

Koncepcja inteligentnego systemu zarządzania plantacją

Julia Dąbrowska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: dabrowskajulia1@gmail.com

Agnieszka Pruszyńska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: agnieszka.pru98@gmail.com

Michał Śnietka

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: m.snietka@o2.pl

Streszczenie

W artykule opisano możliwości wykorzystania Internetu Rzeczy w rolnictwie oraz innych gałęziach przemysłu. Szczegółowo opisano proponowaną przez autorów koncepcję Inteligentnego Systemu Zarządzania Plantacją uwzględniając moduły aplikacji, przepływ informacji oraz ewentualne możliwości rozbudowania pomysłu. Zaprezentowano niezbędne zasoby ludzkie, intelektualne i materialne do jego wdrożenia. Przedstawiono również przykład użytkowania systemu w gospodarstwie rolnym.

Słowa kluczowe

rolnictwo 4.0, Przemysł 4.0, Internet Rzeczy, zarządzanie plantacją

Wstęp

Zwiększenie zysków i zmniejszenie wydatków jest jednym z głównych celów każdego z przedsiębiorstw funkcjonujących na rynku. Ciągły postęp technologiczny, rozwój techniki i stale zwiększająca się konkurencja wymuszają wykorzystywanie inteligentnych rozwiązań, które oferuje Przemysł 4.0 [Lorencowicz, 2018, s. 104].

Rozwiązania z zakresu czwartej rewolucji przemysłowej dały początek Rolnictwu 4.0. Wykorzystanie elementów łańcucha technologicznego połączonych ze sobą w sposób cyfrowy jest jednym z wielu wyzwań stojących przed rolnikami w dzisiejszych czasach [Sadowski, 2020, s. 8]. W artykule zastosowano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa oraz metodę heurystyczną. Celem artykułu jest przedstawienie innowacyjnego rozwiązania z zakresu rolnictwa precyzyjnego i przegląd literatury dotyczącej rolnictwa 4.0.

1. Przemysł 4.0 w rolnictwie

Pojęcie Przemysłu 4.0 zostało zapoczątkowane w 2011 roku podczas Niemieckich Targów Hanowerskich. Przyjęto, że maszyny wchodzące w skład urządzeń kwalifikujących się do czwartej rewolucji przemysłowej powinny pracować w trybie autonomicznym oraz zawierać elementy sztucznej inteligencji. Takie właściwości zapewniają urządzeniom samodzielną pracę, samokonfigurację, samokontrolę czy naprawianie bez pomocy człowieka. Przemysł 4.0 zwiera m.in. następujące elementy: przemysłowy Internet Rzeczy, produkcję wykorzystującą dane przechowywane w chmurze, inteligentne fabryki, systemy cyber-fizyczne czy społeczny rozwój produktu [Wittbrodt, Łapuńska, 2017, s. 793-794].

Czwarta rewolucja przemysłowa nie byłaby możliwa bez zastosowania sieci połączeń należących do Internetu Rzeczy (ang. Internet of Things – IoT). Najważniejszymi z nich są platformy, takie jak [Ożadowicz, 2014, s. 89-90]:

- WiFi – powszechnie znane, jako sieć bezprzewodowa małego zasięgu, która zapewnia połączenie do sieci Internet dzięki modułom mobilnej obsługi i sterowania, takim jak smartfon bądź laptop;
- sieci komórkowe 2G, 3G, 4G i 5G – używane do połączeń bezprzewodowych między modułami GSM, UMTS, HSDPA, LTE wraz z czujnikami. Aby zapewnić komunikację, niezbędne jest, aby urządzenia posiadały kartę SIM;
- ZigBee – technologia wspierająca komunikację sieci typu mesh, szczególnie używana przy łączach posiadających niską przepustowość. Wyróżnia ją oszczędność energii w urządzeniach transferujących dane z bateryjnym dostarczaniem prądu;
- 6LoWPAN (ang. IPv6 over Low Power Wireless Personal Area Networks) – protokół zalecany przy wdrażaniu bardzo małych urządzeń podczas łączenia w strukturze Internetu Rzeczy;

- Bluetooth – protokół wykorzystywany do przesyłania danych wśród modułów umieszczonych w bliskich odległościach, umożliwia transmisję danych z dużą szybkością;
- RFID – jest to technologia bezprzewodowej komunikacji danych opierająca się na transmisji danych za pomocą fal radiowych, co umożliwia przysłanie niewielkiej ilości danych, takich jak identyfikator przedmiotu. Należy wspomnieć, że ta technologia pozwala na odczyt wielu etykiet z identyfikatorami w tym samym polu.

