

Zastosowanie komputerowych metod analizy obrazu do pomiaru wegetacji jęczmienia

Mateusz Wiecha, Mariusz R. Rząsa

Politechnika Opolska, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, ul. Sosnkowskiego 31, 45-272 Opole

Ewelina Szczuka, Anna Radaczyńska

Zespół Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego im. ks. dr. Jana Dzierżona w Bogdańcovicach, Bogdańcovice 1a, 46-233 Bąków

Streszczenie: Obecnie postęp w rolnictwie sprowadza się do obniżenia kosztów produkcji roślinnej. Jednym z rozwiązań jest rolnictwo precyzyjne, które pozwala na oszczędności w nawożeniu, opryskach oraz nawadnianiu. Rolnictwo precyzyjne głównie opiera się na metodach pomiaru wegetacji i warunków geologicznych. W tym celu wykorzystuje się technikę lotniczą oraz bardzo popularne drony do mapowania pól. Na tej podstawie określa się obszary wymagające pielęgnacji. Zastosowanie technik komputerowych usprawnia proces mapowania oraz określenia współczynników wegetacji. W niniejszej pracy przedstawiono komputerową metodę mapowania areálu rolnego połączoną z analizą obrazu i wyznaczaniem współczynników wegetacji.

Słowa kluczowe: mapowanie pól, komputerowa analiza obrazu, współczynnik wegetacji

1. Wprowadzenie

Produkcja rolna od wielu lat stanowiła ważną gałąź gospodarki. Efektywność produkcji rolniczej stanowi istotny element w tego rodzaju produkcji. Obecnie rozróżnia się dwa typy gospodarki rolnej: rolnictwo ekstensywne i intensywne [1].

Rolnictwo ekstensywne – polega na tym, że nie stosuje się środków ochrony roślin, co znacząco obniża koszty produkcji. Niestosowanie nawozów jednak znacznie zmniejsza plony.

Dodatkowo niezupełnienie składników pokarmowych w glebie prowadzi do jej wyjałowienia. Rolnictwo ekstensywne występuje w krajach słabo rozwiniętych i mniej zaludnionych, takich jak kraje Afryki. Innym przykładem rolnictwa ekstensywnego są gospodarstwa, gdzie rolnicy dysponują rozległymi terenami, np. USA. Tam na dużych mało żyznych glebach uprawy bez nawozów są opłacalne, gdyż nie wymagają znacznych wkładów inwestycyjnych, a znaczne plony osiąga się głównie przez uprawianie bardzo dużych obszarów.

Rolnictwo intensywne – polega na uzyskaniu jak największej wydajności i jak największego zysku przez zastosowanie nowoczesnych metod uprawy, oprysków czy intensywnego nawożenia. Nie byłoby to możliwe, gdyby nie

zaawansowana technika oraz zastosowanie nowoczesnych technologii. Poza inżynierią genetyczną zajmującą się poszukiwaniem nowoczesnych odmian roślin, które przystosowują się do panujących warunków atmosferycznych czy glebowych, dużą rolę odgrywa technologia nawożenia i oprysków. Intensywne nawożenie powoduje zanieczyszczenie środowiska, przede wszystkim wód gruntowych.

Znaczne obniżenie kosztów produkcji i zmniejszenie wpływu na środowisko uzyskuje się przez zastosowanie rolnictwa precyzyjnego [2]. Polega ono na analizowaniu warunków glebowych, które wpływają na wzrost roślin oraz śledzeniu porostu upraw. Takie podejście wymaga zastosowania odpowiednich technik pomiarowych umożliwiających monitorowanie porostu upraw. Tego rodzaju monitoring umożliwia wyodrębnienie obszarów, do których selektywnie należy dostarczyć odpowiednią ilość nawozów.

Rozwiązanie to pozwala na zminimalizowanie ilości nawozów rozpylanych na areale rolnym. Wymaga to zastosowania odpowiedniego sprzętu rolniczego umożliwiającego precyzyjne pozycjonowanie nawożenia oraz metod pomiarowych do określania stanu porostu oraz warunków geologicznych. Stopień nawożenia nie jest jedynym czynnikiem mającym wpływ na porost, należy również uwzględnić warunki atmosferyczne, rodzaj uprawianej gleby oraz dziko żyjące zwierzęta. Idea rolnictwa precyzyjnego polega na minimalizacji skutków negatywnych działań i poprawie opłacalności produkcji.

