

ZASTOSOWANIE BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH DO NAWOŻENIA, SIEWU I SADZENIA

Streszczenie

Opisano możliwości zastosowania dronów-multikopterów jako platform powietrznych z zamontowanymi na nich maszynami do rozprowadzania nawozów mineralnych w postaci granulatu i pyłu, a także do nawożenia i dokarmiania roślin płynnymi nawozami. Przedstawiono również możliwości wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych wyposażonych w maszyny do siewu i sadzenia jako autonomicznie sterowane roboty do prac w leśnictwie i rolnictwie.

Słowa kluczowe: dron, siew nasion, rozsiewanie nawozów, sadzenie roślin, rolnictwo precyzyjne

Wstęp

Nawożenie, a w tym nawożenie nawozami mineralnymi i wysiew nasion są zabiegami, które powinny być wykonane w określonych terminach agrotechnicznych. Nie zawsze warunki glebowe, spowodowane częstymi opadami lub położeniem pola na terenach podmokłych, pozwalają na wykonanie tych zabiegów zgodnie z kalendarzem. Pewnym rozwiązaniem problemu mogłoby być w takich wypadkach zastosowanie dronów - bezzałogowych autonomicznie sterowanych statków powietrznych, wyposażonych w urządzenia do rozsiewania nawozów mineralnych i siewu nasion. Drony zyskują już na popularności wraz z rozwojem rolnictwa precyzyjnego, szczególnie jako urządzenia do dostarczania informacji o stanie upraw dzięki lotom z zamontowanymi na nich kamerami multispektralnymi [2, 3]. Mogą one być wykorzystane również do wykonywania oprysków roślin w trudno dostępnych miejscach [1]. Dodatkową zaletą dronów jest możliwość poruszania się nad polami bez ugniatania gleby, uszkodzenia roślin i bez konieczności stosowania ścieżek technologicznych.

Budowa dronów przystosowanych do nawożenia i siewu

Najbardziej rozpowszechnionymi konstrukcjami dronów, które mogą być przystosowane do wykonywania różnych prac w rolnictwie są wielowirnikowce. Zaletą ich jest możliwość utrzymywania się w powietrzu nieruchomo lub przemieszczania się w dowolnym kierunku z prędkością niezależną od pałupu pracy i obciążenia.

Stanowią one platformę nośną, na której mogą być montowane kamery, pojemniki na towary, a także urządzenia do wykonywania niektórych prac polowych, takich jak opryskiwanie roślin, rozsypywanie na polu różnych substancji, w tym nawozów i nasion.

Przykładem konstrukcji takiego zestawu zbudowanego na potrzeby rolnictwa są zestawy oferowane przez firmę Zhuhai Yuren Agricultural Aviation [6]. Firma proponuje dwa podstawowe modele dronów: Grain Flyer 3WDM8-20 oraz Flyer 3WDM4-10. Grain Flyer 3WDM8-20 jest to wirnikowiec, który wraz z dodatkowym, zamiennym montowanym na nim wyposażeniem przeznaczony jest do wykonywania różnych zabiegów aplikacyjnych na polach. Zestaw przedstawiono na rys. 1.

Platformę stanowi czteroramienny oktokoptyer z podwójnymi wirnikami na każdym ramieniu. Na platformie mogą być montowane dodatkowe urządzenia do rozpryskiwania ciekłych

substancji chemicznych, rozrzucania granulowanych nawozów lub nasion oraz do rozpylania proszków.