Wszystkie powyższe technologie komunikacji zapewniają kompleksowe wsparcie przesyłania informacji w czasie rzeczywistym dla autonomicznych urządzeń klasyfikujących się do Przemysłu 4.0 [Ożadowicz, 2014, s. 90].

Ze względu na funkcjonalność oraz wszechstronne wykorzystanie tych technologii, rozwiązania Przemysłu 4.0 są stosowane w wielu branżach [Lipski, 2015, s. 756]. Jednym z sektorów gospodarki, w którym szczególnie istotne mogą być technologie na miarę czwartej rewolucji przemysłowej jest rolnictwo. Rozwój konkurencji wymusza coraz szybsze i sprawniejsze działanie. Cyfryzacja procesów występujących w rolnictwie jest nieunikniona, stąd też w ślad za pojęciem Przemysłu 4.0 wyodrębniono kolejne, zwane Rolnictwem 4.0 [Lorenkowicz, 2018, s. 104].

Pojęcie Rolnictwa 4.0 odnosi się do połączenia technologii na miarę Przemysłu 4.0, takich jak Internet Rzeczy, Big Data czy sztuczna inteligencja w sektorze rolniczym. Na istotność i rozwój Rolnictwa 4.0 wpłynęły nie tylko trendy związane z prowadzonymi badaniami i upowszechnianiem nowoczesnej technologii, ale również kwestie środowiskowe dotyczące racjonalnego gospodarowania zasobami czy unikania marnotrawstwa [Zhai i in., 2020, pp. 2-3].

Rozwiązania Rolnictwa 4.0 mają na celu przede wszystkim ułatwienie lub całkowite zastąpienie pracy ludzkiej przy jednoczesnym rozsądnym wykorzystaniu zasobów. Sposób pracy oraz funkcjonowania danego narzędzia wykorzystywanego w ramach Rolnictwa 4.0 zależy od jego przeznaczenia. Działalność agrobiznesu dotyczyć może pracy związanej z uprawą roślin lub hodowlą zwierząt. W niniejszym artykule podjęto rozważania na temat Rolnictwa 4.0 w zakresie uprawy roślin.

Dostarczenie płodów rolnych na szeroką skalę wiąże się z szeregiem obowiązków oraz decyzji. W związku z tym nowoczesne rozwiązania na miarę Rolnictwa 4.0 dotyczyć mogą różnych obszarów. Autorzy artykułu zdefiniowali trzy sfery, w których kluczowe jest wprowadzanie nowoczesnych narzędzi, zgodnych z ideą Rolnictwa 4.0: podejmowanie decyzji, monitorowanie uprawy i zasobów oraz prace polowe (rys. 1).



Rys. 1. Obszary wprowadzania narzędzi Rolnictwa 4.0 w zakresie uprawy roślin

Źródło: opracowanie własne.

Jak zobrazowano na rysunku 1, wyodrębnione przez autorów sektory funkcjonują oddzielnie, jednak są ze sobą powiązane. Oprócz tego stanowią one istotne obszary, które powinny być wspierane przez nowoczesne technologie, które pozwalają prowadzić uprawy zgodnie z pojawiającymi się standardami dotyczącymi kwestii środowiskowych oraz technologicznych.

Podejmowanie decyzji w inteligentnych systemach odbywa się na podstawie dostarczonych do systemu informacji. Wykonuje on wtedy określoną sekwencję działań. Możliwe jest ich odpowiednie zaprogramowanie uwzględniając najkorzystniejsze warunki do uprawy czy hodowli. Rolnicy napotykać trudności w uwzględnieniu informacji technologicznych, czy ekonomicznych przy faktycznym działaniu [Czarczyk, 2013]. Odpowiedzią na ten problem jest rozwiązanie, takie jak system podejmowania decyzji ADDS - agricultural decision support system. Jest to tak zwany “ludzki komputer”, który pomaga rolnikom analizując dane z różnych źródeł i wykonując listy porad wspomagające decyzje rolnika [Zhai i in., 2020, pp. 2].