W pracy omówiono badania, w których wykorzystano drony do monitorowania areálu rolnego [3, 4] oraz technikę komputerowej analizy obrazu do określenia stopnia porostu. Prace przeprowadzono na przykładowym areale rolnym w Zespole Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego w Bogdańcovicach. Analizę przeprowadzono na podstawie pomiaru porostu jęczmienia ozimego, posadzonego na gle-

Autor korespondujący:

Mariusz Rząsa, m.rząsa@po.edu.pl

Artykuł recenzowany

nadesłany 07.07.2021 r., przyjęty do druku 16.08.2021 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0

bie klasy IV. Plony pozyskane z tego rodzaju gleby są na średnim poziomie.

Głównym celem badań było wykazanie możliwości zastosowania technik analizy obrazu pozyskanego z drona dla arealów kilku do kilkunastu hektarowych. Tego rodzaju arealy występują w bardzo dużej liczbie gospodarstw rolnych na terenie Polski. Dla dużych obszarów rolnych monitorowanie upraw prowadzone jest w oparciu o metodę ortofotomapy, powstałej ze złożenia zdjęć lotniczych i satelitarnych. Rozwiązanie to jest uzasadnione dla obszarów o powierzchni dziesiątek a nawet setek hektarów. Jest ono wykorzystywane przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w celu weryfikacji wielkości upraw oraz zachowania odpowiedniej kultury rolnej. W przypadku średnich gospodarstw rolnych, w celu prowadzenia rolnictwa precyzyjnego, bardziej uzasadnione jest wykorzystanie dronów do sporządzenia ortofotomapy. Sporządzanie takich map wykonuje się kilkakrotnie podczas procesu wegetacji. Szczególnie w okresach przed zaplanowanym nawożeniem lub w okresach, w których występuje mniejsza ilość opadów atmosferycznych. W tej skali zastosowanie technik niewymagających zaawansowanego skomplikowanego sprzętu do sporządzania ortofotomapy (samoloty lub dostęp do zdjęć satelitarnych) jest wysoce pożądany. Drony stanowią w tym przypadku dobre rozwiązanie uzasadnione ekonomicznie.

2. Pomiar arealu rolnego

Podstawą analizy porostu roślin jest zmapowanie arealu w celu określenia warunków geologicznych i stopnia porostu zboża. W tym celu wykorzystano zdjęcia poklatkowe z drona. Do badań wykorzystano drona DJI Phantom 3 Advanced. Dron ten może osiągnąć pułap do 100 m nad powierzchnią ziemi a jego wysokość robocza wynosi około 50 m oraz zasięg do 3,5 km. Dron był wyposażony w podwójnego systemu lokalizacji, GPS i GLONASS, umożliwiającą określanie lokalizacji z dokładnością do kilkunastu centymetrów. W dronie możliwe jest zaprogramowanie trasy przelotu, co pozwala na uzyskanie powtarzalności pomiarów, w różnych porach roku. Na dronie zainstalowano kamerę z obiektywem $f/2,8$ i o kącie aperturowym 94° . Rozdzielczość zdjęć wynosiła 2,7 K, o rozmiarze 12 megapikseli. Kamerę zamontowano na 3-osiowym gimbalu, w celu zapewnienia odpowiedniej stabilizacji obrazu podczas lotu.



