystrzelony w 2019 roku Światowid polskiej firmy SATREVOLUTION. Malejące koszty umieszczenia satelity na orbicie oraz postęp w dziedzinie budowy nanosatelitów obniżają próg wejścia na ten rynek dla mniejszych firm. Obiecujące są również prace nad kamerami hiperspektralnymi do zastosowań lotniczych i satelitarnych, które jakkolwiek prowadzone są przez zagraniczne firmy, mogą rozszerzyć zastosowania rodzimych satelitów. Sensory hiperspektralne rejestrują dużo szersze spektrum zakresu widma elektromagnetycznego niż dotychczas

stosowane kamery multispektralne (kilka zakresów pasma promieniowania widzialnego, podczerwieni, pasma termalnego). Wyniki laboratoryjne wskazują na wysokie współczynniki korelacji odczytów spektrofotometru (wysokorozdzielcza kamera hiperspektralna) z właściwościami gleb, co jest kluczowe w rolnictwie precyzyjnym do strefowania pól i określania zasobności gleby w makroskładniki.

7.2 Podstawowa analiza wielkości i dynamiki rynku

Rynki AgTech w Polsce oraz technologii Smart Farming rozwijają się w podobnym tempie, jak globalne, ponieważ podlegają podobnym trendom związanym z niedoborem siły roboczej, rosnącą liczbą danych powstających w gospodarstwie oraz używaniem najnowszego sprzętu dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming), wspieranym przez dopłaty ze środków publicznych do modernizacji gospodarstw. Należy się spodziewać wzrostu zainteresowania najnowszymi technologiami, zwłaszcza w zakresie czujników i systemów DSS do nawodnień rolniczych, co odpowiada zapotrzebowaniu rolników na optymalizację zużycia wody z jednej strony, a legislacją wymuszającą jej oszczędność wraz z zagrożeniem potencjalnych niedoborów wody w okresie susz. Podobnie wymóg sporządzania planów nawozowych, wprowadzony w Dyrektywie

Azotanowej wymusza okresowe oceny zasobności gleby i doradztwo w zakresie optymalizacji dawek nawozów.

7.3 Analiza barier rynkowych

Główną barierą rynkową dla rozwiązań Smart Farming są wysokie koszty najnowszych technologii i postrzeganie ich przez użytkowników końcowych w tym właśnie kontekście, pomimo potencjalnie dużego tempa zwrotu inwestycji wynikającego z oszczędności paliwa, środków produkcji i pracy ludzkiej.

Należy się też liczyć z trudnością przebiccia się marketingu nowych polskich produktów wobec wszechobecnego branding'u znanych marek dużych koncernów.

Kolejną istotną barierą zidentyfikowaną w dziedzinie Smart Farming, a w szczególności IoT, jest brak

kompatybilności oprogramowania, skomplikowane i nierozwiązane prawnie zagadnienia własności danych oraz niedostateczne szkolenie rolników w używaniu najnowszych technologii.

7.4 Kluczowi gracze rynkowi

Kluczowymi graczami na rynku rolnictwa precyzyjnego i Smart Farming są koncerny globalne posiadające szeroką ofertę maszyn i narzędzi dla rolnictwa, skomunikowanych z systemami optymalizacji przez własne systemy wymiany danych, niekiedy wyposażone w standard CAN/ISOBUS. Przykładem jest tu oferowany przez CLAAS darmowy system DSS wyliczania względnej dawki azotu lub płatny DSS ISARIA, oba oparte o czujnik CROP SENSOR (Rysunek 16).

Rysunek 16. Traktor z sensorem CLAAS CROP



Źródło: fot. CLAAS

Na rynku Polskim pojawiają się innowacje będące efektem projektów realizowanych w ramach programu Biostrateg, m.in. sensory hiperspektralne HySpex z Uniwersytetu Przyrodniczego

w Lublinie. Wśród najbardziej spektakularnych innowacji wprowadzanych przez polskie firmy na rynek należy wymienić drona hybrydowego ekoSKY opracowanego

przez firmę BZB UAS z Wrocławia oraz serię nanosatelitów Światowid i KRAKsat wyprodukowanych przez firmę SatRevolution z Wrocławia. Światowid może być w pewnym zakresie zastosowany do teledetekcji wykorzystywanej w rolnictwie precyzyjnym.

Z kolei pośród obecnych systemów zarządzania gospodarstwem większość rozwiązań pochodzi z zagranicy: 365FarmNet czy Agrivi. Polskim konkurentem tych rozwiązań jest bez wątpienia usługa FarmCloud firmy AgriSolutions oparta o ramy programistyczne AgriData. Jakkolwiek systemy te są zaawansowane i zdobywają rynek, nie umożliwiają jeszcze pełnej automatyzacji procesów w gospodarstwie rolnym. Wśród rodzimych rozwiązań rynek zdobywa również system RolnikON z kilkoma tysiącami aktywnych użytkowników.

Prowadzone są prace nad innymi rozwiązaniami, ale nie weszły one jeszcze w fazę komercjalizacji.

Wiele firm prowadzi usługi z zakresu rolnictwa inteligentnego, oferując strefowanie pól, ocenę zasobności gleby i doradztwo nawozowe czy nawodnieniowe. Typowym przykładem takiego przedsiębiorstwa jest firma Rolnictwo Precyzyjne Andrzej Przeperski, prowadząca badania w kierunku mapowania pól dla zastosowań VRA (Variable Rate Application – zmiennego dawkowania nawozów)⁵. Powstają również specjalistyczne systemy wspomagania decyzji dedykowane do sektorów produkcji rolnej jak tworzony przez InHort system eSad. Powstają również dedykowane aplikacje Smart Farming do poszczególnych zastosowań, np. nawodnień rolniczych (obecny na rynku Aquastatus).

Tabela 1. Główni gracze na rynku polskim

Główni gracze na rynku polskim	Dziedzina
365FarmNet (Niemcy)	Systemy zarządzania gospodarstwem.
AgriNavia (Polska)	Przedstawiciel duńskiej firmy w Polsce, produkującej systemy zarządzania gospodarstwem.
AgriSolutions (Polska)	Systemy zarządzania gospodarstwem FarmCloud oparty o ramy programistyczne AgriDATA
Agrivi (Chorwacja)	Systemy zarządzania gospodarstwem o dużym zasięgu.
Agrocom Polska (Polska)	Teledetekcja, współpraca z CLAAS.
BASF (Niemcy)	Chemia rolnicza, doradztwo w zakresie ochrony roślin.
BZB UAS (Polska)	Producent platform UAV (bezzałogowych statków powietrznych), m.in. hybrydowego drona ecoSKY.

⁵ <http://rolnictwoprecyzyjne.com.pl>, data dostępu: 21.10.2019 r.

CaseLogics (Polska)	Nawodnienia rolnicze. System optymalizacji nawodnień Aquastatus w oparciu o bezprzewodową sieć czujników.
CLASS (Niemcy)	Precyzyjne nawożenie, nawodnienia, ochrona roślin.
Deere & Company (USA)	Precyzyjne nawożenie, nawodnienia, ochrona roślin.
Fish Farm Solution (Dania)	Platforma wykrywania chorób ryb w oparciu o bio-sensory SensDx.
Inventia (Polska)	System optymalizacji i sterowania nawodnieniami.
Łukomet (Polska)	Nawodnienia rolnicze. Deszczownie szpulowe.
PlantaLux (Polska)	Producent specjalistycznego oświetlenia LED.
SatAgro (Polska)	Szeroki wachlarz usług opartych o wykorzystanie teledetekcji w Polsce.
SatRevolution (Polska)	Produkcja nano-satelitów.
Smart Soft Solutions (Polska)	System wykrywania chorych osobników w chlewni.

Wśród istotnych interesariuszy instytucjonalnych znajdują się:

- Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR), wspierająca rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich w Polsce;
- Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), które prowadzi politykę państwa w obszarze nauki oraz szkolnictwa wyższego;
- Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii (MPiT), które odpowiada za monitorowanie Krajowej Inteligentnej Specjalizacji oraz koordynację procesu przedsiębiorczego odkrywania na poziomie krajowym;
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) prowadzące wspólną politykę rolną i współpracę międzynarodową, nadzorujące konkurencyjność rolnictwa i gospodarki żywnościowej oraz bezpieczeństwo żywności, dbające o rozwój obszarów wiejskich (w tym politykę społeczną), prowadzące działania edukacyjne na obszarach wiejskich, nadzorujące finansowanie w rolnictwie;
- Ministerstwo Cyfryzacji (MC), nadzorujące postęp cyfryzacji sektora publicznego i wszystkich gałęzi gospodarki;
- Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej (MGMiŻŚ) jako organ nadzorczy nad Wodami Polskimi, które prowadzą nadzór nad gospodarką wodną kraju, w tym implementacją Dyrektywy Wodnej;
- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) – agencja wykonawcza MNiSW, która finansuje badania przemysłowe i prace rozwojowe;
- Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) – agencja wykonawcza, podlegająca MPiT, która bierze aktywny udział w tworzeniu i efektywnym wdrażaniu polityki państwa w zakresie przedsiębiorczości i innowacyjności

oraz jest zaangażowana w realizację krajowych i międzynarodowych przedsięwzięć finansowanych ze środków funduszy strukturalnych, budżetu państwa oraz programów wieloletnich Komisji Europejskiej.

Spośród kluczowych jednostek naukowych należy wyróżnić:

- Instytuty branżowe Ministerstwa Rolnictwa, m.in. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, prowadzący badania w zakresie RP w produkcji roślinnej, zwłaszcza nawadnianiu, nawożeniu i ochronie roślin;
- Państwowy Instytut Weterynaryjny PIB w Puławach prowadzący badania w zakresie RP w hodowli zwierzęcej;
- Sieć badawcza Łukasiewicz, składająca się z 38 instytutów, m.in. Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu, który prowadzi badania nad automatyzacją praktyk rolniczych, w tym nad wdrażaniem systemów autonomicznych;
- Instytut Nowych Syntez Chemicznych w Puławach, pracujący nad produktami nawozowymi do rolnictwa precyzyjnego;
- Instytuty PAN, m.in. Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe prowadzące szerokie badania wdrożeniowe w dziedzinie

dużych sieci, BigData i usług sieciowych;

- Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie, prowadzący badania m.in. nad czujnikami doglebowymi;
- Szkoły wyższe, szczególnie uniwersytety przyrodnicze, prowadzące kierunki kształcenia związane z rolnictwem precyzyjnym (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie);
- Technika rolnicza, m.in. Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Kościelcu (kierunek technik mechanizacji rolnictwa i agrotechniki).

7.5 Najważniejsze wydarzenia branżowe

Do najważniejszych krajowych wydarzeń branżowych należy zaliczyć:

- Doroczną konferencję „Rolnictwo Precyzyjne w Polsce – dziś i jutro” – Kamień Śląski (organizator – Agrocom Polska z CLASS i 365FarmNet). Jest to najważniejsza konferencja dedykowana rolnictwu precyzyjnemu w Polsce;
- Targi Polagra-Premiery, Poznań. Odbywające się co roku targi prezentują najnowsze oferty maszyn i technologii rolniczych na nowy sezon⁶;

⁶ <https://www.polagra-premiery.pl/en>, data dostępu: 21.10.2019 r.

- Konferencję Narodowe Wyzwania w Rolnictwie w Warszawie. Coroczna konferencja organizowana przez Redakcję Farmer.pl, obejmująca całościowo problematykę gospodarki rolnej⁷;
- Międzynarodowe Targi Technologii Spożywczych Targi Polagra Tech Poznań, dedykowane produkcji żywności⁸;
- Międzynarodowe Targi WYROBÓW Spożywczych Targi Polagra Food Poznań dedykowane produktom żywnościowym⁹;
- Centralne Targi Rolnicze w Nadarzynie. Coroczne targi prezentujące innowacje w sprzęcie i technologii rolniczej¹⁰;
- Mazurskie AgroShow w Ostródzie – wystawa regionalna dla wystawców zaopatrujących rolnictwo w maszyny i urządzenia, pasze, nawozy itp.¹¹;
- Targi AgroPark w Lublinie prowadzone cyklicznie co roku, umożliwiające nawiązywanie kontaktów handlowych, poświęcone prezentacji innowacyjnych rozwiązań i rozwijaniu kompetencji poprzez udział w konferencjach i warsztatach rolniczych¹²;
- Targi AgroTech w Kielcach organizowane cyklicznie od 25 lat dedykowane technice rolniczej¹³;
- Targi Lato na Wsi w Minikowie, organizowane przez Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego o charakterze edukacyjno-promocyjnym¹⁴;
- Targi Zielone Agro Show w Ułężu oraz Agro Show w Bednarach, organizowane przez Polską Izbę Gospodarczą Maszyn i Urządzeń Rolniczych poświęcone prezentacji nowoczesnych technik i technologii rolniczych^{15, 16};
- Targi Open Farm w Sierakowie, na których prezentowane są urządzenia rolnicze, środki ochrony roślin, nawozy, materiały budowlane itp.¹⁷;
- Agro Targi Wschód w Skołoszowie pod patronatem KOWR, będące międzynarodową wystawą maszyn i urządzeń rolniczych, nawozów, nasion, środków ochrony roślin i firm z sektora finansowego¹⁸;
- Targi Opolagra w Kamieniu Śląskim, podczas których demonstrowane są nie tylko maszyny rolnicze, ale także zwierzęta¹⁹;

⁷ <https://www.farmer.pl/konferencje/vii-edycja-konferencji-narodowe-wyzwania-w-rolnictwie,87417.html>, data dostępu: 21.10.2019 r.

⁸ www.polagra-tech.pl, data dostępu: 21.10.2019 r.

⁹ www.polagra-food.pl, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁰ www.centralnetargirolnicze.pl, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹¹ www.agroshow.pl, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹² www.agropark.pl, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹³ www.targikielce.pl/pl/agrotech.htm, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁴ www.kpodr.pl/lato-na-wsi-2019/, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁵ www.agroshow.pl/zielone_agroshow/, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁶ www.agroshow.pl/agroshow/, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁷ <http://openfarm.pl/>, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁸ <https://agrotargiwschod.pl/>, data dostępu: 21.10.2019 r.

¹⁹ www.opolagra.pl, data dostępu: 21.10.2019 r.

- Targi AgroPomerania w Barzkowicach, organizowane przez Zachodniopomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, gdzie prezentują się rolnicy, ogrodnicy i przedsiębiorcy rolniczy²⁰;
- Zagroda 2019 Targi Hodowlane, dedykowane produkcji zwierzęcej²¹.

Do istotnych zagranicznych wydarzeń branżowych, w których biorą udział również polscy producenci, należą m.in.:

- Agritechnica w Hannoverze (Niemcy). Targi organizowane przez Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (niemieckie towarzystwo rolnicze) prezentujące innowacje liderów rynku AgTech²²;
- Grüne Woche – międzynarodowe targi żywności, rolnictwa i ogrodnictwa, Niemcy – Berlin²³;
- Farmer Expo – międzynarodowe targi przemysłu rolniczego i spożywczego, Węgry – Debreczyn²⁴;
- Agrokomplex – międzynarodowe targi rolnictwa i żywności, Słowacja, Nitra²⁵.

7.6 Analiza powiązań kooperacyjnych

Brakuje dużych firm produkujących kompleksowe rozwiązania mogące konkurować z produktami koncernów. Istniejące większe inicjatywy skupiają

się wokół klastrów tematycznych.

Klastrów z rolnictwem w nazwie jest kilka, m.in. Polski Klaster Rolny, Agro Klaster Kujawy – Stowarzyszenie Na Rzecz Innowacji i Rozwoju; Klaster Biogospodarki Rolno-Spożywczej AgroBioCluster; European Cluster observatory w Polsce nie wykazuje żadnego klastra związanego z technologią rolniczą czy robotyką. W dziedzinie maszyn rolniczych zarejestrowano klaster LifeScience Kraków.

Studium PARP z 2015 roku identyfikuje następujące klastry związane z domenami produktów Smart Farming:

Fotonika:

- OPTOKLASTER – Mazowiecki Klaster Innowacyjnych Technologii Fonicznych;
- Klaster Fotoniki i Światłowodów ICT;
- Alternatywny Klaster IT;
- Bydgoski Klaster Informatyczny;
- ICT Amber;
- ICT Polska Centralna Klaster;
- Digital Knowledge Cluster;
- Human Cloud;
- Interizon – Pomorski Klaster;

²⁰ http://zodr.pl/targi_rolne.html, data dostępu: 21.10.2019 r.

²¹ <http://zagrodaexpo.pl>, data dostępu: 21.10.2019 r.

²² www.agritechnica.com, data dostępu: 21.10.2019 r.

²³ www.greenweek.de, data dostępu: 21.10.2019 r.