Nowe technologie, czy zwiększone możliwości produkcyjne to tylko jedno z czynników wymuszających nowy sposób zarządzania zwany Rolnictwem 4.0 [Lorenecowicz, 2018, s. 104]. Umożliwiają one zmniejszenie ilości fizycznej pracy wykonywanej przez farmerów. Działanie te najczęściej dotyczy prac polowych - wszelkiego rodzaju aktywności wykonywanych na obszarze pól i podejmowanych przez rolników w celu jego uprawy. Przykładem rozwiązań odciążających właścicieli pól uprawnych od fizycznej pracy są systemy wykorzystujące zaawansowaną optykę oraz układy przetwarzające sygnał. Redukują one zużycie substancji chwastobójczych na plantacjach. Ich działanie polega na punktowym rozprowadzeniu środka

chwastobójczego, wówczas gdy zaistnieje taka potrzeba. Zastosowanie takich systemów wpływa korzystnie na środowisko naturalne [Zawada i in., 2019, s. 13]. Uprawa roślin może być również wspomagana poprzez autonomiczne roboty. Poprzez ich eksploatację zastępowana jest w pełni praca ludzka związana z podlewaniem, siewem oraz zbieraniem roślin. Wymagają one jedynie nadzoru ze strony człowieka. Implementacja takich robotów na wielkopowierzchniowych farmach jest opłacalna, gdyż pozwala osiągnąć do kilkudziesięciu razy większą wydajność plonów [Boguski, 2019, s. 143-144].

Monitorowanie upraw i zasobów to rozwiązanie wykorzystujące technologię wspomagającą identyfikowanie potrzeb roślin oraz zbieranie i przechowywanie tych informacji. Na ich podstawie tworzone są raporty i statystyki wspomagające proces decyzyjny rolnika [Dewi i Chen, 2019, p. 33]. Rozwiązaniami doskonale wpisującymi się w ideę Rolnictwa 4.0 są automatyczne systemy nawadniania pól. W rolnictwie istotną kwestią jest odpowiednie nawadnianie uprawy. W związku z tym powstały nowe technologie, dzięki którym możliwe jest utrzymanie odpowiedniego poziomu wilgotności gruntu [<https://agrosimex.pl/>, 23.02.2021]. Odpowiednia ilość wody w glebie zapewnia wydajniejsze zbiory oraz lepszą jakość [Wawer, 2020, s. 80]. Istotną rolę w nowoczesnym rolnictwie odgrywają również różnego rodzaju czujniki. Za ich pomocą można dokonywać pomiaru różnorodnych parametrów, na przykład poziomu wilgotności, pH gleby czy zawartość azotanów [<https://www.conrad.pl/>, 23.02.2021]. Wykorzystanie urządzeń do analizy gleby pozwala na szybką reakcję na potrzeby roślin, a poprzez to zwiększa wydajność plonów.

2. Przedstawienie koncepcji inteligentnego systemu zarządzania plantacją

Opracowana przez autorów artykułu koncepcja dotyczy inteligentnego systemu zarządzania plantacją. Analizowany system skierowany jest szczególnie do rolników zajmujących się uprawą roślin krzewiastych, gdyż taka uprawa jest usytuowana przez wiele lat w jednym miejscu, przez co zasadne jest automatyzowanie prac i usprawnianie działania na plantacji. Działanie systemu opiera się głównie na:

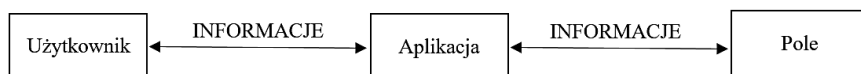
- aplikacji służącej do zarządzania czynnościami polowymi;
- fizycznym podziale plantacji na sektory;
- modułach odpowiadających za odpowiednie zdarzenia na plantacji.

Rolnik z poziomu aplikacji inicjuje oraz zarządza procesami, które zachodzą fizycznie w miejscu uprawy. Może on również zdecydować, aby aplikacja bez jego ingerencji samoistnie wywoływała pewne działania na plantacji.

Podział miejsca uprawy na sektory oparty jest na serii umiejscowionych w glebie czujników. Ich zadaniem jest bieżący pomiar wskazanych przez rolnika parametrów, a także przesyłanie uzyskanych wyników do aplikacji użytkownika. Transfer informacji oparty jest na bezprzewodowej łączności.