źródło: www.yuren-uav.com

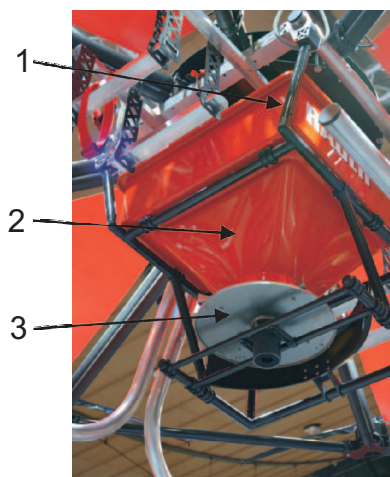
Rys. 1. Dron Grain Flyer 3WDM8-20 z zamiennym wyposażeniem: 1 - platforma nośna, 2 - zespół do rozpylania substancji ciekłych, 3 - zespół do rozsiewania, 4 - zespół do rozpylania proszków

Fig. 1. Drone Grain Flyer 3WDM8-20 with interchangeable equipment: 1 - carrying platform, 2 - liquid spraying unit, 3 - chemical fertilizer spreading unit, 4 - powder dissipation unit

Platforma nośna wyposażona została w system sterowania i baterie zapewniające zasilanie zarówno samego drona, jak i zamontowanych na nim urządzeń. Dzięki możliwości wymiany wyposażenia zestaw może służyć do wykonywania zabiegów nawożenia granulatem nawozowym, rozsiewania nasion, opryskiwania roślin środkami ochrony przed szkodnikami i aplikowania płynnych nawozów, a także można rozpylać substancje w postaci proszków. Podczas zabiegów system sterowania dronem umożliwia kontrolę prędkości lotu i dawki aplikowanej cieczy. Drugi dron - Grain Flyer 3WDM4-10 firmy Zhuhai Yuren Agricultural Aviation - jest znacznie mniejszy. Został zaprojektowany do zabiegów na małych i średnich polach.

Niemiecki producent rozsiewaczy do nawozów mineralnych, firma Rauch, proponuje urządzenie do rozprzestrzeniania granulowanego nawozu mineralnego i drobnych nasion. Jest to również oktokoptyer, ale z wirnikami umocowanymi na ośmiu ramionach [5]. Łączna masa urządzenia wraz z rozsiewaczem wynosi 80 kg. Udźwig wynosi natomiast około 30 kg. Zestaw nazwany został Agronator (rys. 2). Dron może pracować

z prędkością $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Potrafi dotrzeć do miejsc położonych na różnych wysokościach i pracować nad terenami o zmiennym nachyleniu powierzchni pola.



źródło: www.rauch.de

Rys. 2. Dron Agronator firmy Rauch: 1- rama, 2 - zbiornik, 3 - tarcza rozsiewająca nawóz

Fig. 2. Drone Agronator from Rauch: 1-frame, 2 - tank, 3 - disc for fertilizer spreading

Firma CFR produkuje małe rozsiewacze nawozów granulowanych przeznaczone do samodzielnego montażu na dronach [8]. Urządzenia te nadają się również do siewu rzutowego nasion. UGS-1 (rys. 3) to rozsiewacz granulatu o ładowności do 3 kg. Został zaprojektowany tak, aby był łatwy do przymocowania do wirnikowca i nie oddziaływał destrukcyjnie na stabilność lotu drona. Wyposażony jest w obrotowy rurowy rozrzutnik, umocowany współosiowo do zbiornika, który umożliwia rozsianie granulatu na szerokości 12-23 m. Prędkość obrotowa rozrzutnika wynosi $625 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$. Urządzenie jest wyposażone w system regulacji dawki nasion i granulatu nawozowego. Włączanie i wyłączanie rozsiewacza odbywa się za pomocą pilota o zasięgu do około 3,0 km, sterowanego przez operatora drona. Masa samego urządzenia wynosi 1,2 kg.



źródło: <https://www.cfr-innovations.com>

Rys. 3. Rozsiewacz granulatu USG-1 zamontowany na dronie DJI-S1000+

Fig. 3. Granulator spreader USG-1 mounted on the drone DJI-S1000+

Powstają również amatorskie rozwiązania konstrukcyjne zestawów polegające na podłączeniu do wirnikowców ręcznych rozsiewaczy do nasion i granulatów. Przykład takiego

urządzenia powstałego z połączenia ręcznego elektrycznego rozsiewacza Scotts z dronem DJI przedstawiono na rys. 4 [9].



źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=o9ctKgZq5K8>

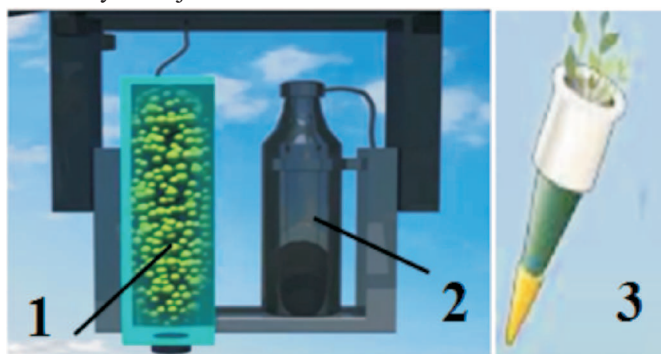
Rys. 4. Ręczny rozsiewacz zamontowany na dronie

Fig. 4. Manual spreader mounted on the drone

Siew precyzyjny i sadzenie roślin za pomocą dronów

Sadzenia roślin za pomocą dronów są planowane głównie w aspekcie nasadzeń drzew na powierzchniach pozębowych lub nowo zalesianych - miejsca rekultywowane, po odkrywkach górniczych. Są to obszary położone na terenach o bardzo zróżnicowanym poziomie, z utrudnionym dostępem, najczęściej górzyste, podmokłe, w dodatku bardzo oddalone od baz.

Próby wykorzystania dronów do nasadzeń lasu wynikają z potrzeby znacznego zwiększenia wydajności prac przy odnowieniach lasu. Potrzeba zwiększenia wydajności prac nasadzeniowych związana jest nie tylko z wyrębem i rekultywacją terenów, ale również ze zmianami klimatu, które powodują wzrost ilości pożarów lasów, silne wichury niszczące uprawy drzew, a nawet dewastację biologiczną lasów spowodowaną masowym, nietypowym pojawianiem się szkodników. Szybkie zalesianie, szczególnie na terenach trudno dostępnych, pomoże również zagospodarować grunty, na których istnieją szanse zapobiegania w ten sposób stepowieniu, a nawet pustynnieniu. Drony są łatwe do transportu w pobliże zalesień, a ponadto mogą przemieszczać się autonomicznie zgodnie z wcześniej zaplanowaną trasą, i wykorzystując nawigację satelitarną dokonywać precyzyjnego siewu lub sadzenia roślin w ściśle określonym miejscu.



źródło: <https://www.biocarbonengineering.com/>

Rys. 5. Precyzyjny system siewu lub sadzenia roślin: 1 - zbiornik pojemniczków z nasionami, 2 - pojemnik ze sprężonym gazem, 3 - pocisk z sadzonką

Fig. 5. Precision planting system: 1 - tank of containers with seeds, 2 - container with compressed gas, 3 - projectile with a seedling



źródło: <https://www.biocarbonengineering.com/>

Rys. 6. Proces siania i rozwoju rośliny

Fig. 6. Plant sowing and development process

Brytyjski projekt *BioCarbon Engineering* dotyczy zmasowanego zalesiania na dużych obszarach [7]. Hasłem projektu jest „jeden miliard drzew rocznie”. Technologia nasadzenia opiera się głównie o punktowy wysiew nasion drzew. Podkiełkowane nasiona zanurzone w hydrożelu, zawierającym również odrobinę nawozu i wody, znajdują się w biodegradowalnych zamkniętych osłonkach. Pojemniczki z nasionami wystrzeliwane za pomocą sprężonego powietrza znajdującego się w aparacie wysiewającym, wbijają się w glebę na taką głębokość, aby pojemnik w wyniku uderzenia otworzył się, a roślina mogła swobodnie się rozwijać (rys. 5). Osłona zabezpiecza nasiona przed mechanicznym zniszczeniem w trakcie zagłębiania się w glebę (rys. 6). W ten sam sposób, zamiast nasion, mogą być umieszczone w osłonkach siewki drzew (rys. 5).