²⁴ www.farmerexpo.hu, data dostępu: 21.10.2019 r.

²⁵ www.agrokomplex.sk, data dostępu: 21.10.2019 r.

- IT Leszno Klaster;
- Klaster Archiwizacji Cyfrowej;
- Klaster e-Południe;
- Klaster Firm Informatycznych Polski Wschodniej;
- Klaster Group.pl;
- Klaster ICT Pomorze Zachodnie;
- Klaster Firm Informatycznych Polski Wschodniej;
- Klaster Informatyczny SynergIT Klaster Wspólnota Wiedzy i Innowacji w Zakresie Technik Informatycznych i Komunikacyjnych;
- Mazowiecki Klaster ICT;
- Opolski Klaster Informatyczny OP-Info;
- Wielkopolski Klaster Teleinformatyczny;
- Wschodni Klaster ICT;
- Wschodni Klaster Innowacji;
- Śląski Klaster ICT;
- Śląski Klaster ICT i Multimediiów Hub Club;
- Śląski Klaster IT;
- Zachodni Klaster Informatyki i Bezpieczeństwa.

Lotnictwo:

- Podkarpackie Powiązanie Kooperacyjne – Klaster Lotnictwa Lekkiego i Ultralekkiego;

- Stowarzyszenie Grupy Przedsiębiorców Przemysłu Lotniczego „Dolina Lotnicza”;
- Śląski Klaster Lotniczy;
- Wielkopolski Klaster Lotniczy.

Według opracowania PARP z 2018 roku dotyczącego stanu klastrów w Polsce, polskie klasterzy osiągnęły poziom dojrzałości i pomimo zmniejszenia finansowania publicznego ich działalności, podmioty funkcjonują dynamicznie, zwłaszcza we wspólnych inwestycjach, choć w wykorzystaniu potencjału B+R nastąpiła pewna stagnacja.

7.7 Analiza trendów rozwojowych

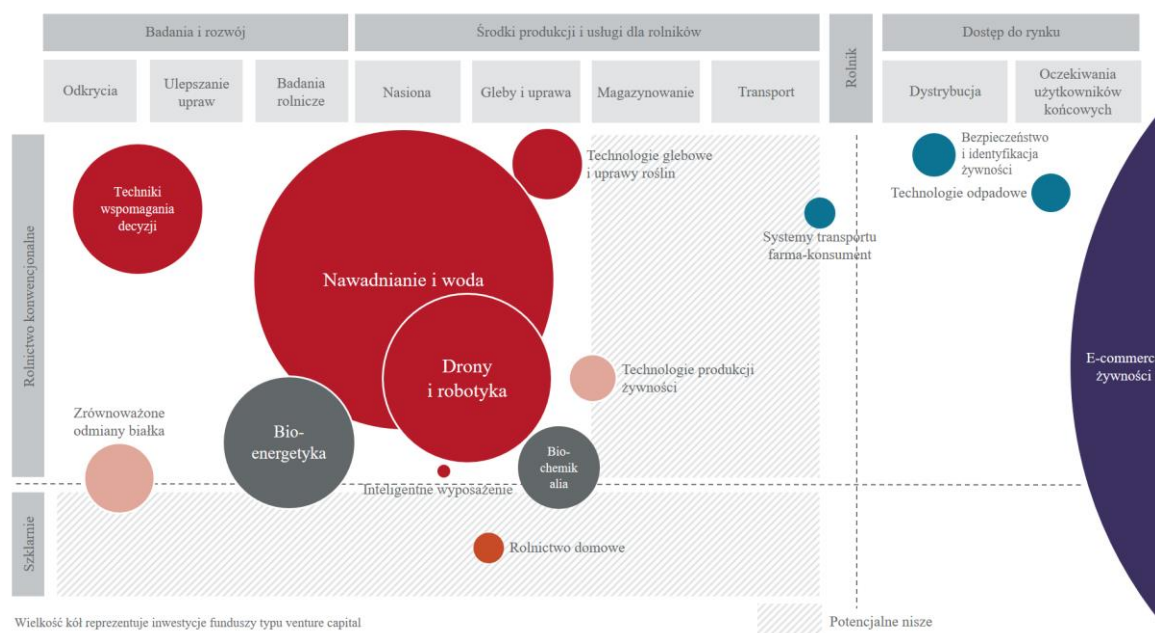
Podobnie jak w trendach globalnych należy spodziewać się wzrostu inwestycji, szczególnie w dziedzinie nawodnień, jak również inwestycji w systemy wspierania decyzji i zarządzania gospodarstwem, a także w roboty i drony (Rysunek 17).

Najbardziej uprzywilejowane będą produkty odpowiadające bieżącym lub przewidywanym problemom polskich rolników. Powtarzające się susze oraz powstające w reakcji na nie programy rządowe będą sprzyjać wzrostowi inwestycji właśnie w dziedzinie gospodarowania wodą w rolnictwie. Obecne duże zagrożenie sanitarno-epidemiologiczne produkcji zwierzęcej, zwłaszcza trzody chlewnej, wymusi inwestycje w nowe systemy zarządzania hodowlami nakierowane na bio-asekurację i ocenę zdrowotności

stad w czasie rzeczywistym. W dziedzinie akwakultury, która również podlega presji niedoborów wody oraz niekorzystnego wzrostu temperatur powietrza w sezonie letnim, należy spodziewać się zwiększonego

zainteresowania systemami oceny i sterowania jakością wody. Oddzielną gałęzią będą nowe technologie w ramach „śledzenia żywności” (food tracing) „od pola do widelca”, inspirowane przez konsumentów.

Rysunek 17. Inwestycje venture capital w różne segmenty AgTech



Źródło: Raport AgTech Funding, 2016

7.8 Analiza SWOT

Analizę SWOT sektora produktów i usług dla Smart Farming przeprowadzono w oparciu o prace grup przedsiębiorców, naukowców i pracowników instytucji otoczenia biznesu – uczestników serii spotkań Smart Labu.

Za mocne strony uczestnicy SL uznali duży potencjał wewnętrzny przedsiębiorstw, na który składa się przede wszystkim dobrze wykształcona kadra i odważne nastawienie managerów, niewahających się wdrażać nowe technologie. Przedsiębiorcom

sprzyja duży rynek rolno-spożywczy oraz duża powierzchnia areału gruntów rolnych w Polsce. Obecna struktura wielkości gospodarstw sprawia, że większość potencjalnych odbiorców innowacji to gospodarstwa o powierzchni 20-100 ha. W Polsce od lat 90. ubiegłego wieku obserwuje się naturalne komasowanie gruntów i dążenie do zwiększania powierzchni gospodarstw, wymuszone konkurencją, jak i rosnącymi problemami z siłą roboczą. W efekcie zwiększa się powoli udział dużych gospodarstw o wysokiej wartości całkowitej. W dziedzinie zastosowań informatycznych cechą

sprzyjającą rozwojowi firm są niskie koszty wejścia w technologię oraz wysoka skalowalność rozwiązań IT.

Słabe strony to niskie wyceny spółek technologicznych w Polsce, prowadzące do obniżonych inwestycji venture capital w polskie firmy. System wsparcia publicznego nie jest dobrze dostosowany do specyfiki mikroprzedsiębiorstw opracowujących innowacje w sektorze Smart Farming, zwłaszcza brakuje źródeł finansowania małych projektów i wspierania najmniejszych firm. Brak programu sektorowego z tego zakresu uniemożliwia tworzenie kompletnych technologii tworzonych przez kilka MŚP jednocześnie. Wskazano również na niekompetencję ekspertów oceniających wnioski o dofinansowanie.

Przedstawiciele nauki podnieśli zgodnie temat dramatycznie niskich (0,44% PKB) nakładów budżetowych na jednostki naukowe. Z tej puli środków są finansowane badania statutowe, które są źródłem tzw. badań wyprzedzających będących źródłem innowacji. Ponadto wadliwa parametryzacja jednostek naukowych nie przewiduje przyznawania punktów za działalność upowszechniającą i wdrożeniową, co nie sprzyja angażowaniu się nauki w innowacje na poziomie gospodarstw rolnych i przedsiębiorstw Podniesiono

również problem braku zainteresowania instytucji oceniających wnioski innowacyjne obszarem rolnictwa oraz przedłużanie oceny wniosków w ramach mechanizmu „Współpraca” dokonywanej przez ARiMR (ponad 6 miesięcy).

Z zagrożeń zewnętrznych wskazano na brak jednoznacznych rozwiązań prawnych dotyczących wymiany i własności danych w rolnictwie, co utrudnia rozwój obszaru Smart Farming we wszystkich jego aspektach. Brak jest również wciąż rozwiązań prawnych ułatwiających adaptację technologii IoT, która według prognoz jest kluczową technologią informatyczną na najbliższe lata. Dużym zagrożeniem jest napływ nowych technologii, promowanych przez duże koncerny w formie pakietów powiązanych z ich seriami produktów dla rolnictwa.

Jeśli chodzi o szanse, to obserwowany jest pozytywny trend wzrostu świadomości konsumentów i ich wymagania co do jakości żywności oraz informacji o jej pochodzeniu i praktykach jej produkcji. Wymusi to większą cyfryzację produkcji rolnej i dystrybucji żywności, co stanowi niewątpliwie niszę dla nowych produktów.

Tabela 2. Wyniki analizy SWOT

	Pozytywne	Negatywne
Wewnętrzne	<p>MOCNE STRONY (S):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dostęp do technologii umożliwiający transfer wiedzy; • Duża powierzchnia gruntów rolnych; • Istniejąca sieć ODR – możliwość wykorzystania przy promocji nowych produktów; • Konkurencyjne ceny usług specjalistycznych jak projektowanie podzespołów, design; w porównaniu do europejskich; • Łatwa skalowalność niektórych rozwiązań, zwłaszcza ICT; • Networking, korzyści wynikające ze współpracy między przedsiębiorstwami i jednostkami naukowymi; • Silny krajowy przemysł maszyn rolniczych; • Silny rynek rolny w Polsce z dużą liczbą gospodarstw i dużym rynkiem konsumenckim; • Silny sektor rolno-spożywczy z mocnym łańcuchem wartości, duża ilość eksportowanych towarów; • Skłonność przedsiębiorców do podejmowania ryzyka; • Wśród przedsiębiorców wysoka chęć rozwoju, silna motywacja; • Wysokie kompetencje kadr inżynierijno-technicznych w sektorze; • Znajomość potrzeb rynkowych rolników. 	<p>SŁABE STRONY (W):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brak standaryzacji, unifikacji, aktualizacji i centralizacji danych; • Brak systemu wspierania innowacji w rolnictwie w mikroprzedsiębiorstwach; • Długi i kosztowny proces certyfikacyjny urzędów, zwłaszcza telekomunikacyjnych; • Nadal niewystarczająco wysoki poziom kształcenia akademickiego; • Niska jakość pracy recenzentów oceniających projekty w konkursach; • Niskie nakłady budżetowe na jednostki naukowe oraz na obiektywne doradztwo; • Niskie wyceny spółek technologicznych w Polsce; • Ograniczone wsparcie dla małych projektów B+R (do 1 mln zł) – brak rolnictwa precyzyjnego w RIS; • Rozbudowany łańcuch wartości, utrudniający wprowadzanie nowych produktów przez przedsiębiorstwo; • Trudny dostęp do kapitału, mocno kapitałochłonne inwestycje; • Trudny dostęp do metadanych, utrudnianie wykorzystania danych przez przedsiębiorców – opłaty za dostęp do danych, dane udostępnianie w sposób utrudniający ich wykorzystanie; • Wymagane wysokie nakłady inwestycyjne przy imporcie technologii (wysokie koszty cła oraz podzespołów); • Wysokie koszty ponoszone przez rolników, które są nieadekwatne do czasu i wysokości zwrotu z inwestycji (w przypadku zakupu nowych maszyn i urządzeń); • Wysokie koszty pracy informatyków.

SZANSE (O):

- Dobre szkoły zawodowe dla rolników;
- Globalizacja i możliwość działania na rynku światowym;
- Łatwiejszy dostęp do danych, *open science*;
- Możliwość „śledzenia produktów” (*traceability*);
- Możliwość testowania nowych rozwiązań; technologicznych przez rolników (*Digital Innovation Hub*);
- Rosnąca wydajność pracy przy mniejszym obciążeniu środowiska;
- Uwalnianie danych;
- Wymiana pokoleniowa wśród rolników;
- Wzrost rynku bio/ eko/ *organic*;
- Wzrost świadomości i mentalności konsumentów;
- Zmiany prawne pojawiające się wraz z nadejściem nowych technologii.

ZAGROŻENIA (T):

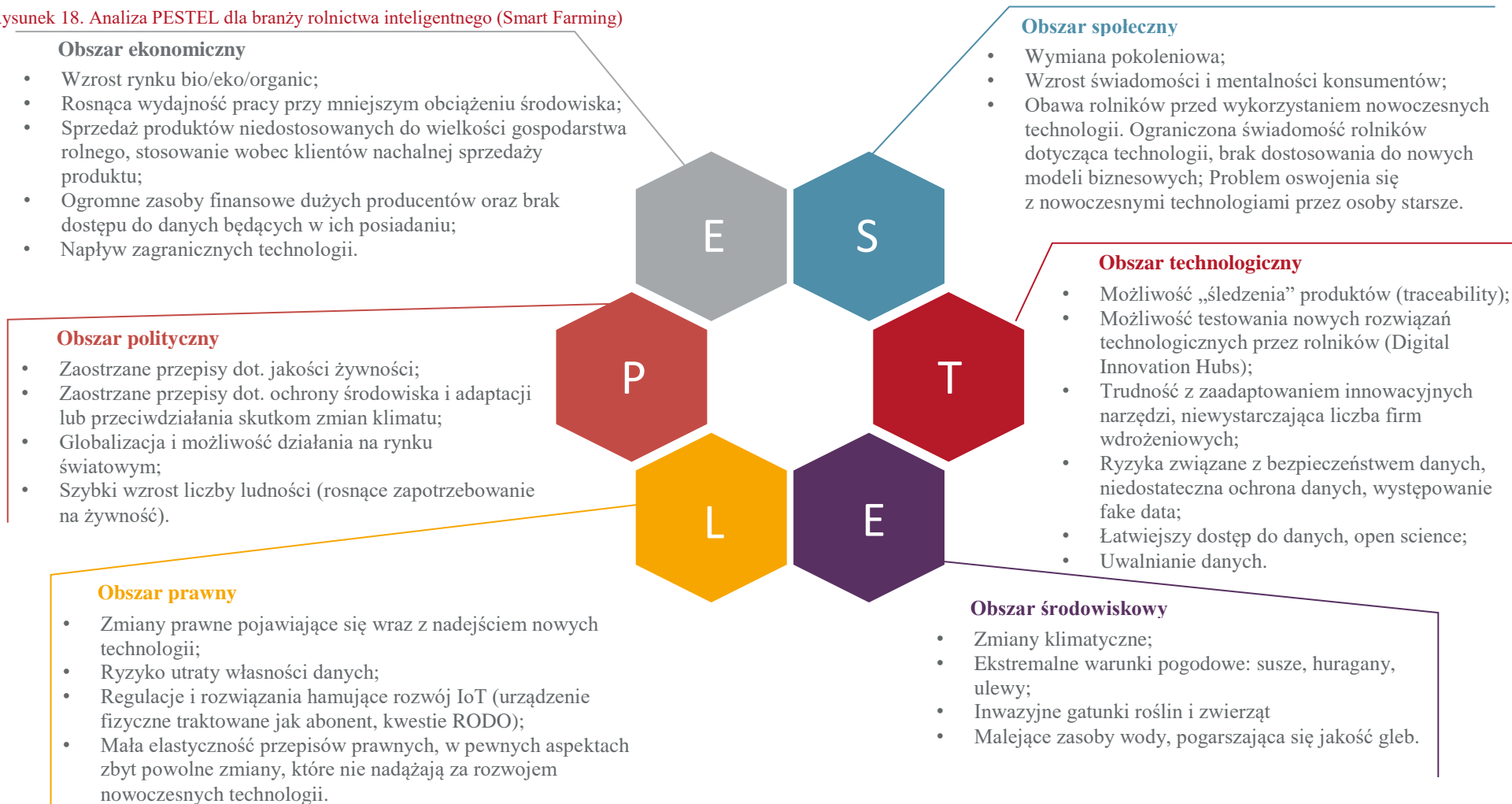
- Brak gospodarstw referencyjnych, modelowych (nieliczne są w ODR, ale jest ich za mało);
- Brak kompetencji IOB;
- Brak rzetelnego i obiektywnego doradztwa w obszarze rolnictwa inteligentnego (Smart Farming);
- Konieczność wniesienia wysokiego wkładu własnego w projektach finansowanych z FUE;
- Mała elastyczność przepisów prawnych, w pewnych aspektach zbyt powolne zmiany, które nie nadążają za rozwojem nowoczesnych technologii;
- Napływ zagranicznych technologii;
- Obawa rolników przed korzystaniem z nowych technologii. Ograniczona świadomość rolników dotycząca technologii, brak dostosowania do nowych modeli biznesowych. Problem oswajania się z nowoczesnymi technologiami przez osoby starsze;
- Ogromne zasoby finansowe dużych producentów oraz brak dostępu do danych będących w ich posiadaniu;
- Regulacje i rozwiązania hamujące rozwój *IoT* (urządzenie fizyczne traktowane jak abonent, kwestie RODO);
- Ryzyka związane z bezpieczeństwem danych, niedostateczna ochrona danych, występowanie *fake data*;
- Ryzyko utraty własności danych;
- Sprzedaż produktów niedostosowanych do wielkości gospodarstwa rolnego, stosowanie wobec klientów (rolników) nachalnej sprzedaży produktu;
- Trudności we współpracy jednostek naukowych i przedsiębiorstw (sprzeczne cele)
- Trudność z zaadaptowaniem innowacyjnych narzędzi, niewystarczająca liczba firm wdrożeńiowych;
- Zmiany klimatyczne.