Rys. 1. Dopasowanie parametrów obrazu

Fig. 1. Adjusting image parameters

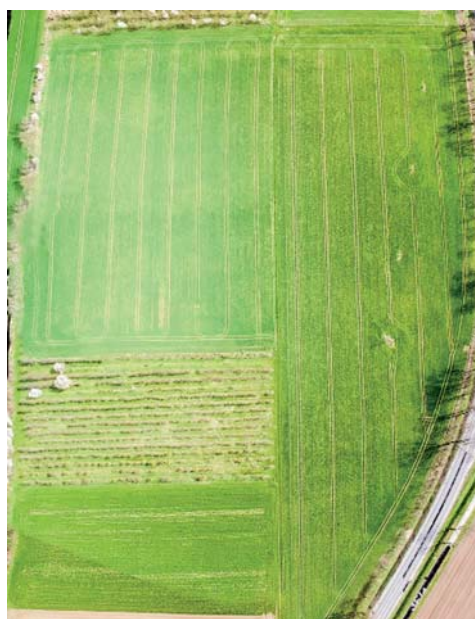
Mapowanie jest nieodłączną częścią rolnictwa precyzyjnego. Polega ono na wykonaniu precyzyjnych zdjęć z dużą rozdzielczością. Ze względu na wymagania, aby na mapie widoczna była odpowiednia liczba szczegółów, robienie zdjęć całego arealu z dużej wysokości jest nieopłacalne ze względu na kosztowny sprzęt fotograficzny konieczny do wykonania tego rodzaju zdjęć. Dlatego obecnie najczęściej do tego rodzaju zastosowań wykonuje się ortofotomapy [4]. Technika ta polega na wykonaniu szeregu zdjęć poklatkowych terenu, a następnie złożeniu tych zdjęć w jedną całość z zachowaniem skali i pozycjonowania. Na potrzeby niniejszej pracy wykonano ortofotomapy obszaru badanego w okresie jesiennym i wiosennym za pomocą drona.

Wykonano ortofotomapę terenu o powierzchni 5,28 ha. Szereg zdjęć poklatkowych wykonanych dronem z wysokości 50 m połączono w jedną mapę w programie Photoshop CS6. Tworząc mapę ze zdjęć poklatkowych konieczne jest wykonanie skalowania w celu zastosowania autoskalowania dostępnego w oprogramowaniu. Drugim ważnym elementem jest dopasowanie parametrów obrazu. Polega ono na skorygowaniu kontrastu i nasycenia barw dla poszczególnych zdjęć obrazu.

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy obraz po skalowaniu i pozycjonowaniu obrazu. Na linii połączenia obrazów wyraźnie jest widoczna różnica w kontraście i nasyceniu obrazów. Konieczne jest uśrednienie parametrów obrazu takich jak kontrast i nasycenie. Brak uśrednienia tych parametrów może prowadzić do uzyskania błędnych wyników komputerowej analizy obrazu. Dopasowanie parametrów obrazu polega na określeniu kontrastu i nasycenia oddzielnie dla każdego ze zdjęć w taki sposób, aby nakładające się na siebie piksele uzyskały takie same wartości RGB.



a)



b)

Rys. 2. Obraz obszaru badanego
a) przed procesem wegetacji
b) wiosną w czasie intensywnej wegetacji

Fig. 2. Picture of the studied area
a) before the growing process,
b) in spring, during intensive vegetation

W tego rodzaju operacjach ważne jest zachowanie odpowiednio dużej zakładki, aby liczba pikseli umożliwiała właściwe uśrednienie parametrów.

Algorytm dopasowania polega na obliczeniu w pierwszym kroku wielkości stosunku wartości liczbowej odpowiadającej barwom RGB dla każdego z dwóch nakładających się pikseli. W drugim kroku oblicza się medianę wartości stosunków liczbowych dla barw RGB. Następnie koryguje się wartości barw RGB dla dodawanego obrazu, przemnażając wszystkie wartości RGB przez wartość mediany stosunków liczbowych.

Na rysunku 2 przedstawiono ortofotomapy tego samego obszaru, jednak wykonane jesienią, gdy nie rozpoczął się jeszcze proces vegetacji oraz wiosną, gdy nastąpił rozwinięty proces vegetacji.