Drony służyć będą nie tylko do obsiewania lub obsadzania drzewami terenu, ale będą też użyte w pierwszej fazie prac przygotowujących: zadrzewianie do mapowania terenu, a następnie do monitorowania zalesionych miejsc. Informacje zebrane z fazy mapowania będą przetwarzane w celu stworzenia zoptymalizowanego schematu sadzenia. Ustalona trajektoria lotu drona pozwoli uniknąć przeszkód, niesta-

bilnych obszarów glebowych. Analiza struktury gleby, wilgotności i gęstości pomoże zdecydować, które sadzonki i gdzie powinny zostać posadzone. Zalesiać będzie można różnymi gatunkami drzew na tym samym obszarze, gdyż zaplanowane urządzenia zawierają będą nasiona lub sadzonki wielu gatunków, dla których przygotowany będzie ich wzór sadzenia.

Szacuje się, że ewentualne sadzenie drzew za pomocą dronów jest 10 razy szybsze i 20 procent tańsze od sadzenia ręcznego. Projekt *BioCarbon Engineering* został opatentowany, ale na razie jest jeszcze w fazie przygotowywania sprzętu i dopracowywania technologii [4].

Podsumowanie

Drony powoli staną się autonomicznie sterowanymi platformami powietrznymi do wykonywania niektórych prac polowych za pomocą zamontowanych na nich maszyn rolniczych. Wykorzystanie bezałogowych statków powietrznych wyposażonych w opryskiwacze, siewniki, rozsiewacze i sadzarki staje się powoli faktem. Na razie są to działania, których zadaniem jest przygotowywanie koncepcji, promowanie pomysłu, wykonanie badań wstępnych i sprawdzenie możliwości wykorzystania w praktyce.

Bibliografia

- [1] Berner B., Chojnacki J.: Zastosowanie bezałogowych statków powietrznych do opryskiwania upraw rolniczych. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2017, 2, 23-25.
- [2] Gabriel J.L., Zarco-Tejada P.J., Lopez-Herrera P.J., Perez-Martin E., Alonso-Ayuso M., Quemada M.: Airborne and ground level sensors for monitoring nitrogen status in a maize crop. *Biosystems Engineering*, 2017, 160, 124-133.
- [3] Mazur P., Chojnacki J.: Wykorzystanie dronów do teledetekcji multispektralnej w rolnictwie precyzyjnym. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2017, 1, 25-27.
- [4] Techniques for automated planting, patent WO 2016049217 A4.
- [5] www.rauch.de.
- [6] www.yuren-uav.com.
- [7] <https://www.biocarbonengineering.com/>.
- [8] <https://www.cfr-innovations.com>.
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=o9ctKgqz5K8>.

APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR SOWING, PLANTING AND FERTILIZATION

Summary

The paper presents possibilities of using drones-multicopters as air platforms with machines mounted on them for spreading mineral fertilizers in form of granulate and dust as well as for fertilizing and feeding plants with liquid fertilizers. The possibilities of using unmanned aerial vehicles equipped with sowing and planting machines as autonomously controlled robots for work in forestry and agriculture were also presented.

Key words: drone, sowing seeds, spreading fertilizers, planting plants, precision farming

ISBN 978-83-927505-0-5

NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH

Książka adresowana jest do studentów uczelni rolniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawiera wybrane zagadnienia z mechaniki płynów i właściwości cieczy roboczych, opis budowy oraz działania poszczególnych maszyn hydraulicznych. Ponadto przedstawia przykładowe urządzenia hydrauliczne w wybranych maszynach rolniczych, a także diagnostykę układów hydraulicznych.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. +48 61 87 12 200; fax + 48 61 879 32 62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>