7.9. Analiza PESTEL

Analiza PESTEL obejmuje zewnętrzne czynniki mające potencjalny wpływ na działalność danej firmy, umożliwiając ocenę środowiska mikroekonomicznego firmy. Czynniki pogrupowano w obszary: polityczny, ekonomiczny, społeczny, technologiczny, środowiskowy i prawny (Rysunek 18).

Analizę PESTEL wykonano w oparciu o dyskusję z uczestnikami Smart Labu.

Rysunek 18. Analiza PESTEL dla branży rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)



Źródło: opracowanie własne

7.10 Otoczenie prawne i ochrona własności intelektualnej

Zestawienie podstawowych aktów prawnych Unii Europejskiej, obowiązujących jako podstawa prawna związana z oświadczeniami z zakresu rolnictwa w Polsce, przedstawiono w rozdziale traktującym o otoczeniu i ochronie własności intelektualnej na świecie (rozdział 6.7 dokumentu).

W porównaniu ze statystyką globalną, liczba zgłoszeń patentowych w sektorze rolnictwa w Polsce jest niewielka. Na świecie rozwiązania te patentowane są zazwyczaj przez duże korporacje a tych w naszym kraju brakuje. Z danych Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej wynika, że liczba takich wniosków patentowych wynosiła do 10 rocznie²⁶. Przedmiotem zgłoszeń patentowych są w dużej mierze urządzenia do pomiaru właściwości fizyko-chemicznych gleb, roślin i zwierząt, a także urządzenia pozwalające na automatyzację prac rolniczych. Najwięcej wynalazków do ochrony patentowej zgłaszają uczelnie wyższe (np. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie), instytuty naukowe (np. Instytut Agrofizyki PAN, Sieć Badawcza Łukasiewicz) oraz

osoby prywatne. Spośród niewielu polskich firm, wnioskujących o ochronę patentową, można wyróżnić firmę Smart Soft Solutions.

W ostatnich latach przedmiotem zgłoszeń patentowych w dziedzinie rolnictwa w Polsce były na przykład:

- Urządzenie, sposób oraz system monitorowania temperatury zwierząt;
- Sonda TDR do wyznaczania przestrzennego rozkładu wilgotności gleby;
- Urządzenie do pomiaru wilgotności zboża.

Przepisy krajowe dotyczące innowacyjnych technologii w rolnictwie, podobnie jak Unijne, kształtowane są post-ante na podstawie doświadczeń we wdrożeniach, co w znacznej mierze utrudnia innowacyjnym przedsiębiorstwom projektowanie nowych rozwiązań podlegających przestarzałemu reżimowi prawnemu i procedurom. Przykładem jest tu branża telekomunikacyjna, gdzie długotrwałość certyfikacji nie nadąża za potrzebami przedsiębiorców i dynamiką rozwoju rozwiązań. Wymuszanie zmian prawnych przez nowe technologie jest rozpatrywane jako szansa dla poprawy i dostosowywania stanu prawnego w naszym kraju do nowych rozwiązań.

²⁶ Opracowanie własne na podstawie bazy danych Urzędu Patentowego, <https://grab.uprp.pl/PrzedmiotyChronione/Strony%20>

witryny/Wyszukiwanie%20proste.aspx, data dostępu: 25.11.2019 r.

7.11 Przegląd dostępnych źródeł wsparcia niekomercyjnego

Korzystanie ze źródeł wsparcia projektów innowacyjnych w Polsce wymaga specjalistycznej wiedzy i doświadczenia niezbędnego do realizacji skutecznych działań, zaczynając od wyboru, a kończąc na

rozliczeniu projektu, któremu udzielane jest wsparcie zewnętrzne. Obszar rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) nie różni się pod tym względem od innych sektorów gospodarczych i innowacje rolnicze nie podlegają innej procedurze w ramach programów wsparcia.

Tabela 3. Przegląd dostępnych źródeł wsparcia niekomercyjnego

Nazwa źródła	Opis
KOMISJA EUROPEJSKA	
Horyzont 2020 – projekty badawcze	<p>Przykłady obszarów tematycznych/ konkursów:</p> <ul style="list-style-type: none"> Robotics Advances for Precision Farming; Agricultural digital integration platforms. <p>Kluczowe wymagania:</p> <p>Projekt musi być złożony przez konsorcjum międzynarodowe składające się z minimum 3 podmiotów.</p>
Horyzont 2020 – SME Instrument (projekty skierowane do MŚP)	<p>Dofinansowane są przełomowe projekty innowacyjne o wysokim potencjale rynkowym, przy czym nie wytypowano tematów.</p> <p>Dofinansowane projekty mogą obejmować:</p> <ul style="list-style-type: none"> Badanie i ocena technicznej wykonalności i komercyjnego potencjału przełomowej innowacji; Innowacyjne przedsięwzięcie oparte na biznesplanie; Wsparcie dla dalszego rozwoju gotowości inwestycyjnej. <p>Kluczowe wymagania:</p> <p>Brak wymogu konsorcjum – projekt może być złożony przez pojedynczą firmę.</p>
NARODOWE CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU	
PO IR Szybka Ścieżka	<p>Dofinansowane mogą być projekty zgodne z KIS, obejmujące innowacje produktowe/ procesowe. Dofinansowane mogą zostać badania przemysłowe i prace rozwojowe albo wyłącznie prace rozwojowe.</p> <p>Kluczowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nowość rezultatów projektu (innowacyjność co najmniej na poziomie krajowym); Zapotrzebowanie rynkowe na rezultaty projektu/ opłacalność wdrożenia; Odpowiednie zasoby techniczne i kadrowe; Wdrożenie rezultatów projektu na terenie RP.

Nazwa źródła	Opis
<p>PO IR Programy sektorowe</p>	<p>Sektorowe programy B+R wspierają realizację dużych przedsięwzięć B+R, istotnych dla rozwoju poszczególnych branż/ sektorów gospodarki.</p> <p>Kluczowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nowość rezultatów projektu (innowacyjność co najmniej na poziomie krajowym); • Zapotrzebowanie rynkowe na rezultaty projektu/ opłacalność wdrożenia; • Odpowiednie zasoby techniczne i kadrowe; • Wdrożenie rezultatów projektu na terenie RP.
<p>Programy międzynarodowe</p>	<p>NCBR organizuje konkursy na międzynarodowe projekty badawcze lub badawczo-rozwojowe i finansuje polskie podmioty (jednostki naukowe, przedsiębiorstwa, konsorcja naukowe) realizujące międzynarodowe projekty poprzez udział w:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multilateralnej współpracy, w tym w inicjatywach Programu Ramowego UE (m.in. ERA-NET co-fund, JU-ECSEL, JPI, Eurostars) oraz innych programach wielostronnej współpracy – bez wsparcia EU (np. CORNET, KONNECT); • Programach współpracy bilateralnej – m. in. z Niemcami, Tajwanem, Singapurem, Turcją, RPA, Izraelem, Luksemburgiem. <p>Przykłady obszarów tematycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rozwój i innowacje (dofinansowanie dla MŚP, skierowane do przedsiębiorstw prywatnych); • Badania; • Rozwój lokalny. <p>Wymagania zależą od danego programu.</p>
<p>Bridge Alfa</p>	<p>Bridge Alfa to wspólne przedsięwzięcia realizowane przez NCBR oraz prywatnych inwestorów w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Współfinansowania projektów badawczo-rozwojowych we wczesnych fazach rozwoju – projekty w fazie proof-of-principle lub proof-of-concept, w celu zwiększenia podaży projektów B+R atrakcyjnych dla inwestorów typu venture capital lub private equity; • Testowania nowych rodzajów instrumentów interwencji publicznej maksymalizujących efekty publicznych wydatków na B+R.

Nazwa źródła	Opis
POLSKA AGENCJA ROZWOJU PRZEDSIĘBIORCZOŚCI	
PO IR Bony na innowacje dla MŚP	<p>Jest to dwuetapowe działanie dedykowane firmom z sektora MŚP.</p> <p>Etap I: Zakup usług badawczo-rozwojowych od jednostek naukowych. Dofinansowanie można otrzymać na zakup od jednostki naukowej usługi polegającej na opracowaniu nowego albo znacząco ulepszonych wyrobu, usługi, technologii lub nowego projektu wzorniczego. Działanie ma sprzyjać rozwojowi współpracy firm z jednostkami naukowymi.</p> <p>Etap II: Wdrożenie pomysłu na innowację technologiczną opracowaną na I etapie. Dofinansowanie można otrzymać na zakup maszyn i urządzeń niezbędnych do wdrożenia innowacji technologicznej opracowanej przez jednostkę naukową, zakup patentów, licencji, know-how oraz innych praw własności intelektualnej.</p>
PO IR Badania na rynek	<p>Jest to działanie dedykowane firmom z sektora MŚP, obejmujące dofinansowanie wdrożenia wyników prac badawczo-rozwojowych przeprowadzonych przez wnioskodawcę samodzielnie albo na jego zlecenie bądź zakupionych przez wnioskodawcę, przy czym efektem musi być wprowadzenie na rynek nowego bądź znacząco ulepszonych produktu (wyrobu lub usługi). Dofinansowanie można otrzymać na wydatki inwestycyjne, usługi doradcze oraz eksperymentalne prace rozwojowe.</p>
PO IR Ochrona własności przemysłowej	<p>Jest to działanie dedykowane firmom z sektora MŚP, obejmujące dofinansowanie na uzyskanie praw patentowych lub ochronę praw do produktu na rynku zagranicznym. Dofinansowanie można otrzymać na profesjonalną pomoc rzecznika patentowego w uzyskaniu praw ochronnych, reprezentację przed organem ochrony, prowadzenie postępowania dotyczącego ochrony praw firmy, pomoc w obronie posiadanych praw do wzorów i patentów, na opłaty urzędowe, tłumaczenia i doradztwo związane z uzyskaniem lub obroną praw ochronnych oraz na usługi doradcze dotyczące komercjalizacji przedmiotu ochrony.</p>
URZĘDY MARSZAŁKOWSKIE (przykłady)	
RPO Woj. Łódzkiego	<p>Działanie I.1 Rozwój infrastruktury badań i innowacji.</p> <p>Działanie I.2 Inwestycje przedsiębiorstw w badania i innowacje.</p>
RPO Woj. Opolskiego	<p>Działanie 1.1 Innowacje w przedsiębiorstwach.</p> <p>Działanie 1.2 Infrastruktura B+R.</p>
RPO Województwa Świętokrzyskiego	<p>Działanie 1.1 Wsparcie infrastruktury B+R.</p> <p>Działanie 1.2 Badania i rozwój w sektorze świętokrzyskiej przedsiębiorczości.</p> <p>Działanie 1.3 Wsparcie świętokrzyskich Instytucji Otoczenia Biznesu w celu promocji innowacji w sektorze przedsiębiorstw.</p>

Nazwa źródła	Opis
NARODOWE CENTRUM NAUKI	
Konkursy na działania badawcze realizowane przez jednostki naukowe	Wskazane konkursy obejmują finansowanie zakupu lub wytworzenie aparatury badawczej (OPUS), konkursy na realizację badań przez osoby rozpoczynające pracę naukową/ doktorów (SONATA, PRELUDIUM), a także TANGO – projekty zakładające wdrożenie w praktyce gospodarczej i społecznej wyników uzyskanych w rezultacie badań podstawowych.
FUNDACJA NA RZECZ NAUKI POLSKIEJ	
PO IR (w tym granty na współpracę nauki i biznesu)	Dofinansowanie mogą otrzymać zespołowe projekty badawczo–rozwojowe skutkujące opracowaniem innowacyjnych rozwiązań dla gospodarki. W ramach konkursu TEAM możliwe jest finansowanie pierwszych zespołów badawczych/ zespołów badawczych kierowanych przez doktorów na wczesnym etapie kariery naukowej oraz prace B+R związane z rozwojem usług badawczych z wykorzystaniem dostępnej infrastruktury naukowo-badawczej, w szczególności prace mające na celu ostateczne wypracowanie specyficznej usługi i jej wprowadzenie na rynek.
ARiMR, PROGRAM ROZWOJU OBSZARÓW WIEJSKICH PROW	
Działanie „Współpraca”	<p>Wsparcie dotyczy tworzenia i funkcjonowania grup operacyjnych na rzecz innowacji (EPI) oraz realizacji przez te grupy projektów, których przedmiotem jest:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opracowanie i wdrożenie nowego lub znacznie udoskonalonego produktu, objętego załącznikiem I do Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej; • Opracowanie nowych lub znacznie udoskonalonych technologii lub metod organizacji, lub marketingu dotyczących produkcji, przetwarzania, lub wprowadzania do obrotu produktów objętych załącznikiem I do Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej oraz tworzenie lub rozwój krótkich łańcuchów dostaw, lub rynków lokalnych dotyczących produkcji, przetwarzania, lub wprowadzania do obrotu produktów objętych załącznikiem I do Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej. <p>Grupa operacyjna EPI musi się składać z co najmniej dwóch różnych podmiotów należących do następujących różnych kategorii: rolnicy, właściciele gospodarstw rolnych, jednostki naukowe oraz uczelnie, przedsiębiorcy, podmioty świadczące usługi doradcze. Ponadto do grupy mogą należeć inne podmioty jak NGO czy samorządy lokalne. Należy zwrócić uwagę, że każdy z członków grupy ponosi solidarnie odpowiedzialność w związku z czym, ARiMR wymaga złożenia podpisanego weksla na kwotę dofinansowania całego projektu przez każdego członka grupy.</p>



8. Potencjał rozwojowy rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w perspektywie 10 lat

Analiza sektora rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w Polsce wskazuje na drzemiący w niej potencjał badawczo-rozwojowy oraz możliwości techniczno-technologiczne produkcji innowacyjnych rozwiązań przez krajowych producentów. Czynnikiem świadczącym o tym są m.in.:

- Wysoki standard zaplecza technicznego, będący wynikiem zarówno inwestycji prowadzonych przez przedsiębiorców ze środków własnych oraz tzw. pomocowych czy wykorzystania funduszy strukturalnych UE, jak również inwestycji zagranicznych;
- Wysokie kompetencje polskich jednostek naukowych, szeroka kadra techniczno-inżynierska o dużych kompetencjach zawodowych, wykształcona przez dobrze funkcjonującą sieć krajowych jednostek szkolnictwa wyższego prowadzących dydaktykę w zakresie technologii żywności;
- Istnienie programów wspierających badania i rozwój. Możliwości pozyskania środków w ramach

programów krajowych i międzynarodowych;

- Stale rosnący rynek odbiorców oraz wzrost siły nabywczej społeczeństwa.

Ponadto należy się spodziewać zwiększonego zainteresowania nowymi technologiami w rolnictwie, wynikającego z globalnych trendów, jak i uwarunkowań lokalnych w Europie i w Polsce. Zwłaszcza na rynku krajowym istnieje duże zapotrzebowanie na systemy wspierania decyzji w nawodnieniach i nawożeniu, dostosowanych do coraz częściej występujących okresów posusznych. W 2001 roku szacowano powierzchnie nawadnianych użytków rolnych na 1%, natomiast już w szacunkach GUS z 2016 roku powierzchnia ta wzrosła do 7,6%. Powtarzające się susze wymuszą przechodzenie rolników na uprawy nawadniane. Zwiększone pobory wody wymuszą z kolei optymalizację jej zużycia z jednej strony, jak i zbieranie wody deszczowej i ponowne wykorzystanie wody zużytej na cele bytowe.