3. Określenie warunków geologicznych

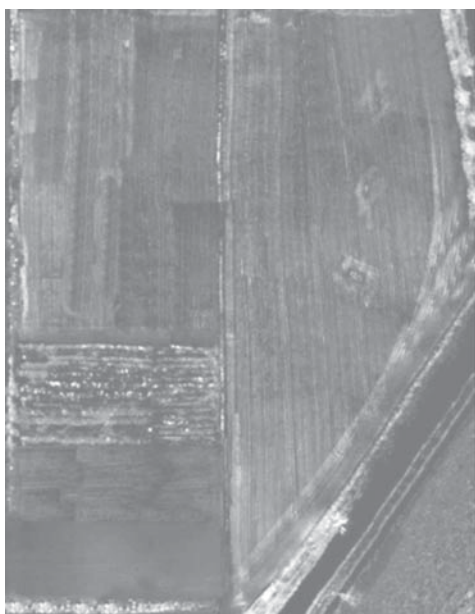
Na obfitość zbiorów duży wpływ mają warunki geologiczne. Na podstawie ortofotomap możliwe jest wyznaczenie obszarów, w których występują odmienne warunki geologiczne. Na tej podstawie możliwe jest precyzyjne wzbogacenie tych obszarów o niezbędne składniki i minerały potrzebne do prawidłowej vegetacji.

Oceny geologicznej dokonuje się w oparciu o wskaźniki geologiczne oraz wskaźniki zawartości wody. Wskaźniki geologiczne umożliwiają identyfikację różnych rodzajów skał i minerałów. Poniżej wymieniono najpopularniejsze wskaźniki geologiczne [5].

Wskaźnik CMR (ang. *Clay Minerals Ratio*) określa stosunek minerałów gliny. Wskaźnik ten pozwala na wskazanie skał zawierających glinę i ałunit. Jego wartość to stosunek pochłaniania pasma światła podczerwieni krótkofalowej. Uwodnione minerały, takie jak glinki, ałunit pochłaniają promieniowanie w zakresie 2,0–2,3 μm widma. Pomiaru dokonuje się na podstawie zdjęć dla dwóch wybranych długości światła w paśmie podczerwieni krótkofalowej, a oblicza się go ze wzoru:

$$CMR = \frac{SWIR1}{SWIR2} \quad (1)$$

gdzie: *SWIR1* i *SWIR2* – wartość współczynnika odbicia światła dla dwóch różnych długości światła w paśmie



Rys. 3. Mapa arealu przedstawiająca rozkład współczynnika IOR
Fig. 3. Area map showing the distribution of the IOR coefficient

podczerwieni krótkofalowej, odpowiednio z zakresów 1,55–1,75 μm i 2,08–2,35 μm .

W celu identyfikacji minerałów bogatych w żelazo stosuje się **wskaźnik FMR** (ang. *Ferrous Minerals Ratio*). Podobnie jak poprzednio, stanowi on stosunek pochłaniania dwóch długości fali świetlnej w podczerwieni, jednak o innych długościach.

$$FMR = \frac{SWIR1}{NIR} \quad (2)$$

gdzie: NIR – wartość współczynnika odbicia światła w paśmie bliskim podczerwieni 0,76–0,9 μm .

Hydrotermicznie zmienione skały, które zostały poddane utlenianiu siarczków zawierających żelazo dobrze identyfikuje się za pomocą **współczynnika IOR** (ang. *Iron Oxide Ratio*).

$$IOR = \frac{RED}{BLUE} \quad (3)$$

gdzie: RED – wartość współczynnika odbicia światła w paśmie koloru czerwonego 0,63–0,69 μm , BLUE – wartość współczynnika odbicia światła w paśmie koloru niebieskiego 0,45–0,52 μm .

Obecność krzemianów zawierających limonit i tlenek żelaza limonitowego powoduje absorpcję w paśmie niebieskim i odbicie w paśmie czerwonym. Powoduje to, że obszary z silnymi zmianami żelaza są jasne.

Zawartość żelaza w glebie korzystnie wpływa na porost roślin jednak stopień utlenienia żelaza za pomocą siarczynów (kwaśne deszcze) powoduje zakwaszanie gleby co niekorzystnie wpływa na porost roślin. W ocenie miejsc, które należałoby odpowiednio wzbogacić w minerały współczynnik IOR ma kluczowe znaczenie.