Moduły odpowiadające za zdarzenia na plantacji to systemy, których rolą jest zainicjowanie odpowiednich czynności na polu, na przykład dystrybucji wody do obszarów o niskim wskaźniku zawilgocenia podłoża lub oprysk sektorów pola, w których wykryto chwasty. Na moduł składa się system zainstalowany fizycznie na plantacji, poprzez który realizowane są na niej odpowiednie operacje oraz zestaw funkcjonalności w aplikacji, poprzez który użytkownik zarządza tym systemem.

Wymienione elementy są ze sobą zintegrowane. Na rysunku 2 przedstawiono schemat, który obrazuje przepływ informacji między użytkownikiem a aplikacją oraz aplikacją a polem.



Rys. 2. Przepływ informacji w proponowanym systemie zarządzania plantacją

Źródło: opracowanie własne.

Użytkownik poprzez aplikację może zarządzać operacjami wykonywanymi na plantacji. Ponadto gromadzone są w niej dane historyczne, które wspomagają decyzje użytkownika, na przykład w dostosowaniu ilości zasobów do potrzeb. Z kolei te informacje zostają wcześniej przesłane do aplikacji z pola.

Koncepcja inteligentnego systemu zarządzania plantacją zakłada zarządzanie procesami i pracą na polu w sposób zautomatyzowany oraz inteligentny. Praca na plantacji możliwa jest z dowolnego miejsca. Co więcej, system jest elastyczny, gdyż moduły nie są na stałe przypisane do systemu, lecz są wybierane przez rolnika na etapie implementacji. Przykładowo, jeżeli rolnik chce jedynie kontrolować plony przed insektami, zakupuje jeden moduł odpowiedzialny za dystrybucję środków owadobójczych. Zaimplementowane są wówczas czujniki wykrywania insektów, poprzez które kontrolowany jest poziom bezpieczeństwa uprawy.

Zaletą opisywanego systemu jest możliwość unowocześniania wyposażenia modułów, na które składają się zbiorniki z substancjami, np. nawozami lub wodą. Możliwe jest bowiem wdrożenie systemu fotowoltaicznego lub zbiorników retencyjnych, co przekłada się na ekologiczne pozyskanie zasobów w miejscu uprawy.

Projekt przedstawia rozwiązanie systemowe, które opiera się na technologii już powstałej. Innowacją opisywanego systemu jest nowe połączenie tych technologii. Do wdrożenia rozwiązania potrzebne są:

- aplikacja,
- czujnik,
- mikrokontrolery IoT,
- sieć bezprzewodowa,
- oprogramowanie w chmurze lub na innym serwerze.

Dodatkowo można unowocześniać opisane rozwiązanie poprzez implementację paneli fotowoltaicznych lub połączenie zbiornika z wodą ze zbiornikiem retencyjnym.

Obszarem, który wymaga dodatkowych badań jest dystrybucja zasobów z modułów w odpowiednie lokalizacje na plantacji. Badania dotyczyłyby rozwiązań konstrukcyjnych a ich celem byłyby przykładowo połączenie modułów w jeden lub zastosowanie oddzielnych systemów dystrybucji, narzędzi dystrybuujących zasoby, np. zraszacze czy rury.

3. Przedstawienie zasobów niezbędnych do wdrożenia pomysłu na rynek

Do stworzenia koncepcji inteligentnego systemu zarządzania plantacją autorzy zaplanowali potrzebne zasoby ludzkie i materialne. Podczas wdrażania koncepcji do rolnictwa przewidziano prace, które muszą zostać wykonane przez wysoko wyspecjalizowane osoby.

Wyszczególnione niezbędne do podjęcia działań zasoby ludzkie, na przykład zespół programistów, który stworzy system pozwalający na łączność bezprzewodową czujników, sensorów i zaworów. Ponadto programiści powinni wykonać aplikację, która pozwoli odczytywać informacje z pola i ewentualnie nim zarządzać. Następnie, do realizacji projektu potrzebny jest specjalista odpowiedzialny za marketing, który będzie pracował nad komercjalizacją rozwiązania, a zadaniem specjalisty ds. handlu jest kupno niezbędnych części oraz sprzedaż gotowego wyrobu. Po wykonaniu projektu monterzy powinni umieścić gotową instalację w określonych miejscach na polu rolniczym oraz zamontować ewentualne zbiorniki retencyjne. Nad częścią techniczną będzie czuwać hydraulik oraz ekspert ds. roślin. Gdy wszystkie czynności zostaną zakończone, elektromechanicy zajmują się podłączeniem prądu do urządzeń elektrycznych.