Poza zastosowaniem Smart Farming w szeroko pojętej gospodarce wodnej, należy się spodziewać nacisku na wykorzystanie najnowszych technologii w minimalizacji użycia środków produkcji i dostosowania ich zużycia do potrzeb roślin i właściwości glebowych. Zobowiązania Polski w ramach HELCOM zmuszają nas do zmniejszenia emisji azotu, fosforu, potasu do wód Bałtyku. Technologie Smart Farming odpowiadają więc zarówno potrzebom konsumentów, jak i uregulowaniom prawnym wymuszającym większe zrównoważenie praktyk rolniczych.

Wzrost inwestycji w sektorze AgTech, jest odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie na nowoczesne narzędzia rolnicze, w szczególności na bezprzewodowe rozwiązania mobilne. Prognozowany wzrost sektora IoT w rolnictwie szacuje się na 14,15% rocznie w skali globalnej. Podobne szacunki dotyczą rynku UE, przy czym analitycy wskazują na kraje Europy Środkowej, Wschodniej i Bałkanów jako „czarne konie” IoT ze względu na wysoki potencjał specjalistów i niskie bariery wejścia w tę technologię (istnieje wiele darmowych platform IoT udostępnianych na licencjach Open Source). Komisja Europejska utworzyła własne środowisko IoT o nazwie Fi-Ware (Future Internet Ware), oparte o szereg modułów specjalizujących się w wykonywaniu zadań, np. realizację logowań i obsługi kont użytkowników, działania w chmurze, komunikacji

z czujnikami itd. W latach 2013-2017 powołano sieci akceleratorów Fi-Ware, które wspierały innowacyjne przedsięwzięcia typu start-up w budowaniu aplikacji. Jedne z tych akceleratorów FRACTALS wspierały aplikacje dla rolnictwa poprzez małe projekty o budżecie do 50 000 € na projekt z wzorowo przeprowadzoną oceną wniosków.

W Polsce potencjalny rynek narzędzi dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) od strony użytkowników jest dość bogaty i rozwija się przede wszystkim od strony nawigacji polowej oraz automatycznej kontroli urządzeń zapewniających zróżnicowane dawki wysiewu/ oprysku nawozów i pestycydów, nawet w gospodarstwach średniej wielkości ze względu na prostotę obsługi i względnie niewysoką cenę, ale niewielkie korzyści płynące z ich praktycznego zastosowania sprawiają, że pomimo długiej obecności na rynku cieszą się niewielkim zainteresowaniem. Wciąż brakuje rozwiązań komercyjnych umożliwiających wykonanie kompletnego cyklu rolnictwa precyzyjnego (identyfikacja, pozycjonowanie, mapowanie, DSS, zmienna aplikacja, automatyzacja procesów), co stwarza dużą niszę rynkową na innowacyjne produkty. Mapowanie gleb dla celów strefowania i planowania nawozowego jest oferowane przez wiele firm, specjalizujących się w obszarze Smart

Farming. Mapowanie wykonywane jest metodami teledetekcji satelitarnej bądź lotniczej, często sceny źródłowe wykonywane są z kamer zainstalowanych na dronach.

W ostatnich latach postęp w dziedzinie dronów poszedł tak daleko, że rozwiązania znacznie staniały. Ponadto najnowsze rozwiązania tanich dronów np. DJI Mavic Air, wyposażone są w tak dobre tryby autonomicznego lotu, że nie potrzeba w zasadzie żadnego szkolenia do ich obsługi. Parrot – konkurencja firmy DJI – opracowała kamerę multispektralną do podwieszenia pod dron Sequoia w cenie około 18 000 zł, zdolną wykonywać wysokorozdzielcze zdjęcia w paśmie widzialnym i bliskiej podczerwieni. Jakkolwiek dostępność średniej klasy narzędzi sensorycznych zwiększyła się i próg wejścia dla małych firm usługowych znacznie się przez to obniżył, równocześnie zwiększyły się oczekiwania rolników co do zakresu informacji, jakiej oczekują od profesjonalnego doradztwa. Mapowanie pól ułatwia lokalizację punktów poboru prób glebowych w terenie, jednak wciąż próbkowanie i analizy zajmują dużo czasu i są relatywnie kosztowne, co sprawia, że istnieje zapotrzebowanie na innowacyjne narzędzia (roboty, drony, sensory hiperspektralne czy zintegrowane czujniki kontaktowe) i algorytmy oceny stanu gleb. Trzeba jednak pamiętać, że w Polsce analizy gleb prowadzone w Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych są dotowane przez Państwo i około 50%

tańsze niż wynikałoby z rachunku kosztów analiz. Obecnie wiele gospodarstw wysokotowarowych, zwłaszcza w branży warzywniczej, dąży do oceniania zasobności gleb ad hoc z wykorzystaniem zbliżeniowych sensorów hiperspektralnych (tzw. proximal sensing), które potrafią prawie w czasie rzeczywistym oszacować stan zasobności gleb w poszczególne składniki w oparciu o rozbudowane bazy danych spektralnych kalibrujących odczyty refleksyjności na wartości zasobności gleby. Brak jest natomiast łatwych w zastosowaniu czujników kontaktowych zawartości azotu, fosforu i potasu w glebie – poza elektrodami selektywnymi o ograniczonym zakresie zastosowania, na rynku nie ma rozwiązań do ciągłego łatwego monitoringu kontaktowego, dlatego jednym z najbardziej obiecujących kierunków rozwoju Smart Farming są innowacyjne technologie sensoryczne.

Coraz częściej, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach (nawet w Afryce), właściciele gospodarstw zamieszkują w mieście, czasem w dość dużej odległości od gospodarstw. Stanowią oni segment rynku nastawiony na zdalną kontrolę stanu gospodarstwa i postępów prac.

Rosnącym segmentem rynku są uprawy zamknięte – uprawy w kompletnie zamkniętym, kontrolowanym ściśle środowisku. Ich miniaturowe wersje sprzedają się w środowisku miejskim.

Jednym z kluczowych elementów tego typu uprawy jest wydajne sterowalne oświetlenie LED. Liderem w tej dziedzinie na polskim rynku jest firma PlantaLux z Konopnicy pod Lublinem, eksportująca swoje lampy LED na cały świat.

Zważywszy, że rynek konsumencki oczekuje zdrowszej żywności z mniejszą ilością pozostałości pestycydów i antybiotyków (produkcja zwierzęca), której jakość i pochodzenia będzie można zweryfikować przez tzw. „śledzenie żywności” (food tracing) „od pola do widelca”, rolnictwo będzie musiało dostosować metody produkcji do oczekiwań konsumentów. Będzie się to wiązało z maksymalną oszczędnością środków ochrony roślin i nawozów, które wymaga zaawansowanej optymalizacji, w czym pomocne są narzędzia Smart Farming. Oczekuje się również przechodzenia rolnictwa na profil organiczny. Rolnictwo organiczne różni się od konwencjonalnego przede wszystkim większym nakładem pracy wymaganym do prowadzenia ochrony roślin bez chemii. Dodatkowo wymaga ono dużo większej liczby informacji, aby dostosowywać praktykę na bieżąco na tyle szybko, by zapobiegać

występowaniu chorób oraz podejmować świadome decyzje na poziomie operacyjnych czy strategicznym, tj. układaniu płodozmianu, czy decyzji o nawożeniu naturalnym. Narzędzia Smart Farming, realizujące zaawansowane doradztwo i sterowanie automatyką są naturalnym kierunkiem inwestowania w gospodarstwach o profilu organicznym, ponieważ umożliwiają ciągłą optymalizację procesów i utrzymanie wysokich plonów i ich jakości przy minimalizacji chemicznych środków produkcji.

Obszar rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) ma bardzo dobre prognozy wzrostu i oczekiwania konsumentów żywności tylko je stymulują. Niespotykany dotąd w historii ludzkości rozwój technologii cyfrowych będzie sprawiał, że postęp w tej dziedzinie będzie szybki, co oznacza nie tylko spadek cen rozwiązań, ale też skracanie ich cyklu życia na rynku. Rozwój narzędzi Smart Farming musi więc być na tyle perspektywiczny, aby linie produktowe mogły się utrzymywać na rynku. Dlatego trzeba stawiać na modułowość rozwiązań i równoległe rozwijanie komponentów.



9. Program rozwoju rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w perspektywie 5 lat

Prognozy wzrostu obszaru rolnictwa zaawansowanego na rynku globalnym, europejskim i polskim związane są z przewidywanym wzrostem zapotrzebowania na żywność, generowanym przez rosnącą liczbę ludności, potrzebą dostosowania rolnictwa do zmian klimatu, brakiem siły roboczej w rolnictwie oraz z oczekiwaniami konsumentów, którzy naciskają na większą transparentność produkcji żywności, realizowaną przez „śledzenie żywności” (food tracing) „od pola do widelca”. Wdrażanie nowych technologii jest napędzane innowacjami dużych koncernów jak CLAAS i John Deere oraz rosnącym zapotrzebowaniem rolników na optymalizację zużycia środków produkcji w gospodarstwie. Zapotrzebowanie to wynika zarówno z wymagań prawa, jak i zmieniających się warunków prowadzenia gospodarstw, wywołanych dostrzegalnymi zmianami klimatu, które w Polsce odczuwalne są w formie coraz częstszych susz i fal gorąca oraz zmian cyklu hydrologicznego. Oczekuje się, że największe niewypełnione jeszcze nisze

rynkowe w sektorze Smart Farming to innowacyjne czujniki, w tym bio-sensory i sensory optyczne; zintegrowane interoperacyjne systemy zarządzania gospodarstwem, łączące wszystkie elementy prowadzenia gospodarstwa, jak również autonomiczne systemy robotyczne, realizujące wybrane operacje w gospodarstwie w sposób automatyczny, potencjalnie niewymagający interwencji człowieka. Równolegle prowadzone będą prace nad źródłami zasilania do maszyn autonomicznych. Większość analityków wskazuje na następujące technologie jako te, których wzrost będzie najwyższy: IoT, BigData i AI. Technologie te będą miały szerokie zastosowania w większości dziedzin życia, począwszy od rolnictwa, po transport oraz inteligentne budynki i miasta. Wymienione technologie mają względnie niski próg adaptacji, tj. nie wymagają dużych inwestycji w infrastrukturę przemysłową, za to są wymagające w aspekcie zasobów ludzkich. Według analityków Europa Środkowa ma duży potencjał

w rozwijaniu narzędzi ICT, zwłaszcza IoT. Aby sprostać zapotrzebowaniu rynku oraz szybkiej ewolucji istniejących technologii, należy wprowadzić nowe produkty jak najszybciej, dlatego też proponuje się szeroko zakrojony front finansowania projektów B+R ukierunkowanych na Smart Farming. Ponadto poszczególne obszary rolnictwa inteligentnego są od siebie zależne i mogą się uzupełniać, dając zintegrowane narzędzia zdolne konkurować z kompletnymi rozwiązaniami oferowanymi przez duże koncerny. Przy tym dynamika prac nad poszczególnymi obszarami umożliwia ich integrację na wczesnych etapach rozwoju technologii.

9.1 Scenariusze rozwoju dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)

Spośród kilkunastu obszarów związanych z sektorem Smart Farming w trakcie spotkań SL wybrano trzy, które najlepiej rokują pod względem potencjalnego rynku zbytu i małego nasycenia rynku przez konkurencję, szczególnie duże koncerny:

1. **„Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”** sterowane i komunikujące się bezprzewodowo w ramach systemów Internetu rzeczy (IoT).
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 rolnikom 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.

Budżet, wg uczestników SL, potrzebny do skutecznej realizacji wskazanych scenariuszy rozwoju powinien wynosić ok. 122,5 mln zł, w tym 86,5 mln zł to środki publiczne, a 36 mln zł środki prywatne.

Najbardziej ambitne projekty B+R, w tym te, w których uczestniczą polskie jednostki naukowe i firmy, zakładają współpracę wielu elementów zawartych we wszystkich obszarach. Specyfiki rozwoju i rynku dla poszczególnych

obszarów są bardzo odrębne, co znajduje odbicie w specjalizacjach firm zajmujących się technologiami dla rolnictwa i należy je rozpatrywać oddzielnie. Należy mieć jednak na uwadze, aby produkty cechowały się wzajemną interoperacyjnością, co pozwala na ich integrację. W pełni zintegrowany system zarządzania gospodarstwem, to nie tylko zbieranie informacji i doradztwo, ale również wykonywanie operacji polowych w sposób autonomiczny.

Scenariusze skonstruowano w sposób na tyle szeroki, by nie ograniczać potencjalnych zastosowań prac B+R. Zważywszy na dynamiczny rozwój technologii cyfrowych dla rolnictwa oraz dość odległy horyzont czasowy ewentualnych naborów wniosków na wsparcie innowacyjnych projektów wdrożeniowych w tym zakresie, przedstawienie szczegółowych scenariuszy dla gotowych produktów w obszarach czujników, systemów zarządzania gospodarstwem czy robotów nie ma racjonalnego uzasadnienia. O kierunkach rozwoju tych obszarów powinny decydować instytucje finansujące oraz eksperci oceniający wnioski projektowe po uwzględnieniu aktualnej sytuacji na rynku innowacyjnych rozwiązań w sektorze Smart Farming.

9.1.1. Scenariusz rozwoju obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”

Obszar ten wybrano ze względu na wciąż brakujące rozwiązania, których potrzebuje rynek Smart Farming, m.in. zintegrowane sensory zasobności gleb (zawartość składników mineralnych azotu, fosforu, potasu, magnezu, siarki i innych, kluczowych dla prawidłowego i wydajnego wzrostu roślin uprawnych).

Obszar czujników można podzielić generalnie na trzy główne domeny: czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne. Czujniki kontaktowe mierzą parametry gleby, rośliny lub zwierzęcia poprzez bezpośredni kontakt z badanym medium, – np. czujniki wilgotności gleby. Sygnał sensora, np. napięcie, jest skorelowany z wartością badaną, przy czym korelację tę, zwaną kalibracją czujnika, opiera się na szczegółowych badaniach laboratoryjnych. Bio-sensory zawierają w sobie elementy pochodzenia biochemicznego, które po kontakcie z wybranym przeciwciałem wzbudzają sygnał elektryczny. Sensory optyczne mierzą odbicie lub rozproszenie promieniowania elektromagnetycznego o pewnym zakresie (lub zakresach) długości fali od badanego obiektu i dzięki modelom korelacji poziomu odbicia i wartości zmiennej badanej można pośrednio określić badaną zmienną – cechę obiektu. W tym przypadku również dokonuje się kalibracji na dużych zbiorach próbek

w laboratorium. Przykładem są czujniki NDVI mierzące wigor rośliny na podstawie zawartości chlorofilu, którego ilość jest szacowana na podstawie refleksyjności zakresu fal widzialnych (VIS) i bliskiej podczerwieni (NIR). Potencjalnie możliwości sensorów są znacznie większe. Obecnie prowadzone w IUNG badania spektralne przy pomocy wysokorozdzielczych spektrofotometrów o wysokiej rozdzielczości spektralnej (5 nm) wykazują bardzo wysokie korelacje między odbiciem wybranych zakresów długości fali, a właściwościami gleb: zawartością frakcji ilastej, zawartością węgla organicznego, potasu czy azotu, a nawet pozwalają wykryć zanieczyszczenie gleb. Odrębną dziedzinę zastosowania czujników optycznych stanowi rozpoznawanie obrazu, które w rolnictwie ma przede wszystkim zastosowanie w rozpoznawaniu zachwaszczenia oraz porażenia patogenami bądź gradacji szkodników upraw.

Oprócz zastosowania czujników w produkcji roślinnej, znajdują one szerokie zastosowanie w hodowli zwierzęcej i akwakulturze. Są one stosowane zarówno na poziomie gospodarstwa, jak i na poziomie podmiotów zajmujących się skupem i obróbką żywności, jak i instytucji kontrolnych.

W hodowli zamkniętej tuczników stosuje się coraz częściej czujniki termalne wykrywające stany gorączkowe

u zwierząt. Równolegle rozwijane są bio-sensory, zawierające specyficzne przeciwciała dla danego patogenu, które potrafią z dużym prawdopodobieństwem wykrywać obecność patogenu w wodzie i tkankach (akwakultura) lub w powietrzu i moczu (hodowla zwierzęca). Przykładem jest tu rozwiązanie bio-sensora Fish Farm Solutions do wykrywania patogenów ryb opartego o polską platformę bio-sensoryczną SensDx.

Scenariusz obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne” opisuje rozwój czujnika od poziomu zerowego, tj. pierwszym etapem projektu jest poszukiwanie zmiennych, które można zmierzyć i skorelować ze zmienną, której wartości sensor ma przesyłać. Jeśli wartości są znane i czujnik jest budowany na podstawie istniejącej wiedzy w tym zakresie, oczywiście etap prac B+R będzie krótszy.