W pracy przedstawiono przykładowe obliczenie współczynnika IOR. Ponieważ w zastosowanych badaniach wykorzystano kamerę RGB jedynie ten wskaźnik jest możliwy do wyznaczenia w oparciu o otrzymane ortofotomapy. W przypadku zastosowania kamery wykonującej zdjęcia w podczerwieni w analogiczny sposób możliwe jest wyznaczenie pozostałych współczynników.

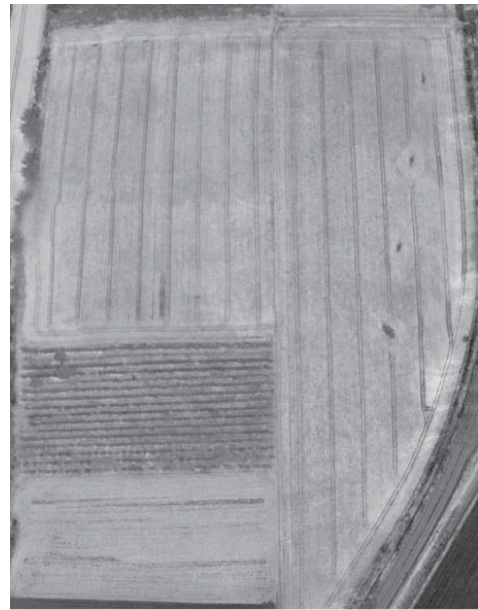
Obliczenia współczynnika IOR wykonano na podstawie ortofotomapy sporządzonej późną jesienią po zasianiu jęczmienia ozimego, lecz przed rozpoczęciem jego vegetacji (rys. 3). Taki obraz umożliwia precyzyjne nawożenie i uzupełnienie wybranych obszarów w brakujące minerały. Działania tego rodzaju pozwalają na stworzenie równomiernych warunków sprzyjających porostowi jęczmienia na bardzo wczesnym etapie rozwoju.

4. Określenie wskaźnika zawartości wody

Drugim ważnym wskaźnikiem, który pozwala na ocenę warunków mających wpływ na porost roślin jest współczynnik zawartości wody. Ze względu na różną przepuszczalność gruntu w różnych porach roku mogą występować znaczne różnice w nawodnieniu poszczególnych obszarów. Niedobory wody można precyzyjnie uzupełnić pod warunkiem wykrycia tych niedoborów we wczesnej fazie rozwoju roślin. Parametrem ilustrującym miejsca niedoboru jest wskaźnik zawartości wody. Teledetekcja gruntów i wskaźnik NDWI (ang. *Normalized Difference Water Index*) umożliwia kontrolę nawadniania w czasie rzeczywistym, znacznie usprawniając rolnictwo, zwłaszcza na obsza-



Rys. 4. Mapa areatu przedstawiająca rozkład współczynnika NDWI
Fig. 4. Area map showing the distribution of the NDWI coefficient



Rys. 5. Mapa areatu przedstawiająca rozkład współczynnika VARI
Fig. 5. Area map showing the distribution of the VARI coefficient

rach, gdzie zaspokojenie zapotrzebowania na wodę jest trudne. Współczynnik ten oblicza się z zależności [6]:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR} \quad (4)$$

gdzie: *GREEN* – wartość współczynnika odbicia światła w paśmie zielonym 0,495–0,566 μm .

Dla obszarów zabudowanych lub zawierających powierzchnie biologicznie nieczynne stosuje się zmodyfikowany wskaźnik zawartości wody MNDWI (ang. *Modified Normalized Difference Water Index*), którego wartość oblicza się z zależności:

$$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR1}{GREEN + SWIR1} \quad (5)$$

Dla obszarów miejskich zaleca się stosowanie współczynnika NDBI (ang. *Normalized Difference Built-Up Index*).

$$NDBI = \frac{SWIR1 - NIR}{SWIR1 + NIR} \quad (6)$$

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki obliczenia współczynnika zawartości wody dla ortofotomapy wykonanej w okresie wiosennym, gdy rozpoczął się już proces wegetacji. Stanowi on przykład zastosowania opisanej techniki dla zdjęć RGB.