Zasoby materialne, niezbędne do realizacji projektu, obejmują czujniki będące filarem projektu, mające za zadanie odczytywanie informacji dotyczących pola,

stanu wody i nawozów. Do sterowania systemem konieczne jest zakupienie odpowiedniej wielkości chmury publicznej potrzebnej do analizy danych z poziomu tabletu czy telefonu. Niezbędne jest zatem zapewnienie elementów elektronicznych, takie jak sterowniki do obsługiwanie zależnych od nich urządzeń. Środki chemiczne będą wykorzystane do nawożenia pól, natomiast auto jest niezbędne do ich dostarczenia. Gdy środki chemiczne będą znajdowały się na polu, powinny zostać wtłoczone do zbiorników na wodę i na roztwór nawozu z wodą. Wcześniej wspomniane substancje są transportowane dzięki użyciu pomp do rur umieszczonych pod ziemią. Gdy płyny są pompowane, trafiają do odpowiednich obszarów za pomocą zdalnie sterowanych zaworów. Na koniec, urządzenia elektroniczne powinny zostać podłączona do prądu, dlatego niezbędne są przewody elektryczne. Do prowadzenia działalności gospodarczej niezbędna jest nieruchomość wraz z wyposażeniem biurowym.

Zasoby intelektualne, jakie wyszczególniono to przede wszystkim wiedza z zakresu programowania i elektromechaniki. Aby stworzyć system podejmujący decyzje na podstawie odbieranych danych niezbędna jest znajomość środowiska programistycznego oraz inżynierskich umiejętności z zakresu projektowania konstrukcji. Dodatkowo potrzeba ekspertów z dziedzin hydrauliki i rolnictwa, aby odpowiednio zainstalować i dobrać odpowiednie rury, a także zadbać o całościowe funkcjonowanie systemu. Pracownicy wykształceni w ramach marketingu i handlu zapewnią odpowiednią promocję produktu.

4. Przykład wykorzystania opracowanej koncepcji inteligentnego systemu zarządzania plantacją w praktyce

W celu pełniejszego zobrazowania zaproponowanej przez autorów koncepcji inteligentnego systemu zarządzania plantacją przedstawiono sposób działania systemu w praktyce.

Hipotetyczne gospodarstwo rolne zajmuje się plantacją roślin krzewiastych, których uprawa nie wymaga częstego przesadzania, jednak charakteryzuje się wrażliwością na poziom nawodnienia i choroby. Ponadto, miejsce uprawne zlokalizowane jest na różnych wysokościach nad poziomem morza, co oznacza, że w najniższej położonych obszarach jest zawsze wystarczająca ilość wody, zaś na najwyższych, rośliny wysychają ze względu na ich częste nienawodnienie. Wówczas straty gospodarstwa zależne są od niskiego stopnia zawilgocenia gleby.

W związku z tym, że w opisanym gospodarstwie zaimplementowano inteligentny system zarządzania plantacją, właściciel uprawy może na bieżąco monitorować stan gleby oraz odpowiednio reagować na występujące potrzeby. Na plantacji,

na 0,1 ha został umieszczony jeden czujnik, za pomocą którego w czasie rzeczywistym zbierane są informacje dotyczące poziomu nawodnienia i pH gleby. Następnie, informacje te są przesyłane do aplikacji, z poziomu której właściciel może podjąć decyzję o konieczności uzupełnienia uprawy w niezbędne zasoby. Wówczas uruchamiane są systemy mechaniczne, będące fizycznie w miejscu plantacji, poprzez które do gleby wprowadzane są odpowiednie substancje.

Ponadto, dane przesyłane przez system gromadzone są w celu ich przetwarzania oraz dostarczania właścicielowi plantacji predykcji dotyczących jego uprawy oraz wspomagania jego decyzji związanych z przydzielaniem rodzaju oraz ilości zasobów. Co więcej, istnieje możliwość uruchomienia funkcji autonomicznego gospodarstwa. Wobec tego uruchamiane są samoistnie systemy uzupełniające glebę o odpowiednie substancje.