Ponieważ etap prac B+R w wariantcie startu zerowego skupia się na poszukiwaniu rozwiązań, wynik tego etapu jest obarczony dużym ryzykiem. Z tego względu najbardziej optymalna wydaje się maksymalizacja liczby projektów realizujących ciąg dalszy etapu B+R oraz prototypowania, aby w drodze procedur konkursowych wyłonić najbardziej obiecujące rynkowo rozwiązania do wdrożenia i komercjalizacji. Ten etap powinien uwzględnić 30-40 projektów czujników, z których następnie wybrane

zostanie 15 najbardziej obiecujących, uzyskujących finansowanie etapu wdrożenia pilotażowego. Do ostatniego etapu przeszłyby tylko 4-5 projekty najbardziej obiecujące pod względem sukcesu rynkowego. Taka struktura projektów pozwala na bardzo szerokie rozpoznanie potencjalnych nisz i sukces nowych produktów na rynku.

Scenariusz dotyczący czujników obejmuje zastosowania tychże w produkcji roślinnej, zwierzęcej, akwakulturze oraz przy ocenie jakości żywności.

Realizacja niniejszego scenariusza wymaga nakładów finansowych w wysokości 67 mln zł, w tym 49 mln zł ze środków publicznych i 18 mln zł ze środków prywatnych.

Tabela 4. Scenariusz rozwoju obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”

Czas	8 do 12 m-cy	12 m-cy	12 – 48 m-cy	6 m-cy
Etap	Prace B+R	Cd. prac B+R oraz prototypowanie	Wdrożenie pilotażowe	Wdrożenie i komercjalizacja
Cel etapu	Opracowanie architektury czujnika	Opracowanie prototypu czujnika	Badania czujnika w warunkach rzeczywistych	Wdrożenie czujnika
Działania				
	<ul style="list-style-type: none"> Analiza możliwości pomiaru bezpośredniego zmiennej badanej przy użyciu dostępnych technologii; Analiza potencjalnych zmiennych pochodnych, których pomiar może prowadzić do pośredniego mierzenia wartości zmiennej badanej; Zweryfikowanie koncepcji (proof-of-concept); Opracowanie schematu czujnika/ czujników na podstawie założeń związku danej wartości fizycznej (mierzonej bezpośrednio przez czujnik) ze zmienną, którą czujnik ma określić np. pojemność elektryczna dla określenia zawartości wody w glebie. W przypadku czujników elektromagnetycznych (np. optycznych) określenie długości fali, którą czujnik ma odczytywać; Integracja laboratoryjna (sprawdzenie odpowiedzi/ reakcji na sygnały). 	<ul style="list-style-type: none"> Zaprojektowanie prototypowej wersji czujnika; Testy w warunkach laboratoryjnych celem sprawdzenia poprawności projektu czujnika; Kalibracja 1: urzędniowa/fabryczna wartości zmiennej mierzonej bezpośrednio przez czujnik do wartości zmiennej docelowej np. napięcie na elektrodach, a wilgotność gleby; Kalibracja 2: j.w., ale w warunkach polowych; Integracja IoT z czujnikiem; Dostosowanie dokumentacji montażowej prototypu (zasilanie, charakterystyka pobieranych danych/ przesył); Sprawdzenie poprawności działania czujnika z IoT; Patentowanie czujnika IoT. 	<ul style="list-style-type: none"> Sprawdzenie w wielu lokalizacjach celem znalezienia słabych punktów oraz różnic wynikających z różnego środowiska. 	<ul style="list-style-type: none"> Certyfikacja; Zaprojektowanie kolorystyki i obudowy oraz opracowanie pełnej dokumentacji produktu; Przygotowanie do produkcji masowej, automatyzacja produkcji. Uwzględnienie aspektów ekonomicznych; Promocja, w tym udział w targach. Budowa marki określonych produktów oraz jej promocja na rynkach zagranicznych.

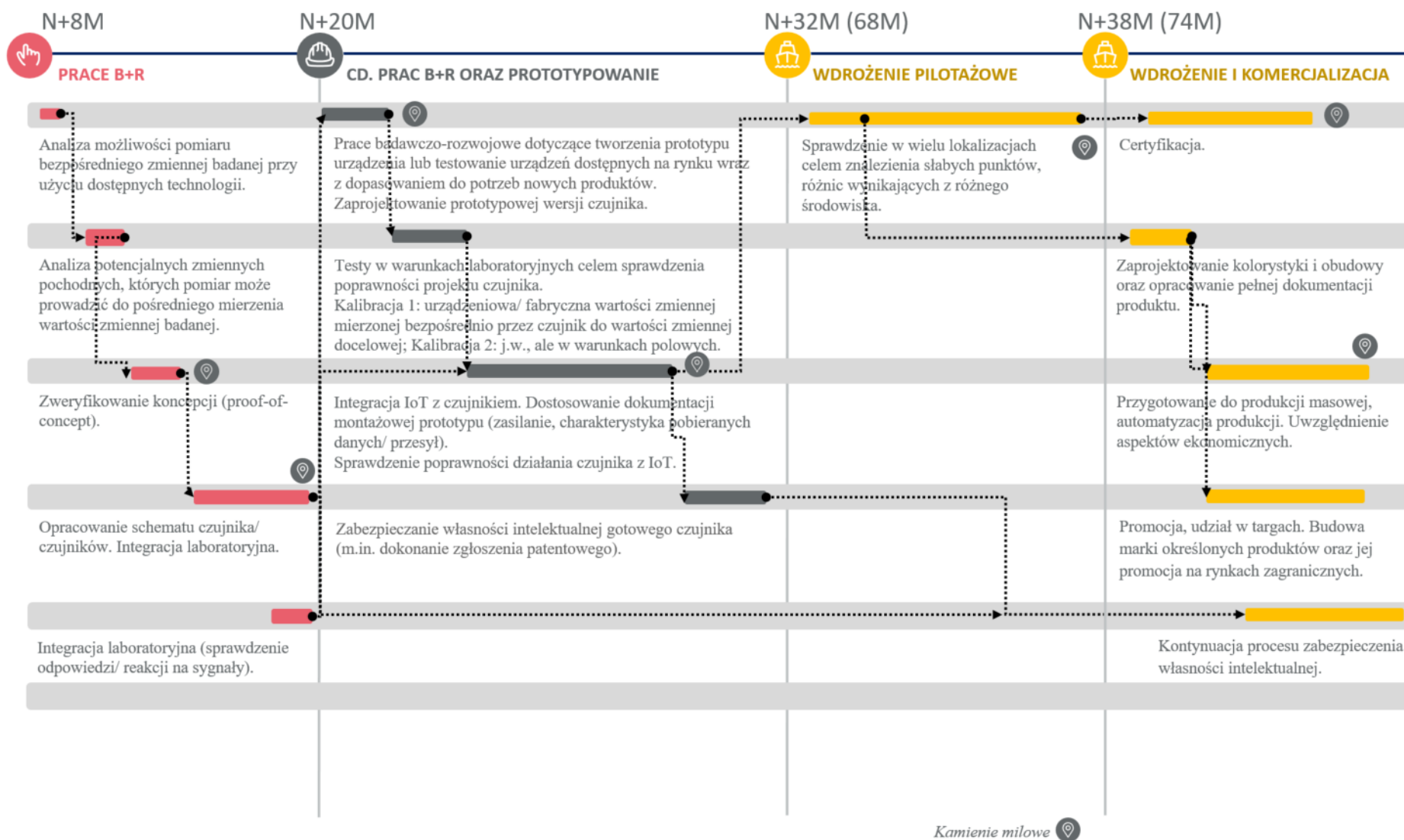
Rezultat etapu (fundament kolejnego etapu)			
Działający schemat w warunkach laboratoryjnych	Poprawne wskazania w warunkach terenowych	Zwalidowany czujnik	Czujnik IoT na rynku, patenty
Quick wins/produkty/usługi			
Proof of concept/ Poprawne wskazania w warunkach laboratoryjnych	Mobilne urządzenie w wersji prototypowej z komunikacją IoT	Dane marketingowe dotyczące zastosowania czujnika w różnych lokalizacjach	Czujnik IoT w sprzedaży
Koszty/ nakłady/ ścieżki minimum			
30-40 mln zł (30-40 projektów po 1 mln zł na projekt) Środki publiczne – 75% Środki prywatne – 25%	15 mln zł (15 projektów po 1 mln zł na projekt) Środki publiczne – 75% Środki prywatne – 25%	6 mln zł (4 projekty po 1,5 mln zł na projekt) Środki publiczne – 60% Środki prywatne – 40%	6 mln zł (4 projekty po 1,5 mln zł na projekt) Środki publiczne – 60% Środki prywatne – 40%

Nakłady łącznie: 57 – 67 mln zł, w tym:

1. Środki publiczne – 41 – 49 mln zł
2. Środki prywatne – 16 – 18 mln zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab

Rysunek 19. Schemat scenariusza rozwoju obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab

9.1.2. Scenariusz rozwoju obszaru „System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej”

Obszar inteligentnych systemów zarządzania gospodarstwem wybrano ze względu na duże zapotrzebowanie rolników na narzędzia, pozwalające integrować informacje i dane powstałe w trakcie codziennego funkcjonowania gospodarstwa. Liczba tych danych rośnie w tempie wykładniczym, toteż rolnikom coraz trudniej jest odnaleźć się w nawale danych i wyciągać na ich podstawie wnioski o stanie gospodarstwa. Ponadto klimat obecnie zmienia się na tyle szybko, że tradycyjna wiedza rolnicza, przekazywana przez pokolenia traci na aktualności i rolnicy stają często przed trudnymi wyborami, na które nie są merytorycznie przygotowani, np. decyzje o praktykach nawożenia w czasie susz. Na rynku istnieje kilka rozwiązań informatycznych realizujących takie zadania, m.in. Agrivi czy 365FarmNet, oferowanych przez firmy spoza Polski. Jednak rynek nadal jest słabo nasycony tego typu usługami, a same rozwiązania wciąż nie realizują kompleksowo wszystkich aspektów Smart Farming: monitoringu, wspierania decyzji i wykonania pracy. Ponadto kompleksowe rozwiązania muszą opierać się na wielu modułach realizujących specjalistyczne operacje, jak nawadnianie czy zalecenia nawozowe, a każde z tych rozwiązań może stanowić przewagę konkurencyjną.

Moduły funkcjonalne budowane są wokół algorytmów przeliczających dane na informacje i zalecenia, np. dane o wilgotności gleby na informację o aktualnym stresie wodnym roślin i zalecenie wielkości nawodnienia, aby zminimalizować ten stres. Lepsze algorytmy i nowe metody analityczne jak BigData czy AI umożliwiają jeszcze lepszą optymalizację zużycia wody, nawozów, środków ochrony roślin czy paliwa, a zatem i szybciej zwraca się rolnikowi inwestycja w zakup lub abonament systemu. Ponadto takie systemy zarządzania gospodarstwem ułatwiają prowadzenie skomplikowanej i czasochłonnej dokumentacji wymaganych przez prawo i kredytodawców.

Dziedzina hodowli zwierzęcej ma swoją własną specyfikę i wymaga generowania innych informacji, niż produkcja roślinna. System zarządzania gospodarstwem w tej gałęzi produkcji rolnej, oprócz typowych funkcji bilansowania środków produkcji, pokrewnych z produkcją roślinną, musi zawierać moduły odpowiedzialne za opiekę weterynaryjną i bio-asekurację. Specyficzne są również zadania realizowane zarówno przez czujniki (wykrywanie chorób w powietrzu czy odchodach, wykrywanie gorączki), jak i elementy wykonawcze (podawanie paszy i wody, automatyzacja wypasu itd.).

Scenariusz zakłada dwa warianty produktowe:

1. Utworzenie kompleksowego systemu zarządzania gospodarstwem, który integrowałby zarazem osiągnięcia pozostałych dwóch obszarów;
2. Utworzenie modułów specjalistycznych odpowiedzialnych za realizację operacji ICT lub procesów w gospodarstwie – np. procesu nawadniania. Wariant ten jest wariantem alternatywnym, gdyby w czasie prac nad finansowaniem publicznym tego obszaru konkurencyjne systemy zarządzania gospodarstwem rozwinęły się na tyle daleko od obecnego stanu, że konkurencja byłaby bezzasadna. Wariant ten wymaga wspólnej dla wszystkich projektów modułowych ram systemowych ICT, np. systemu IoT w rodzaju europejskiego Fi-WARE.

W wariacie 1 kluczowym elementem etapu prac B+R jest rozpoznanie istniejących technologii we wszystkich aspektach funkcjonalności systemu, zwłaszcza zwrócenie uwagi na pojawiające się nowości i ocenę cyklu ich życia. Następnie, jeszcze we wstępnym etapie, prowadzi się analizę potrzeb użytkowników końcowych i na ich podstawie opracowuje tzw. przypadki użycia, które określają krok po kroku interakcję użytkownika z systemem i pracę samego systemu lub jego modułów. Na tej podstawie opracowuje się schematy przepływu

danych, interfejsy użytkownika oraz całościowo – architekturę systemu.

W kolejnym etapie prac (ciąg dalszy prac B+R oraz prototypowanie), w oparciu o projekt architektury rozpoczyna się budowanie całego systemu. Równolegle prowadzone są intensywne badania nad algorytmami decyzyjnymi mającymi za zadanie przekształcać suche dane z czujników i innych źródeł na informacje użyteczne dla rolnika i ewentualnie na schematy operacyjne urządzeń autonomicznych. Pierwszą wersję systemu testuje się w środowisku zamkniętym, by poprawić najbardziej oczywiste błędy, po czym budowana jest wersja alfa do testowania w laboratorium i w doświadczeniach polowych. Tu również pojawiają się błędy i niedoskonałości, które są usuwane. Wreszcie, w etapie wdrożeniowym, w wersji beta, którą stanowi alfa poprawiona po testach, system jest udostępniany tzw. early adopters, czyli rolnikom, którzy zgadzają się podjąć ryzyko testowania nowego narzędzia na swoim polu. Ich uwagi zostają uwzględnione i wersja beta jest kodowana do wersji finalnej, która może wejść na rynek. Warto zadbać, aby interfejsy IoT, w które wyposażony jest czujnik, zapewniały kompatybilność z maksymalną liczbą platform, co zwiększy zainteresowanie czujnikiem na rynku.

Alternatywnie wariant 2 scenariusza rozwoju tego obszaru może bazować na kilku mniejszych projektach, mających

na celu opracowanie innowacyjnych rozwiązań cząstkowych, tj. realizujących szczegółowe cele w prowadzeniu gospodarstwa, np. nawadnianie, nawożenie, monitoring stanu roślin i podejmowanie decyzji o zastosowaniu ochrony, monitoring zużycia paliwa itd. Tok postępowania tego scenariusza tego wariantu jest identyczny jak w wariacie 1, różniąc się tylko tym, że rozwija się jeden moduł realizujący specjalistyczne funkcje w przeciwieństwie do budowania całego systemu jak w wariacie 1. Zastosowanie scenariusza kilku równoległych prowadzonych projektów cząstkowych jest uwarunkowane zastosowaniem zasad interoperacyjności danych i usług gwarantujących bezproblemową wymianę danych oraz łączność pomiędzy modułami. Koniecznym jest wówczas sfinansowanie projektu B+R opracowującego przynajmniej ramowe środowisko dla modułów, gwarantujące interoperacyjność danych i usług między nimi. Scenariusz oparty o moduły pozwoli na łatwiejszą komercjalizację modułów mogących być potencjalnie wykorzystanych w innych systemach niż całego rozbudowanego systemu zarządzania gospodarstwem, który już w tej chwili ma konkurencję na rynku międzynarodowym. Zalecana jest szeroka współpraca z nauką, zwłaszcza w zakresie opracowywania algorytmów decyzyjnych opartych o badania empiryczne. W ramach scenariusza wariantu 2 (budowa modułów

specjalistycznych) należałoby opracować następujące moduły:

- Produkcja roślinna; monitoring stresu wodnego, monitoring zasobności, monitoring i prognoza wystąpienia patogenów; oraz odpowiadające im moduły wykonawcze: nawadnianie i fertygacja, sterowanie do nawożenia i ochrony roślin VRA;
- Produkcja zwierzęca: monitoring chorób z wykorzystaniem sensorów optycznych lub bio-sensorów; identyfikatory pracowników na użytek bio-asekuracji;
- Akwakultura: monitoring jakości wody, monitoring chorób.

Innowacją w skali światowej byłby otwarty system integrujący moduły dowolnego producenta, który mógłby stanowić ramy dla zastosowań modułowych, opracowanych w ww. równoległych projektach.