Na obrazie wyraźne są widoczne koleiny po maszynach rolniczych. W koleinach gromadzi się woda, stąd ich znacznie ciemniejszy kolor. Na mapie widnieją również jaśniejsze obszary świadczące o zmniejszonej ilości wody. Miejsca te należy w najbliższej przyszłości nawodnić, aby zapewnić równomierny porost.

5. Określenie wskaźnika wegetacji

Wskaźnikiem, który służy do monitorowania porostu i oceny poprawności podjętych działań związanych z nawożeniem i nawadnianiem jest wskaźnik wegetacji.

Wskaźnik wegetacji określa się na podstawie różnicy między światłem absorbowanym, i odbijanym przez liście roślin. Wpływ na te zjawiska ma głównie obecność chlorofilu, wody i struktur komórkowych. Chlorofil absorbuje światło czerwone o długości około 0,67 μm i niebieskie o długości około 0,45 μm . Zawarta w liściach woda absorbuje światło w podczerwieni, o długości fali około 1,4–1,9 nm, a struktury komórkowe silnie odbijają fale z zakresu 700–1100 μm . Stanowi to podstawę do opracowania szeregu wskaźników wegetacji [4].

Jednym z najpopularniejszych wskaźników wegetacji jest NDVI (ang. *Normalized Difference Vegetation Index*), który określa iloraz różnicy i sumy ilości odbitego promieniowania z zakresu bliskiej podczerwieni i światła koloru czerwonego. Podstawę tej formuły stanowi absorpcja światła czerwonego przez chlorofil i niska absorpcja zakresu bliskiej podczerwieni przez zielone liście.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (7)$$

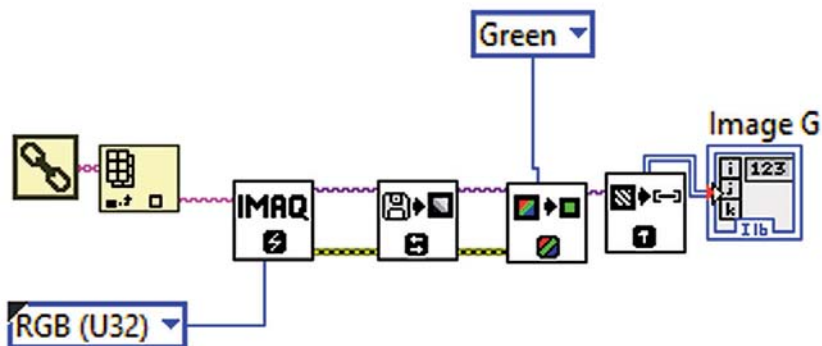
W celu wykrywania obszarów, w których nie następuje kiełkowanie roślin, dobrym wskaźnikiem jest SR (ang. *Simple Ratio*). Wyznacza się go na podstawie proporcji między ilością odbitego promieniowania z zakresu bliskiej podczerwieni i czerwieni. Dla zielonych liści roślin współczynnik ten może przyjmować wartości rzędu kilkadziesiąt natomiast dla nieporośniętej gleby wynosi około 0. Wskaźnik ten oblicza się z zależności:

$$SR = \frac{NIR}{RED} \quad (8)$$

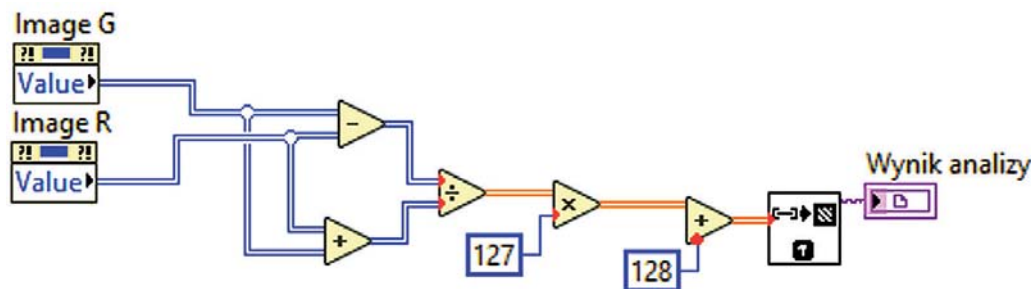
Tło glebowe utrudnia obserwację wegetacji na podstawie wskaźników. Jest to szczególnie trudne, gdy obserwuje się wegetację roślin, które częściowo pokrywają glebę. W takim przypadku uzasadnione jest zastosowanie wskaźnika MSAVI (ang. *Modified Soil Adjusted Vegetation Index*). Wadą tego wskaźnika jest wrażliwość na zmiany zachodzące w atmosferze.