Ważnym aspektem ekologicznym zaproponowanego systemu jest czerpanie wody do nawodnienia ze zbiorników retencyjnych. Jeżeli ilość wody znajdująca się w nich jest niewystarczająca, wówczas gospodarstwo powinno uzupełnić zbiornik. Natomiast pozostałe zasoby, w momencie zaistnienia takiej potrzeby, dostarczane są również na plantację.

Zaletą systemu jest brak konieczności fizycznej obecności osoby odpowiedzialnej za poszczególne czynności na polu. Dodatkowo, potencjalną korzyścią jest również zwiększenie efektywności działalności gospodarstwa, poprzez wyeliminowanie czasochłonności prac i zagospodarowanie większej przestrzeni oraz zwiększenie produktywności.

Podsumowanie

Obecnie powstaje coraz więcej metod i koncepcji sprzyjających rozwojowi różnych sektorów gospodarczych. Jednym z nich jest rolnictwo, które w szczególności cechuje się potrzebą automatyzacji oraz stosowania inteligentnych rozwiązań w celu zwiększenia wydajności produkcyjnej oraz zastąpienia pracy ludzkiej w jak największym stopniu. Dodatkowo, postęp technologiczny i zmieniające się otoczenie obciąża sektor rolniczy do wykorzystywania nowoczesnych maszyn i urządzeń. W związku z powyższym, oprócz pojęcia Przemysłu 4.0 powstało pojęcie Rolnictwa 4.0.

Przedstawiona w artykule koncepcja Inteligentnego Systemu Zarządzania Plantacją jest zgodna z przedstawionymi ideami. Co więcej, jest ona rozwiązaniem możliwym do wdrożenia w przyszłości, bowiem opiera się na technologiach już istniejących oraz sprzyja również usprawnieniom prac i wspomaga decyzje związane z prowadzeniem plantacji.

Literatura

1. Agrosimex, <https://agrosimex.pl/product-category/systemy-nawadniajace/>[23.02.2021].
2. Boguski J. (2019), *Zastosowanie robotów w gospodarstwach rolnych*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2, s. 142-147.
3. Conrad Electronic, <https://www.conrad.pl/o/urządzenia-do-analizy-gleby-0601110>, [23.02.2021].
4. Czaczyk Z. (2013), *Wybrane problemy z wdrażaniem systemów wspierania podejmowania decyzji w rolnictwie*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu, s. 56-72.
5. Dewi C., Chen R.C. (2019), *Decision Making Based on IoT Data Collection for Precision Agriculture*, Intelligent Information and Database Systems: Recent Developments, s. 31-42.
6. Lipski J. (2015), *Internet rzeczy w zastosowaniu do sterowania produkcją*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t. 2, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole, s. 755-765.
7. Lorencowicz E. (2018), *Cyfrowe rolnictwo–cyfrowe zarządzanie*, Roczniki (Annals), s. 104-110.
8. Ożadowicz A. (2014), *Internet Rzeczy w systemach automatyki budynkowej*, Napędy i Sterowanie 12, s. 88-93.
9. Wawer R. (2020), *Woda w glebie. Kiedy i ile nawadniać?*, Woda w rolnictwie. Ekspertyza, s. 78-83.
10. Wittbrodt P., Łapuńska I. (2017), *Przemysł 4.0–Wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji 2, s. 793-799.
11. Zawada M., Ciechanowski M., Szulc T., Szychta M., Smela A., Kamprowski R. (2019), *Systemy wizyjne we współczesnym rolnictwie*, Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 1, s. 13-16.
12. Zhai Z., Martínez J. F., Beltran V., Martínez N.L.(2020), *Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges*, Computers and Electronics in Agriculture 170, s. 1-16.

Concept of an intelligent plantation management system

Abstract

The article describes the Internet of Things sectors that can be used in agriculture and other industries. The concept of the Intelligent Plantation Management System proposed by the authors is described in detail, taking into account the application modules, information flow and possible possibilities of expanding the idea. Necessary human and intellectual resources were presented and material for its implementation. An example of using the system on a farm was also presented.

Key words

Agriculture 4.0, Industry 4.0, Internet of Things, plantation management