Zważywszy na spodziewany znaczny przyrost dostępności rozwiązań autonomicznych system zarządzania gospodarstwem, niezależnie od przyjętego scenariusza, musiałby mieć na tyle otwartą architekturę, by umożliwić wymianę danych i komend wykonawczych z przyszłymi platformami robotycznymi.

Realizacja niniejszego scenariusza wymaga nakładów finansowych w wysokości 4,5 mln zł, w tym 3,1 mln zł ze środków publicznych i 1,4 mln ze środków prywatnych.

Tabela 5. Scenariusz rozwoju obszaru „System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej”

Czas	12 m-cy	12 m-cy	36 m-cy
Etap	Prace B+R	Cd. prac B+R oraz prototypowanie	Wdrożenie pilotażowe i komercjalizacja
Cel etapu	Zaprojektowanie systemu	Opracowanie algorytmów	Przetestowanie w warunkach rzeczywistych i wdrożenie
Działania			
	<p>Przeprowadzenie prac B+R. Rozpoznanie aktualnego i prognozowanego stanu technologii:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocena dostępnych technologii sensorycznych i danych dostępnych w chmurze pod kątem wyboru technologii, która daje perspektywę najdłuższego utrzymania się na rynku; Ocena dostępnych standardów wymiany danych oraz usług. Ma to zapewnić wybór gwarantujący maksymalizację potencjału wymiany danych z innymi systemami, czujnikami itd.; Ocena dostępnych środowisk programistycznych IoT pod kątem potencjału technicznego, wsparcia i siły społeczności je rozwijających; Ocena dostępnych technologii AI i machine learning j.w.; Ocena dostępnych serwisów udostępniania danych on-line pod kątem zapewnienia ciągłości dostępu usług, ceny standardów wymiany danych, punktów wejścia i wyjścia danych itd.; Ocena dostępnych technologii Big Data pod kątem potencjału technicznego i perspektyw dalszego rozwoju. <p>Prace B+R. Rozpoznanie potrzeb użytkownika końcowego:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocena potrzeb użytkownika końcowego pod kątem zakresu informacji, które system ma dostarczyć by efektywnie rozwiązać problem użytkownika oraz wymogów interfejsu użytkownika; Ocena strumieni danych potrzebnych do realizacji potrzeb użytkownika, w szczególności źródeł danych (czujniki, teledetekcja, mapy cyfrowe itd.), ich dokładności i częstości. <p>Projektowanie architektury systemu:</p> <ul style="list-style-type: none"> Opracowanie <i>use case scenarios</i> dla produktu polegające na uwzględnieniu wszystkich ww. działań i opracowanie krok po 	<ul style="list-style-type: none"> Opracowanie algorytmów realizujących przypadki użycia (np. przeliczających wilgotność gleby na dawkę nawodnieniową) i ich implementacja w kodzie oprogramowania; Harmonizacja strumieni danych poprzez zapewnienie spójności semantycznej i technicznej wszystkich strumieni danych w systemie (jednostki, zmienne, dokładności itd.); Budowa wersji prototypowej systemu do wstępnego testowania celem wykrycia błędów i niepożądanych zachowań systemu; Testowanie prototypu systemu w zamkniętym, odizolowanym od sieci środowisku wirtualnym (tzw. SandBox); Poprawienie błędów wykrytych w czasie testowania w środowisku wirtualnym; Wybór platformy on-line/ budowa własnej bazy serwerowej, na której system będzie zainstalowany, w której będzie działał i do której 	<ul style="list-style-type: none"> Testy przed wersją beta; Testy wersji wykonawczej on-line przez testerów i wybranych użytkowników końcowych (beta testerzy); Poprawki do wersji wykonawczej po uzyskaniu opinii testerów; Testy w wielu lokalizacjach w gospodarstwach i w doświadczeniach ścisłych w instytucjach naukowych celem potwierdzenia prawidłowości algorytmów i interakcji z zewnętrznymi urządzeniami – np. czujnikami (możliwość uzyskania danych o rzeczywistej efektywności systemu w rozwiązaniu problemu użytkownika, np. na temat oszczędzania wody do nawadniania); Poprawki przed wersją komercyjną systemu. Dalsze działanie wszystkich funkcji systemu bez problemów. System gotowy do sprzedaży; Opublikowanie wersji komercyjnej 1.0;

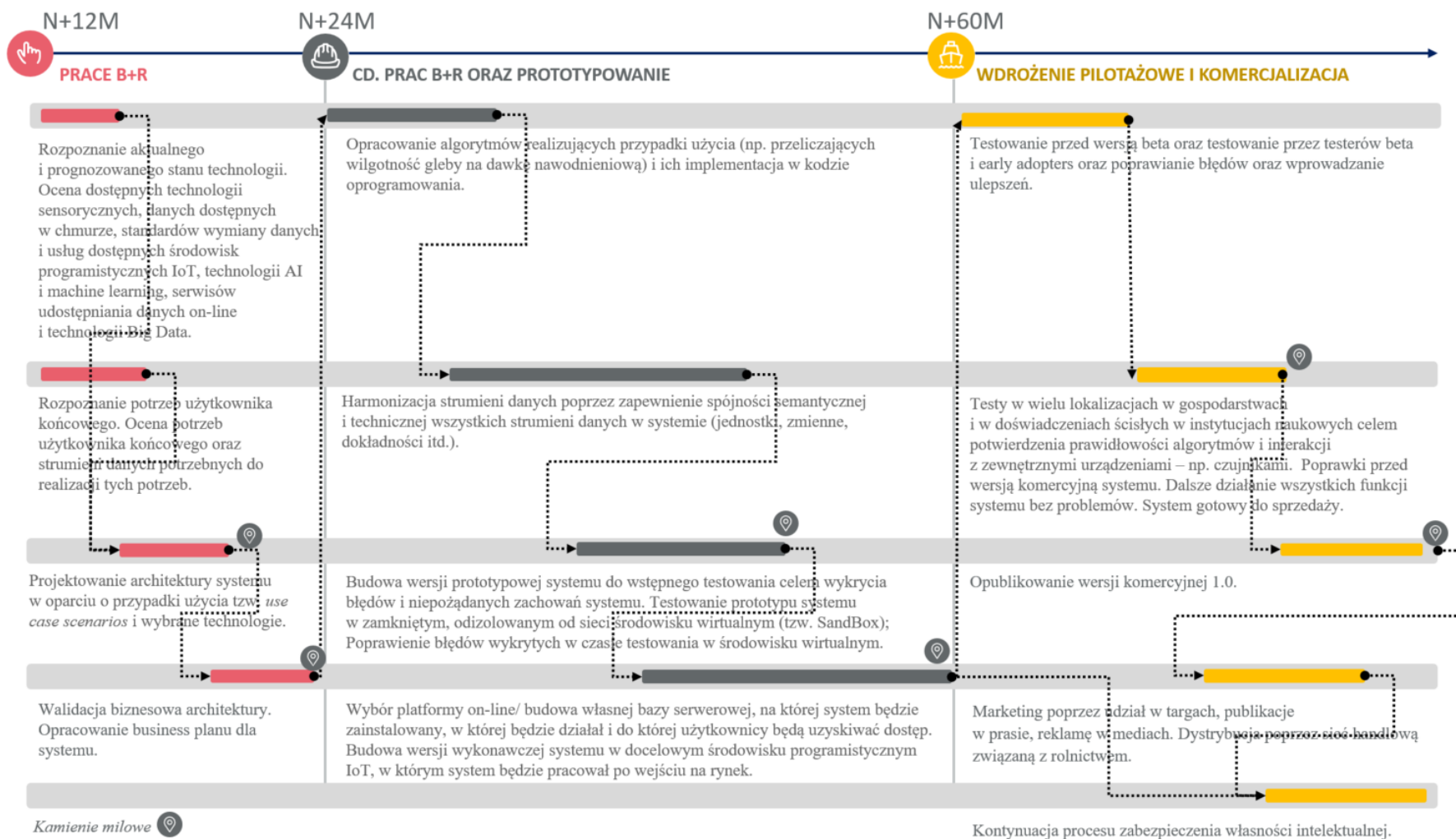
<p>kroku schematów interakcji użytkownika z systemem, poprzez zmapowanie każdej czynności użytkownika i każdego związanego z tym przepływu danych i informacji;</p> <ul style="list-style-type: none"> Opracowanie architektury systemu na podstawie przypadków użycia. Budowa projektu umożliwiająca realizację wszystkich przypadków użycia. <p>Walidacja biznesowa architektury:</p> <ul style="list-style-type: none"> Opracowanie business planu dla systemu w oparciu o przypadki użycia i architekturę systemu tak, aby dopasować sposób wprowadzenia na rynek do oczekiwanego tempa zwrotu z inwestycji dla użytkownika końcowego. 	<p>użytkownicy będą uzyskiwać dostęp;</p> <ul style="list-style-type: none"> Budowa wersji wykonawczej systemu w docelowym środowisku programistycznym IoT, w którym system będzie pracował po wejściu na rynek. 	<ul style="list-style-type: none"> Marketing poprzez udział w targach, publikacje w prasie, reklamę w mediach; Dystrybucja poprzez sieć handlową związaną z rolnictwem.
Rezultat etapu (fundament kolejnego etapu)		
Architektura systemu dostosowana do możliwości technologicznych i potrzeb użytkownika	System zbudowany w wersji wykonawczej on-line	System w wersji 1.0
Quick wins/produkty/usługi		
Model architektury w języku UML	Działający system on-line gotowy do testów przez early adopters/ alfa-testerów	W pełni dojrzały system gotowy do sprzedaży
Koszty/nakłady/ścieżki minimum		
1,2 mln zł (10 projektów po 120 000 zł na projekt)	2 mln zł (10 projektów po 200 000 zł na projekt)	1,3 mln zł (10 projektów po 130 000 zł na projekt)
Środki publiczne – 75% Środki prywatne – 25%	Środki publiczne – 70% Środki prywatne – 30%	Środki publiczne – 60% Środki prywatne – 40%

Nakłady łącznie: 4,5 mln zł, w tym:

1. Środki publiczne – 3,1 mln zł
2. Środki prywatne – 1,4 mln zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab

Rysunek 20. Schemat scenariusza rozwoju obszaru „System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej”



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab

9.1.3. Scenariusz rozwoju obszaru „Robotyka, cobotyka i automatyka”

Obszar związany z robotyką został wybrany ze względu na wciąż w dużej mierze słabo zbadany rynek takich rozwiązań i potencjalnie duży popyt na nie. W rolnictwie krajów rozwiniętych obserwuje się coraz dotkliwszy brak siły roboczej, nawet sezonowej i niewykwalifikowanej. Kolejnym trendem, co prawda postępującym względnie powoli, jest kumulowanie areału gruntów rolnych w większe gospodarstwa, co powoduje wzrost siły nabywczej szczególnie dużych gospodarstw, jak również dążenie do bardziej efektywnego zarządzania parkiem maszynowym i siłą roboczą. Większość obecnie dostępnych robotów w sektorze rolnym, to roboty specjalistyczne realizujące pojedyncze operacje, np. selektywne aplikacje pestycydów na chwasty, wsparte zawansowanymi technikami rozpoznawania chwastów na podstawie sensorów optycznych. Szacowane oszczędności herbicydów wahają się w granicach 5-15%. Pojawiają się również roboty do zbioru owoców, nawet zbioru selektywnego umożliwiającego wybór tylko dojrzałych owoców. Wiele firm eksperymentuje z mobilnymi platformami autonomicznymi, napotykając liczne bariery technologiczne, przede wszystkim napęd, zasilanie i telemetria, jednak liczba operacyjnych seryjnie oferowanych robotów do ciężkich prac

polowych jest znikoma. Pojęcie robota, traktowanego jako maszyna autonomiczna wykonująca automatyczne czynności, może być rozciągnięte na zespoły uprawowe z traktorem spalinowym jako jednostką napędową. Systemy sterujące do takich zespołów są od dość dawna dostępne i używane, jednak ich wykorzystanie napotyka pewne specyficzne bariery, takie jak niepełna uprawa na skraju i w narożnikach pól.

Scenariusz zakłada dwa warianty:

1. Wariant trzech rozwiązań cząstkowych, rozwijanych niezależnie w odrębnych projektach: robotyczny agregator danych, robot o zastosowaniu specjalistycznym lub kombinowanym oraz autonomiczny system do wczesnego wykrywania chorób/ patogenów;
2. Wariant kompleksowy obejmujący wszystkie trzy wymienione elementy w jednym produkcie autonomicznej platformy robotycznej.

W obu przypadkach procedura opracowywania innowacyjnego produktu jest podobna, lecz różni się zakresem prac, zaangażowaniem zespołu specjalistów, a więc i budżetem.

Przy wariacie wielu równoległych projektów specjalistycznych rozwiązania cząstkowe mogą być rozwijane równolegle i niezależnie od siebie pod warunkiem zapewnienia interoperacyjności wymiany danych – np. poprzez zastosowanie otwartych

standardów. Interoperacyjne komponenty do platform robotycznych mogą osiągać większy sukces rynkowy niż kompleksowe platformy, które są już rozwijane przez duże koncerny.

W scenariuszu nie uwzględniono magazynowania energii do systemów autonomicznych. Rozwój baterii jest obecnie realizowany przez dużych producentów, jak Tesla, i wydaje się poza zasięgiem polskich firm. Postęp w tej branży może pozytywnie wpłynąć na rozwiązania w tym scenariuszu.

W pierwszym etapie prac B+R scenariusz zakłada rozpoznanie specyfiki zastosowania robota w danej domenie, utworzenie *use case scenarios* oraz zdefiniowanie ogólnych wytycznych. Następnie powinno nastąpić rozpoznanie technologii sensorycznych, nawigacji i pozycjonowania oraz elementów i algorytmów wykonawczych a także opracowanie podzespołów platformy mobilnej oraz elementów wykonawczych i sterujących. Równoległe powinno się przeprowadzić badanie czystości patentowej rozwiązań mechanicznych i sterowania – zakończone przygotowaniem wniosku patentowego. W kolejnym etapie prac B+R połączonych z prototypowaniem zakłada się opracowanie koncepcji systemu informatycznego oraz algorytmów (m.in. decyzyjnych i sterowania) zakończone opracowaniem i budową prototypu robota wraz z jego

komponentami. Jest to również etap na patentowanie poszczególnych rozwiązań. Po etapie prac B+R powinno nastąpić wdrożenie pilotażowe robota – jego testowanie w warunkach laboratoryjnych, a końcowym etapem powinno być wdrożenie oraz komercjalizacja nowego produktu. Faza wdrożeniowa powinna rozpocząć się od przetestowania robota u *early adopters* i równoległe wykonywanych multitestów.

Scenariusz nie narzuca zakresu zastosowań platformy robotycznej. Ewolucja dostępnych technologii i premiery nowych produktów na rynku wymuszają elastyczność w poszukiwaniu aktualnych nisz w ofercie dużych producentów. Tworzona platforma robotyczna bądź jej komponenty powinny być dostosowane do aktualnego zapotrzebowania na realizację automatyzacji operacji w rolnictwie w perspektywie 5 lat. Innowacje technologiczne powinny być uzupełnione nowymi modelami biznesowymi, umożliwiającymi obniżenie bariery inwestycyjnej dla klienta i dotarcie do szerszego grona rolników posiadających gospodarstwa o średniej i małej sile ekonomicznej. Realizacja niniejszego scenariusza wymaga nakładów finansowych w wysokości 51 mln zł, w tym 34,4 mln zł ze środków publicznych i 16,6 mln ze środków prywatnych.