$$MSAVI = \frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - RED)}}{2} \quad (9)$$

W celu zredukowania wpływu warunków atmosferycznych opracowano wskaźnik VARI (ang. *Visible Atmospherically Resistant Index*). Zaletą tego rozwiązania jest analiza



Rys. 6. Algorytm wydzielenia koloru zielonego
Fig. 6. Green color extraction algorithm



Rys. 7. Algorytm obliczenia wskaźnika NDWI
Fig. 7. Green color extraction algorithm

w zakresie światła widzialnego. Jest to idealne rozwiązanie do analizy obrazów RGB.

$$VARI = \frac{GREEN - RED}{GREEN + RED - BLUE} \quad (10)$$

Na rysunku 5 przedstawiono wyniki obliczenia współczynnika VARI na podstawie ortofotomapy wykonanej w okresie wiosennym. Jaśniejsze obszary świadczą o lepszej vegetacji.

6. Metoda analizy obrazu

Analizę obrazu, w celu obliczenia odpowiednich wskaźników, wykonano w programie LabVIEW z biblioteką VISION. Wyodrębnienie wartości poszczególnych pikseli dla odpowiednich kolorów zrealizowano za pomocą odpowiednich filtrów cyfrowych. Na rysunku 6 przedstawiono przekładowy algorytm filtracji koloru zielonego. Obraz ortofotomapy jest wczytywany do programu, gdzie za pomocą cyfrowego filtra dla odpowiedniego koloru wydziela się składową R, G lub B. Obraz wydzielonej składowej można zaprezentować w skali odcieni szarości.

Przykładowy algorytm wyliczenia wskaźnika obecności wody przedstawiono na rysunku 7. Oblicza się go na podstawie obrazów, jakie zostały wydzielone po zastosowaniu odpowiednich filtrów cyfrowych. Wartości wskaźników mogą przybierać wartości w różnym zakresie liczbowym. W celu graficznego zaprezentowania rozkładu poszczególnych wskaźników przeprowadza się kalibrację do zakresu 0–255. Operacja ta ułatwia analizę wyników, gdyż możliwe jest przedstawienie w postaci obrazu w skali odcieni szarości.

7. Podsumowanie

Przedstawione w pracy rozwiązanie umożliwia szybkie monitorowanie vegetacji obszarów rolnych. Wykorzystanie kompu-

terowych technik analizy obrazu oraz dronów do mapowania upraw znacznie usprawnia ten proces. Tego rodzaju usprawnienie w połączeniu z systemem zarządzania arealem rolnym stanowi cenne narzędzie do prowadzenia rolnictwa precyzyjnego. Wyniki takiej analizy pozwalają na podejmowanie precyzyjnych działań mających na celu zwiększenie wydajności upraw rolnych na każdym etapie vegetacji roślin.

Przedstawione w pracy rozwiązanie może stanowić wskazówkę do dalszych prac usprawniających technologię rolnictwa precyzyjnego.

Bibliografia

1. Roszkowska-Mądra B., *Koncepcja i znaczenie obszarów rolniczych o wysokich walorach przyrodniczych*, „Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie, Problemy Rolnictwa Światowego”, tom 18 (XXXIII), zeszyt 4, 2018, 417–425, DOI: 10.22630/PRS.2018.18.4.130.
2. Dominik A., *System rolnictwa precyzyjnego*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brniowie, Radom 2010.
3. Barner B., Chjński J., *Wykorzystanie dronów w rolnictwie precyzyjnym*, Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 3/2016.
4. Wojtowicz A., Wojtowicz M., Piekarczyk J., *Zastosowanie teledetekcji do monitorowania i oceny produktywności plantacji rzepak*, Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, tom 26, nr 1/2005.
5. Baczyńska A., *Badania komponentów środowiska przyrodniczego na obszarach pogórnicych z wykorzystaniem wysokorozdzielczych zobrażeń satelitarnych*, Przegląd Górniczy, Tom 76, 3/2020.
6. Xu H., *Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery*, International Journal of Remote Sensing, Vol. 27, No. 14, 20 July 2006, 3025–3033.

Application of Computer Image Analysis for Measurement of Barley Vegetation

Abstract: Progress in agriculture comes down to lowering the costs of plant production. One solution is precision farming, which saves on fertilisation, spraying and irrigation. Precision farming is mainly based on methods for measurement of coefficient of vegetation and geological conditions. For this purpose, aerial technology is used and nowadays drones are very often utilized to fields mapping. For this purpose, aerial technology is used and nowadays drones are very often used to mapping fields. On this basis, areas that require agricultural treatment are identified. The use of computer techniques improves the mapping process and the determination of vegetation coefficients. This paper presents a computer-based method for mapping of agricultural surface combined with image analysis and calculation of vegetation coefficients.

Słowa kluczowe: field mapping, computer image analysis, vegetation coefficient

Mateusz Wiecha

mateuszwiecha@vp.pl
ORCID: 0000-0002-6337-9914

Jest absolwentem Technikum Rolniczego w Komornie. Obecnie kończy studia na kierunku Przemysłowe Technologie Informatyczne na Politechnice Opolskiej. Swoje zainteresowania rolnictwem łączy z nowoczesnymi technologiami informatycznymi w zastosowaniu do rolnictwa precyzyjnego. W dalszej pracy zawodowej pragnie rozwijać i wdrażać nowe technologie w rolnictwie.



mgr inż. Ewelina Szczuka

rozaewelina@tlen.pl
ORCID: 0000-0002-2643-2464

Jest absolwentką Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wydział Architektury Krajobrazu. Od 2015 r. zatrudniona w Zespole Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego im. Ks. Dr. Jana Dzierżona w Bogdańcowicach na stanowisku nauczyciel przedmiotów zawodowych na kierunku architektura krajobrazu. Członek Krajowego Zespołu Egzaminów Zawodowych. Poza dydaktyką, zawodowo zajmuje się projektowaniem terenów zieleni oraz szkółkarską uprawą roślin. Współpracuje przy pracach związanych z wdrażaniem nowoczesnych technik uprawy roślin.



mgr inż. Anna Radaczyńska

a.radaczynska@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9774-7255

Jest absolwentką Akademii Rolniczej w Krakowie Wydział ogrodnicy. Od wielu lat pracuje jako specjalista ds. zarządzania gospodarstwem szkolnym w Zespole Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego w Bogdańcowicach. Zawodowo zajmuje się szeroko rozumianą uprawą roślin i produkcją rolniczą. Nadzoruje prace związane z wdrażaniem nowoczesnych technik uprawy roślin. Szkoła posiada areal rolny, na którym są prowadzone różnego rodzaju prace doświadczalne. Specjalizuje się we wdrażaniu stosowania nawozów ekologicznych w rolnictwie precyzyjnym.



dr hab. inż. Mariusz R. Rząsa, prof. PO

m.rzasa@po.edu.pl
ORCID: 0000-0002-3461-2131

Jest absolwentem Wydziału Elektrycznego Politechniki Opolskiej o specjalności Automatyka i Metrologia Elektryczna. Po studiach pracował w Katedrze Techniki Ciepłej i Aparatury Przemysłowej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej, gdzie uzyskał stopień doktora nauk technicznych. Stopień doktora habilitowanego uzyskał na Politechnice Częstochowskiej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki. Obecnie pracuje na stanowisku profesora uczelnianego Politechniki Opolskiej na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki. Zajmuje się komputerowymi metodami pomiarowymi i diagnostyką komputerową. Współpracuje z wieloma zakładami przemysłowymi i jest autorem szeregu prac naukowych.