Tabela 6. Scenariusz rozwoju obszaru „Robotyka, cobotyka i automatyka”

Czas	12 m-cy	12-24 m-ce	12-24 m-ce	24-36 m-cy
Etap	Prace B+R	Cd. prac B+R oraz prototypowanie	Wdrożenie pilotażowe	Wdrożenie i komercjalizacja
Cel etapu	Utworzenie działającego prototypu do danego zastosowania	Rozwój algorytmów i prototypowanie	Sprawdzenie produktu w warunkach laboratoryjnych	Robot w produkcji seryjnej
Działania				
	<ul style="list-style-type: none"> Rozpoznanie specyfiki zastosowania robota w danej domenie: semantyka, istniejące/ nowe standardy, dostępne źródła i niezbędne przepływy danych; Utworzenie <i>use case scenarios</i> (przypadków użycia) opisujących szczegółowo krok po kroku interakcje robota z człowiekiem i jego funkcje wykonawcze. Zdefiniowanie wytycznych; Rozpoznanie technologii sensorycznych, nawigacji i pozycjonowania oraz elementów i algorytmów wykonawczych; Badanie czystości patentowej rozwiązań mechanicznych i sterowania oraz przygotowanie zgłoszeń patentowych; Opracowanie podzespołów platformy mobilnej, elementów wykonawczych i sterujących. 	<ul style="list-style-type: none"> Opracowanie koncepcji systemu informatycznego dla robota Smart Farming; Opracowanie algorytmów decyzyjnych pracy autonomicznej lub sterowania robotem; Testowanie i ulepszanie algorytmów w SandBox. Opracowanie i budowa prototypu robota włącznie z komponentami: chwytaki, manipulatory, platforma mobilna, implementacja analizy obrazu; Otoczenie pracy: ładowanie, systemy transportu, urządzenia na polu do ograniczania zasięgu pracy i obsługi robota; Patentowanie rozwiązań. 	<ul style="list-style-type: none"> Testy funkcjonalne i skalowanie (łączenie prototypów ze sobą); Testy pod kątem bezpieczeństwa. 	<ul style="list-style-type: none"> Pilotaż i wdrożenia u <i>early adopters</i> w kilku lokalizacjach; Multitesty w różnych konfiguracjach sprzętowych; Skalowanie i poprawa algorytmów; Stabilność systemów (testy); Opracowanie modeli biznesowych; Przygotowanie produkcji seryjnej; Promocja.
Rezultat etapu (fundament kolejnego etapu)				
	Prototyp robota działający w warunkach laboratoryjnych, rozwiązana problematyka algorytmów i sterowania wg specyfiki przeznaczenia robota.	Udoskonalony prototyp robota działający w warunkach laboratoryjnych, rozwiązana problematyka algorytmów	Prototyp robota przetestowany w warunkach laboratoryjnych.	Wprowadzenie produktu na rynek.

i sterowania wg specyfikacji przeznaczenia robota.			
Quick wins/produkty/usługi			
Prototyp robota.	Udoskonalony prototyp robota.	Prototyp robota do testów pilotażowych.	Robot w produkcji seryjnej.
Koszty/nakłady/ścieżki minimum			
10 lub 12 mln zł (10 mln zł na rozwiązanie kompleksowe lub 3-4 mln zł na każde z 3 rozwiązań cząstkowych: agregatory danych, roboty specjalistyczne, systemy do wczesnego wykrywania chorób).	6 lub 9 mln zł (9 mln zł na rozwiązanie kompleksowe lub 1-2 mln zł na każde z 3 rozwiązań cząstkowych: agregatory danych, roboty specjalistyczne, systemy do wczesnego wykrywania chorób).	6 mln zł (6 mln za rozwiązanie kompleksowe lub po 2 mln zł na każde z 3 rozwiązań cząstkowych).	24 mln zł (24 mln zł na rozwiązanie kompleksowe lub po 8 mln zł na każde z 3 rozwiązań cząstkowych).
Środki publiczne – 75% Środki prywatne – 25%.	Środki publiczne – 75% Środki prywatne – 25%	Środki publiczne – 70% Środki prywatne – 30%	Środki publiczne – 60% Środki prywatne – 40%

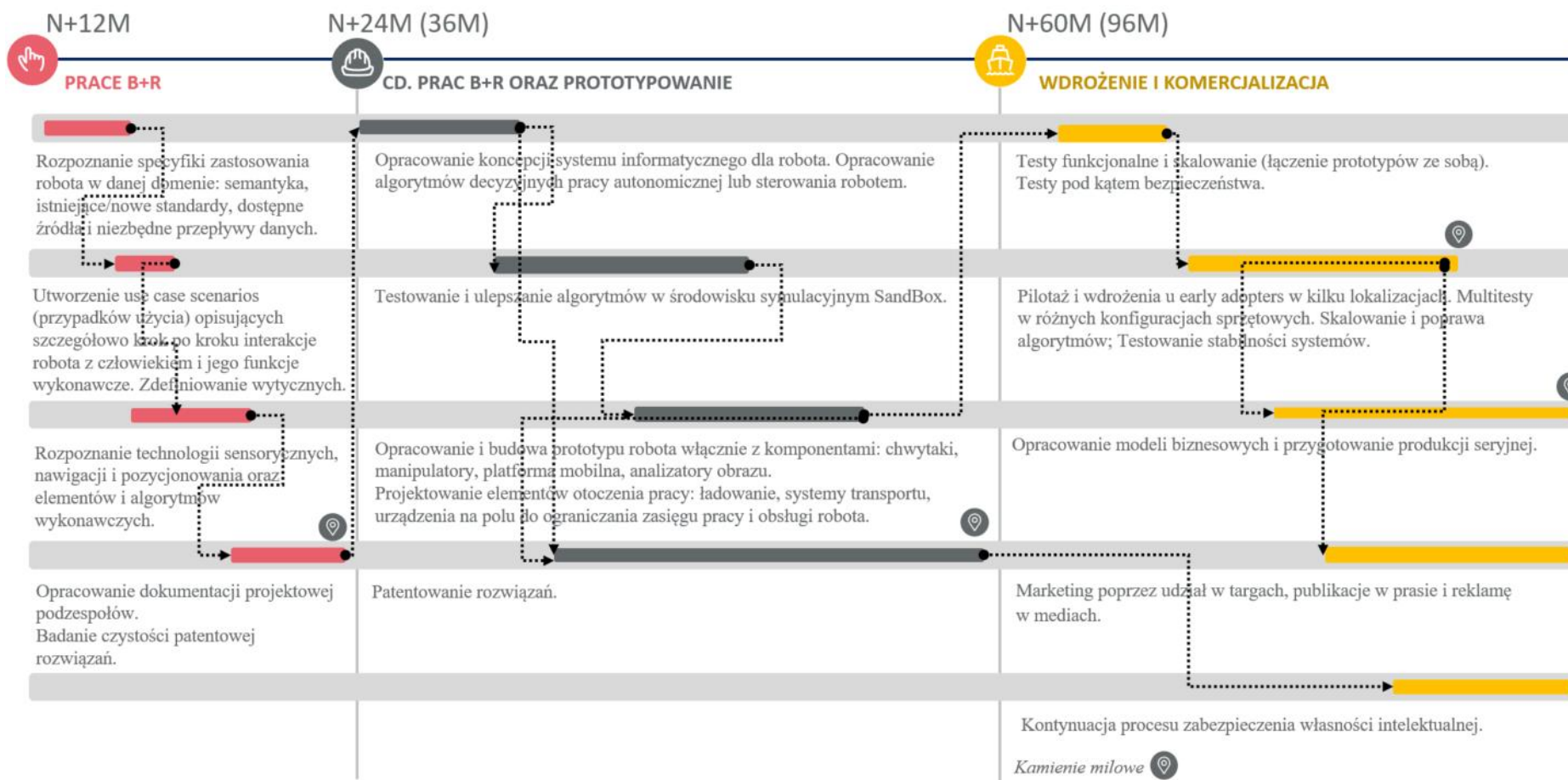
Nakłady łącznie: 46 – 51 mln zł, w tym:

1. Środki publiczne – 30,6 – 34,4 mln zł
2. Środki prywatne – 15,4 – 16,6 mln zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab

Rysunek 21. Schemat scenariusza rozwoju obszaru „Robotyka, cobotyka i automatyka”

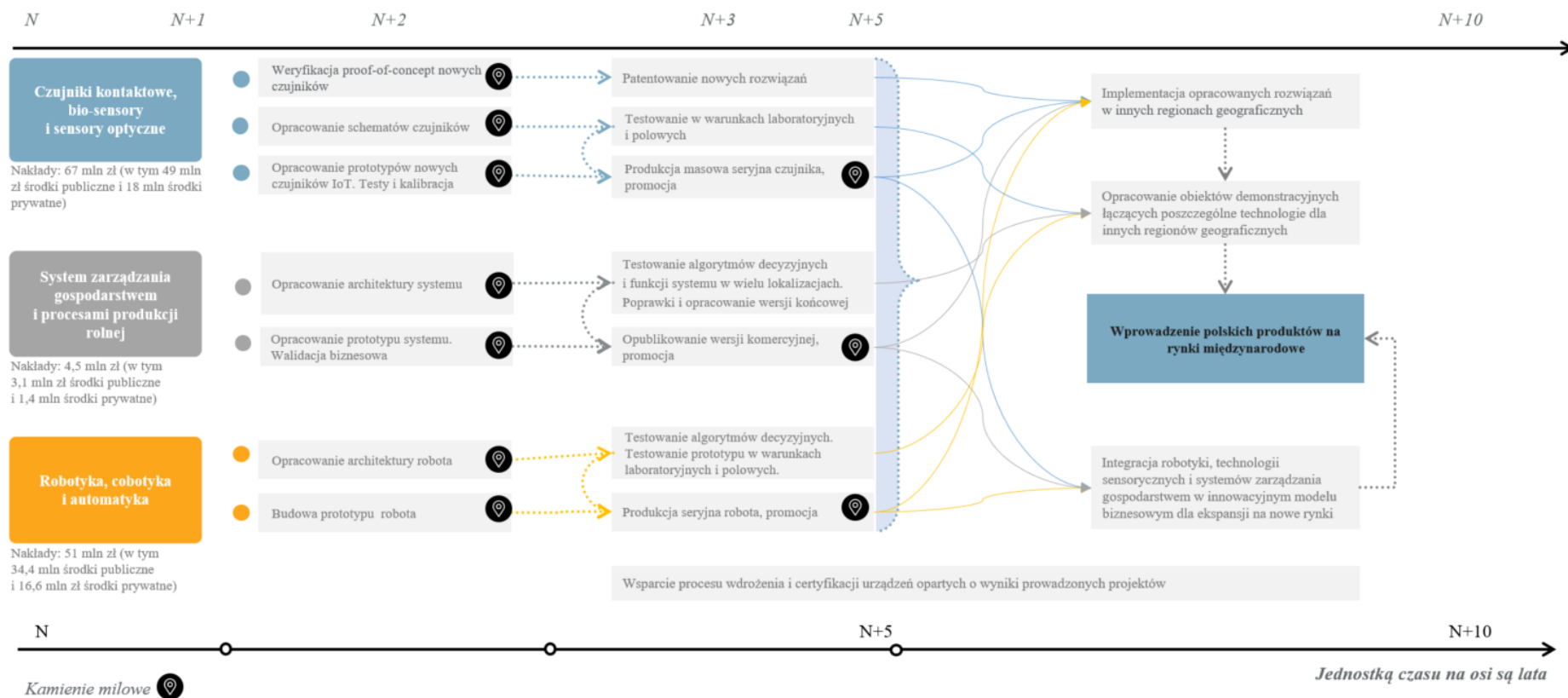
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab



9.2 Mapa drogowa

Poniżej przedstawiono Mapę drogową rozwoju rynków i technologii dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w perspektywie 5-letniej.

Rysunek 22. Mapa drogowa dla obszaru zaawansowanych technologicznie rozwiązań dla rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników spotkań Smart Lab



10. Ocena potencjału obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming) w kontekście KIS

Lista Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS), określających priorytetowe kierunki gospodarcze B+R+I obejmuje 15 pozycji. Wśród nich znajduje się grupa specjalizacji ściśle powiązanych z sektorem Smart Farming:

- KIS 2. INNOWACYJNE TECHNOLOGIE, PROCESY I PRODUKTY SEKTORA ROLNO-SPOŻYWCZEGO I LEŚNO-DRZEWNEGO
- KIS 9. SENSORY (W TYM BIOSENSORY) I INTELIGENTNE SIECI SENSOROWE
- KIS 12. AUTOMATYZACJA I ROBOTYKA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
- KIS 13. FOTONIKA

Lista KIS wyczerpuje zarówno składowe elementy produktów Smart Farming jak i cele zastosowania Smart Farming zwłaszcza KIS 2.I.3, 2.I.4 oraz 2.I.10, jak również pośrednio 2.II.1, 3 i 4; 2.IV.

2-9 oraz 2.V. Listy regionalne²⁷ są zróżnicowane i tylko 3 województwa przewidziały rozwój w kierunku nowych technologii w rolnictwie:

- łódzkie (innowacyjne rolnictwo i przetwórstwo rolno-spożywcze);
- opolskie (technologia rolno-spożywcza, zdrowa żywność);
- świętokrzyskie (nowoczesne rolnictwo i przetwórstwo spożywcze).

Większość RIS obejmuje zdrową żywność i technologie ICT. Przedsiębiorcy biorący udział w SL zwrócili uwagę, że tak zdefiniowane RIS, choć wypełniają założenia Smart Farming od strony technologicznej (maszyny, informatyka) lub celowej (zdrowa żywność, biogospodarka, zrównoważone rolnictwo), to brak bezpośredniego odniesienia do innowacji w rolnictwie może utrudniać pozyskiwanie środków na projekty rozwojowe.

²⁷ <https://regionalneinteligentnespecjalizacje.eu/>, data dostępu: 21.10.2019 r.



11. Wnioski i rekomendacje

Obszar prawny

1. Konieczne jest jasne uregulowanie własności danych pochodzących z rolnictwa, zwłaszcza na linii właściciel maszyny rolniczej – rolnik (jednoznaczne przepisy krajowe, dopóki nie zostanie opracowane prawodawstwo UE, najlepiej wskazujące rolnika jako właściciela)
2. Pomimo istnienia przepisów dot. ponownego wykorzystania danych publicznych oraz dostępu do nich, firmy napotykają duże przeszkody w rzeczywistym dostępie do danych. Instytucje publiczne zmieniają formaty i zasady czy choćby punkty dostępu, przez co narzędzia oparte na automatycznym pobieraniu treści stają się bezużyteczne i wywołują frustrację i niezadowolenie z produktu u konsumentów. Należy wprowadzić efektywnie zasady ponownego wykorzystania danych publicznych przez przedsiębiorców zgodnie z duchem Dyrektywy o otwartych danych i ponownym wykorzystaniu informacji sektora publicznego (2019/1024), znosząc istniejące bariery proceduralne i wprowadzając stałe formaty wymiany danych.
3. Sektor robotyki wymaga zaawansowanych rozwiązań bezpieczeństwa i ubezpieczeń od skutków awarii. Prawo powinno nakładać obowiązek na wszystkich producentów rozwiązań autonomicznych umieszczania łatwo dostępnych wyłączników robota.
4. Opracowanie i wdrożenie otwartych standardów wymiany danych dla maszyn i usług rolniczych, na podobieństwo zasad, na których oparto Dyrektywę INSPIRE: odgórnie obowiązujące standardy modeli danych, modeli usług oraz metadanych. Istniejące standardy OGC z grupy Sensor Web mogłyby być punktem wyjściowym.
5. Rolnik ma ograniczoną zdolność projektową i poza mechanizmem

Konieczne jest wprowadzenie standaryzacji danych przestrzennych, statystycznych, raportowania w sektorze publicznym i zapewnienie istnienia stałych, niezmiennych punktów dostępowych w formie portali usługi *open access*. Bez tego wykorzystanie tych danych w produktach i usługach jest utrudnione, a czasem niemożliwe

PROW „Współpraca” bardzo rzadko występuje jako partner w projektach badawczo-rozwojowych. Konieczne jest wprowadzenie statusu równoważnego przedsiębiorcy dla rolników, aby zwiększyć ich udział w projektach B+R jako użytkowników końcowych i dostarczycieli pól demonstracyjnych do fazy testowej nowych produktów.

Obszar organizacyjno-administracyjny

1. Postulowane jest skrócenie okresów oceny wniosków, które składają przedsiębiorcy, na projekty B+R w ramach programów wsparcia innowacji. Obecnie ocena projektów trwa zbyt długo (na poziomie 6 miesięcy), przez co konsorcja tracą czas i potencjalną przewagę konkurencyjną.
2. Konieczna jest zmiana systemu oceny i doboru recenzentów do projektów B+R oraz do programów wsparcia na bardziej restrykcyjny pod względem wymogów dorobku i specjalizacji. Zapewnienie wysokiej jakości recenzentów merytorycznych spowoduje, że oceny projektów będą merytoryczne i obiektywne.
3. Wprowadzenie nowych metod recenzowania, wykluczających subiektywne opinie recenzujących – np. wielokrotne iteracyjne oceny wniosków lub oceny anonimowane, umożliwi z jednej strony bardziej obiektywną ocenę, a z drugiej powinno ułatwić pracę samym oceniającym.
4. Mniej dokumentacji ze strony firmy do wniosków w instytucjach organizujących konkursy (np. NCBR) w przypadku, gdy dana firma już startowała w konkursach. W dzisiejszych realiach takie firmy nadal muszą przygotowywać pełne dokumentacje do wniosków projektowych o dofinansowanie pomimo, że te dokumenty są w posiadaniu danej instytucji (np. z poprzednich konkursów lub umów).
5. Konieczne jest dofinansowanie i reforma ODR poprzez transformację w kierunku specjalizacji – doradca jako broker informacji, a nie specjalista od wszystkiego.
6. Rozbudowa baz open data i open science i wprowadzenie zachęt dla naukowców do udostępniania danych badawczych w formie open science, tj. sprzedawania danych z badań naukowych na wolnym rynku na ustalonych z góry zasadach.
7. Przenalizowanie przez zainteresowane województwa zapisów w istniejących RIS i rozszerzenie zapisów o innowacje w technologiach rolniczych. W dzisiejszych opisach RIS są odwołania do celów zrównoważonego rolnictwa

i bezpiecznej zdrowej żywności oraz technologii ICT i maszyn, ale te domeny nie są ze sobą związane, co może utrudniać uzyskiwanie finansowania na innowacyjne projekty.

Finanse

1. Dofinansowanie nauki. Obecne finansowanie nauki jest w Polsce na poziomie 0,44% PKB, co powoduje w wielu przypadkach wstrzymanie programów statutowych nastawionych na badania podstawowe – kluczowe pod względem innowacyjnego potencjału. Niskie pensje w nauce nie sprzyjają rozwojowi kadry a obecny schemat finansowania nauki przez projekty B+R nie sprzyja prowadzeniu badań wysokiego ryzyka, potencjalnie prowadzących do nowych rozwiązań. Rekomenduje się zwiększenie środków na działalność statutową i badania podstawowe, w tym utrzymywanie doświadczeń wieloletnich, koniecznych do prowadzenia machine learning i AI.
2. Konieczne jest zapewnienie ciągłości realizacji projektu, tj. zapewnienie finansowania po fazie wdrożenia i pomoc w komercjalizacji produktu.
3. Należy wprowadzić dofinansowanie do projektów już dobrze ocenionych na wyższym poziomie np. w programie Horyzont 2020, ale nieuzyskujących finansowania ze

względu na ograniczony budżet naboru. Projekty takie mogłyby uzyskać finansowanie przez NCBR lub w ramach dedykowanego naboru na poziomie UE na zasadzie podobnie jak nabór FACCE EraNet.

Współpraca z nauką

1. Utworzenie programu sektorowego dedykowanego rolnictwu inteligentnemu. Przemawia za tym potrzeba silnego wsparcia z uwagi na specyfikę sektora:
 - Duża liczba zaangażowanych podmiotów o różnych specjalnościach (informatyka, elektronika, automatyka, mechanika, hydraulika, biotechnologia, agronomia);
 - Rozproszona struktura drobnych wykonawców prac B+R (głównie mikroprzedsiębiorstwa);
2. Zapotrzebowanie na badania podstawowe niezbędne w fazach wstępnych prac nad nowymi technologiami. Do zwiększenia udziału naukowców i jednostek naukowych w innowacjach konieczne jest opracowanie i wdrożenie systemu rozliczania naukowców z zaangażowania w prace wdrożeniowo-doradcze. Obecnie polska nauka nie dysponuje punktowanymi przez MNiSW narzędziami do rozprzestrzeniania innowacji w środowisku mikro, małych i średnich przedsiębiorstw oraz rolników, którzy wytwarzają blisko 70% krajowego PKB i są

największym pracodawcą. Z tego powodu oraz w związku z brakiem środków dedykowanych na ten cel, jednostki naukowe nie podejmują działań upowszechniających. Ponadto obecne kryteria oceny jednostek i awansu naukowego preferują publikacje w wysoko punktowanych, zwykle anglojęzycznych i zagranicznych czasopiśmie naukowych. Dostęp do tych publikacji dla przeciętnego odbiorcy nie jest możliwy bez znajomości języka i wniesienia odpowiedniej opłaty.

3. Brak jest kluczowego źródła finansowania działalności B+R w jednostkach naukowych, czyli środków na badania statutowe (Definicja: działalność statutowa, to realizacja określonych w statucie jednostki naukowej zadań związanych z prowadzeniem przez nią w sposób ciągły badaniami naukowymi lub pracami rozwojowymi). Są one obecnie przekazywane w formie dotacji podmiotowej przez MNiSW. Środki na tzw. działalność statutową są niezbędne do finansowania badań wyprzedzających, z reguły obciążonym większym ryzykiem, a będących źródłem innowacji i „zaczynem przyszłych projektów”, zmierzających do tworzenia rozwiązań wykraczających poza obecny poziom technologii i zapotrzebowanie rynku.

Inne

1. Dedykowany nabór na opracowanie innowacyjnych rozwiązań zasilania, niezbędnych w wielu obszarach pojazdów autonomicznych.
2. Bardzo dobrą inicjatywą jest Platforma Przemysłu Przyszłości, która wspiera działania rozwijające przemysł 4.0 w naszym kraju. Beneficjentami zmian technologicznych będą także firmy produkcyjne z branży rolniczej. Należy wspierać działanie fundacji.
3. Wszystkie możliwe formy zachęty przedsiębiorców i zaprezentowanie im możliwych scenariuszy rozwoju branży są istotne. Pomoc w pokonaniu bariery ryzyka i wsparcie w zakresie przeprowadzania demonstratorów i projektów inwestycyjnych związanych z rozwojem technologicznym również uważa się za niezwykle ważne działanie wspierające. Należy kontynuować istniejące formy wsparcia i wsłuchiwać się w głos przedsiębiorców czy można je ulepszyć oraz poszukiwać nowych form promujących alternatywne modele biznesowe ułatwiające start i ekspansję polskich firm na rynku światowym. Zaleca się prowadzenie regularnych cykli konsultacji z przedsiębiorcami na temat aktualnych barier i potrzeb. Zalecane jest prowadzenie ankiet umożliwiających opiniowanie

naborów wniosków na
dofinansowanie dla uczestniczących

przedsiębiorstw po zakończeniu
naboru.



12. Spis tabel i rysunków

Spis tabel

Tabela 1. Główni gracze na rynku polskim	51
Tabela 2. Wyniki analizy SWOT.....	59
Tabela 3. Przegląd dostępnych źródeł wsparcia niekomercyjnego	64
Tabela 4. Scenariusz rozwoju obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”	77
Tabela 5. Scenariusz rozwoju obszaru „System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej”	83
Tabela 6. Scenariusz rozwoju obszaru „Robotyka, cobotyka i automatyka”	88

Spis rysunków

Rysunek 1. Schemat prezentujący metodykę prac nad BTR dla obszaru rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)	21
Rysunek 2. Wielkość i lokalizacja firm sektora rolniczego biorących udział w SL	22
Rysunek 3. Prognozowany wzrost zapotrzebowania na żywność do roku 2050	27
Rysunek 4. Potencjał plonowania wybranych upraw	28
Rysunek 5. Potencjał wzrostu produktywności rolnictwa w Afryce	28
Rysunek 6. Inwestycje w sektorze AgTech do roku 2016	31
Rysunek 7. Liczba gospodarstw rolnych korzystających z usług cyfrowych dla rolnictwa w Afryce	32
Rysunek 8. Udział dużych koncernów w rynku IoT dla rolnictwa	34
Rysunek 9. Nowe produkty w sektorze IoT dla rolnictwa	35
Rysunek 10. Priorytety inwestycyjne w obszarze rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)	38
Rysunek 11. Wartość rynku IoT w rolnictwie	39
Rysunek 12. Prognoza ilości danych generowanych w gospodarstwach rolnych.....	39
Rysunek 13. Liczba udzielonych patentów na świecie w dziedzinie inżynierii rolniczej.....	45
Rysunek 14. Liczba gospodarstw rolnych i powierzchnia użytków rolnych w dobrej kulturze rolnej według grup obszarowych użytków rolnych	47
Rysunek 15. Struktura gospodarstw rolnych w Polsce w podziale na ich wielkość ekonomiczną	48
Rysunek 16. Traktor z sensorem CLAAS CROP	50
Rysunek 17. Inwestycje venture capital w różne segmenty AgTech	57
Rysunek 18. Analiza PESTEL dla branży rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)	62
Rysunek 19. Schemat scenariusza rozwoju obszaru „Czujniki kontaktowe, bio-sensory i sensory optyczne”	79
Rysunek 20. Schemat scenariusza rozwoju obszaru „System zarządzania gospodarstwem i procesami produkcji rolnej”	85
Rysunek 21. Schemat scenariusza rozwoju obszaru „Robotyka, cobotyka i automatyka”	90
Rysunek 22. Mapa drogowa dla obszaru zaawansowanych technologicznie rozwiązań dla rolnictwa inteligentnego (Smart Farming)	91



13. Spis źródeł

1. AgFunder, 2018, AgriFood Tech Investing Report, 2018 Year Review AgFunder, pp: 60;
2. BIS Research, 2018, Global IoT in Agriculture Market – Analysis and Forecast (2018-2023);
3. Cambra Baseca C. 1, Sendra S. 2,3, Lloret J. 3 and Tomas J., 2019. A Smart Decision System for Digital Farming. *Agronomy* 2019, 9, 216;
4. CTA 2019, Digitalisation for agriculture report – Africa CTA, pp: 44;
5. Debaene G., Niedźwiecki J., Wawer R., 2014, Zastosowanie metod chemometrycznych do określania właściwości gleb mineralnych Polski, Raport końcowy projektu statutowego IUNG-PIB;
6. Dębczyński J., Esz A., Gajewski M., Romańczuk G., Szczucki J., Wielec Ł., 2018, Benchmarking klastrów w Polsce – edycja 2018. Raport ogólny, PARP, pp: 99;
7. DeClerc M., Vats A., Biel A., 2018, Agriculture 4.0: the future of farming technology, World Government Summit, UN, pp: 30;
8. Dembek W., Kuś J., Wiatkowski M., Żurek G., 2016, Innowacyjne metody gospodarowania zasobami wody w rolnictwie, ISBN: 978-83-88082-18-4: 165-182;
9. E. Gelb, A. Maru, J. Brodgen, E. Dodsworth, R. Samii, V. Pesce, 2008, Adoption of ICT Enabled Information Systems for Agricultural Development and Rural Viability. The AFITA, IAALD and WCCA Conference in Atsugi Japan, Pre-Conference workshop summary, August 2008, GFAR, pp: 30;
10. EIP-AGRI, 2019, EIP-AGRI Seminar Multi-level strategies for digitising agriculture and rural areas. Final Report, EIP-AGRI, pp: 24;
11. Emorphis Technologies, 2017, What is Smart Farming – Everything you want to know about it, <https://blogs.emorphis.com/what-is-smart-farming/>;
12. FAO, 2019, FAO Soil Portal, <http://www.fao.org/soils-portal/en/>;
13. Figiel Sz., Kufel J., Kuberska D., 2011, Uwarunkowania rozwoju klastrów rolniczożywnościowych w Polsce, Seminarium, 21.12.2011, Warszawa;
14. Fi-Ware webpage, 2019, www.fiware.org;
15. Garner Insights, 2019. Global Farm Software Management Solution Market Growth (Status and Outlook) 2019-2024., pp: 118;
16. Goedde L., Ooko-Ombaka A., Pais G., 2019, Winning in Africa’s agricultural market, McKinsey&Company brochure, pp: 13;
17. Gozdowski D., Samborski S., Sioma S., 2007, Rolnictwo precyzyjne, Wyd. SGGW, pp:136;
18. GUS 2018, Rocznik Statystyczny Rolnictwa, pp: 453;
19. GUS, 2016, Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2016 r., GUS, pp: 391;
20. GUS, 2019, Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2017/18, pp: 9;

21. GUS, 2019. Koniunktura w gospodarstwach rolnych w II półroczu 2018 r., pp: 11;
22. HGCA, 2009, Precision Farming Glossary, HGCA, pp: 24;
23. ISO focus May-June 2017, Smart Farming <http://iso.org.iso/focus>, pp: 27;
24. Kritikos M., 2017, Precision agriculture in Europe. Legal, social and ethical considerations, European Parliamentary Research Service, PE 603.207, pp: 80;
25. Laugerrette T., Stockel F., Eliaz S., Ming Li J., Uhlmann S., Violin B., 2016, From Agriculture to AgTech An industry transformed beyond molecules and chemicals Monitor Deloitte, pp:24;
26. Mallory A., Giuliani D., 2019, Technology for agriculture in Africa: a fourth revolution without a third?, Briter, <https://briterbridges.com/agriculture-in-africa-a-fourth-revolution-without-a-third/>;
27. Ministerstwo Cyfryzacji, 2019, IoT w polskiej gospodarce. Raport grupy roboczej do spraw internetu rzeczy przy ministerstwie cyfryzacji, pp: 112;
28. Mulla D., 2013, Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps, Biosystems engineering 114:358-371;
29. PARP, 2012, Kłustry w Polsce. Katalog., PARP, pp: 122;
30. Patil, Basavaraj & Chetan, H., 2017, Role of remote sensing in precision agriculture, Marumegh Kisaan E-Patrika, 2. 34-37;
31. PrecisionAg, 2019, Europe: A Look at Precision Agriculture Adoption in Poland, <https://www.precisionag.com/market-watch/europe-a-look-at-precision-agriculture-adoption-in-poland/>;
32. RoboHub, 2019, \$87 million in European robotic projects funded, <https://www.therobotreport.com/87-million-in-european-robotic-projects-funded/>;
33. S. Liaghat and S.K. Balasundram, 2010, A Review: The Role of Remote Sensing in Precision Agriculture, American Journal of Agricultural and Biological Sciences 5 (1): 50-55;
34. Samborski S. (ed), 2018, Rolnictwo precyzyjne, Wyd. PWN, pp:522;
35. Schrijver R., Poppe K., Dewar D., Kampenaar C., Lokhorst K., Bogaart M-C., van der Waal T., De Baerdmaker J., Quinn J., 2016, Precision Agriculture and the Future of Farming in Europe. Technical Horizon Scan, European Parliamentary Research Service, PE 581.832, pp: 274;
36. Sozzi M., Cogato A., Nale S., Gatto S., 2018, Patent trends in agricultural engineering, Engineering for rural development, Jelgava, 23.-25.05.2018, pp: 5;
37. Stuczyński T., Kozyra J., Łopatka A., Siebielec G., Jadczyzsyn J., Koza P., Doroszewski A., Wawer R., Nowocień E., 2007, Przyrodnicze uwarunkowania produkcji rolniczej w Polsce, Studia i Raporty IUNG–PIB, 2007, 7: 77–115;
38. Syropoulou P., Symeonidou M., Tekes S., Wawer R., Kazantzidis A., Crnojevic V., Bruggeman A., 2017, Developing an intelligent Decision Support System for environmentally optimized irrigation management using Sensors, Remote Sensing and Meteorological Forecast, Journal of Agricultural Informatics (ISSN 2061-862X) 2017 Vol. 8, No. 2:22-32;

39. Tzounis, Antonis & Katsoulas, Nikolaos & Bartzanas, Thomas & Kittas, Constantinos, 2017, Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges, *Biosystems Engineering*, 164. 31-48;
40. Urząd Patentowy Rp, 2018. Raport Roczny 2018, pp: 134.
41. Van Zyl O., Alexander T., De Graaf L., Mukherjee K., Kumar V., 2012, ICTs for agriculture in Africa;
42. Wawer R., 2015, Innowacyjne narzędzie w wspomaganie decyzji w nawadnianiu upraw – system ENORASIS, Kongres Innowacji Kraków;
43. Wawer R., Kozyra J., 2017, The vulnerability of Belarussian agriculture towards climate change, *ClimaEAST report*, pp: 65;
44. Wawer R., Matyka M., Łopatka A., Kozyra J., 2016, Systemy wspomaganie decyzji w nawodnieniach upraw rolniczych;
45. Wawer R., Tirry D., 2010, NatureSDIplus D3.4 Data Exchange Models. Pilot application schemas for INSPIRE biodiversity themes, *NatureSDIplus deliverable*, DGINFSO;
46. Wawer R., Vandembroucke D., 2010, Summary Report on the Status of Environmental Monitoring and Reporting in Europe, *NESIS deliverable*, http://www.nesis.eu/documents/d3.1.sop_report_revised%20version_v6.1_100331.pdf, *NESIS deliverable*, DGINFSO;
47. Wigier M., 2013, Model rozwoju rolnictwa polskiego w świetle efektów realizacji WPR, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 2013;334(1):22–41;
48. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M-C., 2017, Big Data in Smart Farming – A review, *Agricultural Systems* 153: 69-80;
49. Yonazi E., Kelly T., Halewood N., Blackman C., 2012, *Transform Africa: The Transformational Use of ICTs in Africa*;
50. Zarco-Tejada P. J., Hubbard N., Loudjani P., 2014, Precision agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the cap 2014-2020. In-depth analysis, European Parliament, Directorate-General for Internal Policies, Policy Department b: structural and cohesion policies, agriculture and rural development, PE 529.049, pp: 57.



Infolinia: 801 332 202
info@parp.gov.pl

Obserwuj nas także na:

