

Drony dla rolnictwa – system analizy pierwiastków za pomocą obrazowania hiperspektralnego oraz precyzyjnego dawkowania nawozów płynnych z wykorzystaniem UAV

Tomasz Bąk

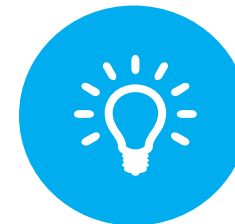
SKYX Sp. z o.o.

Wyzwania GA ZAP S.A.



- **Poszerzenie oferty nawozowej o nowe produkty i sposoby aplikacji**
- *System pozwala na tworzenie precyzyjnych map upraw z wykorzystaniem kamer hiperspektralnych a co za tym idzie dostarcza precyzyjnej informacji co do składu chemicznego pierwiastków jak azot, potas, magnez, etc. System zwraca konkretne wartości liczbowe a także pozwala obliczyć jakich mieszanek nawozowych należy użyć aby odżywić uprawy. System daje możliwość złożenia indywidualnej, precyzyjnej oferty dla rolnika i związanie go z firmą. Umożliwia także identyfikację chorób roślin już we wczesnej fazie wegetacji co stanowi wartość dodaną do oferty nawozowej. Wyniki badań w postaci precyzyjnych map dają możliwość wykorzystania ich do precyzyjnego nawożenia za pomocą dronów lub maszyn zautomatyzowanych.*

Pomysł, 1/3



- **[Opis rozwiązania** – System przeznaczony jest dla Grupy Azoty jako narzędzie do rozpowszechniania precyzyjnego rolnictwa. Docelowym odbiorcą technologii będą gospodarstwa rolne. System rozwiązuje problem analizy upraw pod kątem zawartości pierwiastków/minerałów/wilgotności upraw roślin. Daje także możliwość precyzyjnego nawożenia nawozów.
- **[Pokaż Swoje rozwiązanie** – Zdjęcia, schematy, przykładowe urządzenia zostały umieszczone na dalszych slajdach.
- **[Poziom TRL-** obecnie rozwiązanie znajduje się na III poziomie gotowości technologicznej.

Zdjęcie BSP z napędem wodorowym



Zdjęcie BSP z napędem wodorowym



Zdjęcie BSP z napędem wodorowym



Zdjęcie BSP z napędem wodorowym



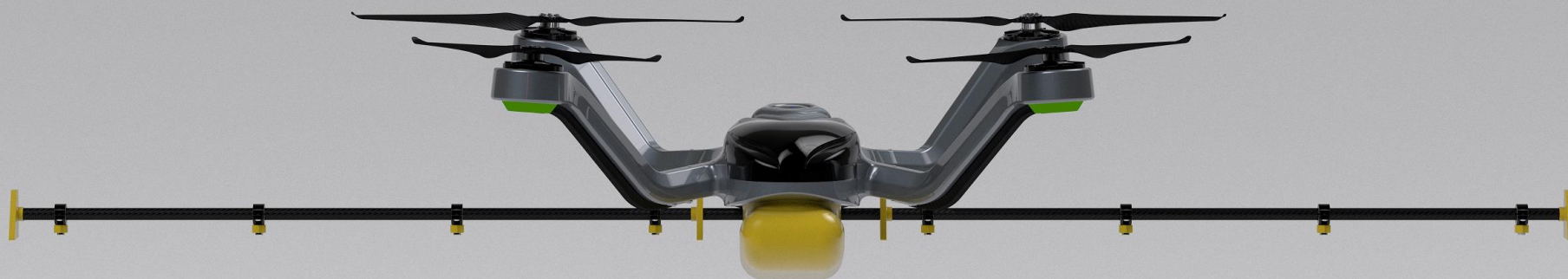
Zdjęcie BSP z napędem wodorowym



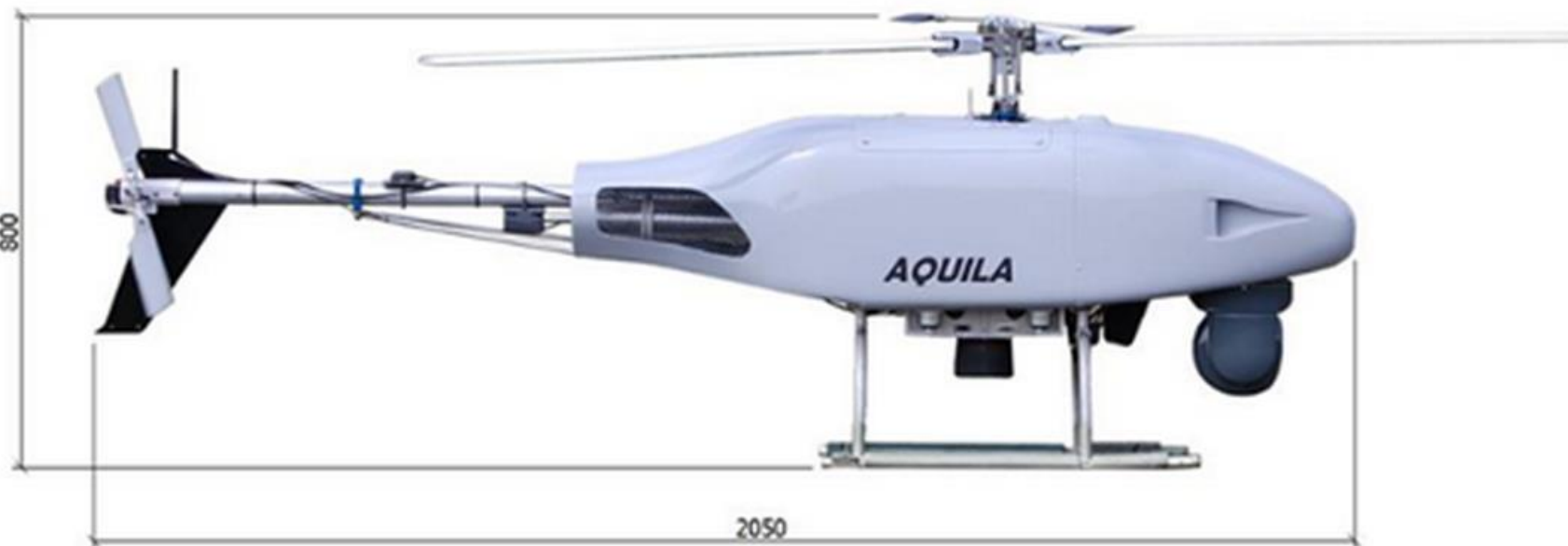
Kamera hiperspektralna



DC-01 MUCHA

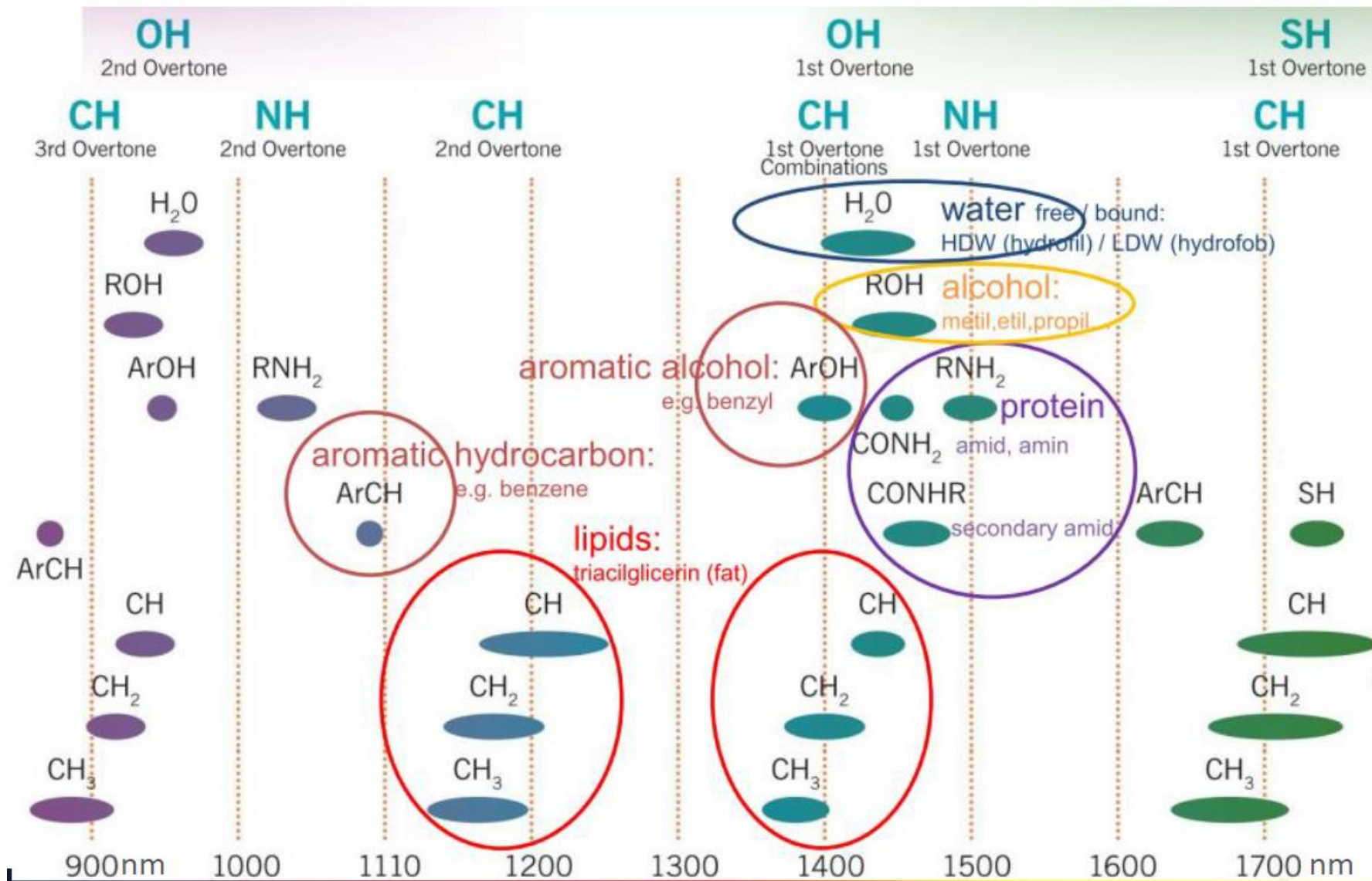


Oprysk na bazie śmigłowca



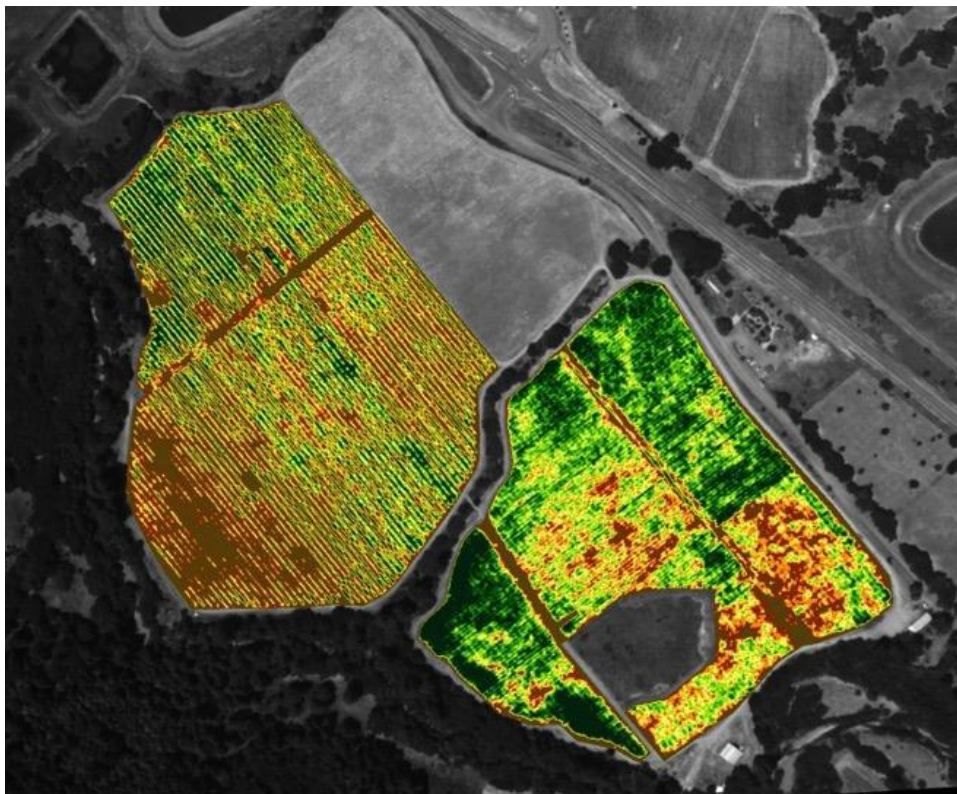
- DC-01 Mucha Agro- to zaawansowany system oprysku roślin zamontowany na platformie wielowirnikowej DC-01 Mucha. Składa się z Bezzałogowego Statku Powietrznego o budowie skorupowej, całokompozytowej zapewniającej skuteczną szczelność przed wilgocią, zbiornika na ciecz opryskową o pojemności 5L(Istnieje możliwość wykonania zbiornika o większej pojemności), pompy ciśnieniowej napędzanej silnikiem elektrycznym oraz spryskiwaczy zamontowanych na wysięgnikach o łącznej szerokości 3m. Pęd powietrza (strumień zaśmigłowy) generowany przez zespoły napędowe przyspiesza prędkość rozpylonego preparatu, rozchylając dodatkowo liście i łodygi, umożliwiając dotarcie rozpylanej cieczy nawet do powierzchni ziemi. DC-01 Mucha Agro operacje oprysku wykonuje całkowicie automatycznie po uprzednim zaplanowaniu lotu w oprogramowaniu dołączonym do zestawu. Cechą wyróżniającą tę konstrukcję jest możliwość regulacji ciśnienia oprysku, poprzez zmianę prędkości obrotowej pompy, a system sterujący opryskiem może włączać i wyłączać oprysk automatycznie na podstawie wprowadzonej wcześniej mapy numerycznej opryskiwanej uprawy.
- .
- DC-01 Mucha Agro może być także wyposażona w kamerę hiper/multispektralną umożliwiającą określenie stanu żywotności upraw. Na podstawie opracowanej mapy numerycznej uprawy z pierwszego nalotu z ww. kamerą operator może tak zaplanować lot systemu bezzałogowego by oprysk odbył się dokładnie tam, gdzie jest niezbędny.
- **Specyfikacja:**
- Czas lotu z obciążeniem 5,5kg – 25 minut = $25 \cdot 60s = 1500s$
- Szerokość rozpylania – 3m
- Prędkość przelotowa w locie automatycznym – 4m/s , a zatem powierzchnia oprysku ~ 12m²/s
- Czas lotu z obciążeniem * 12m²/s = $1500s \cdot 12m^2/s = 18000m^2 = 1,8 \text{ ha}$.
- Bezpiecznie obszar do przyjęcia 1,5ha.
- *Założenia nie uwzględniające parametru test z pełnym obciążeniem, a w czasie oprysków substancji cały czas ubywa*

Identyfikacja substancji SWIR/NIR



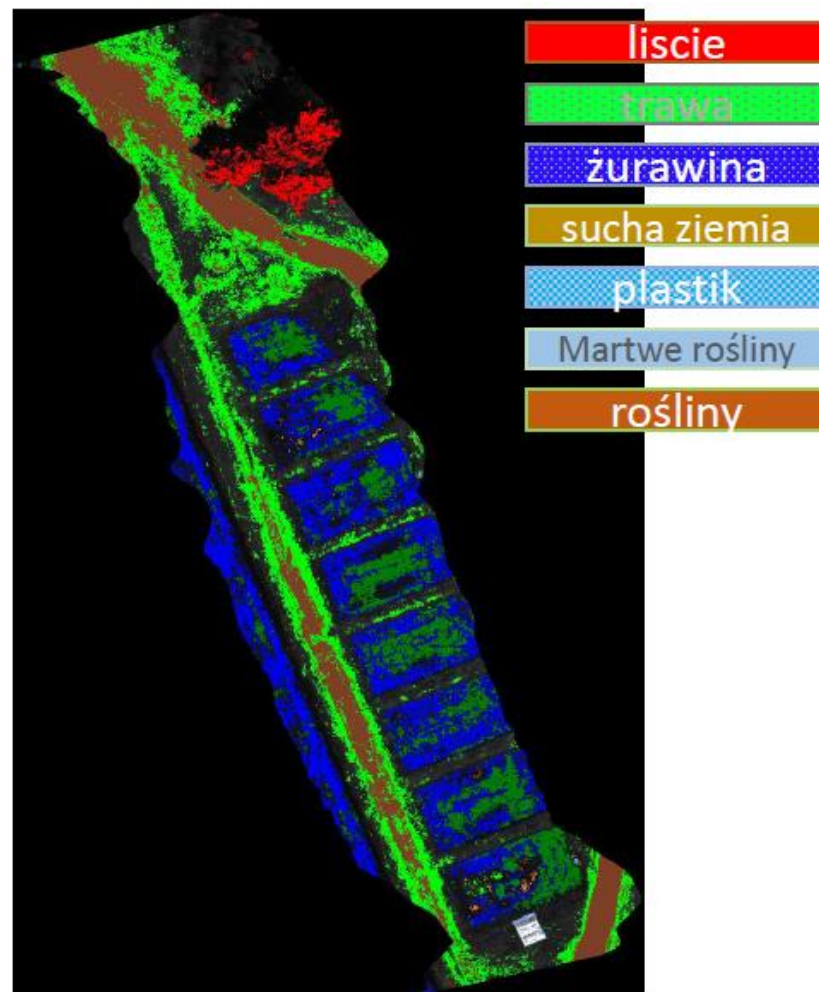
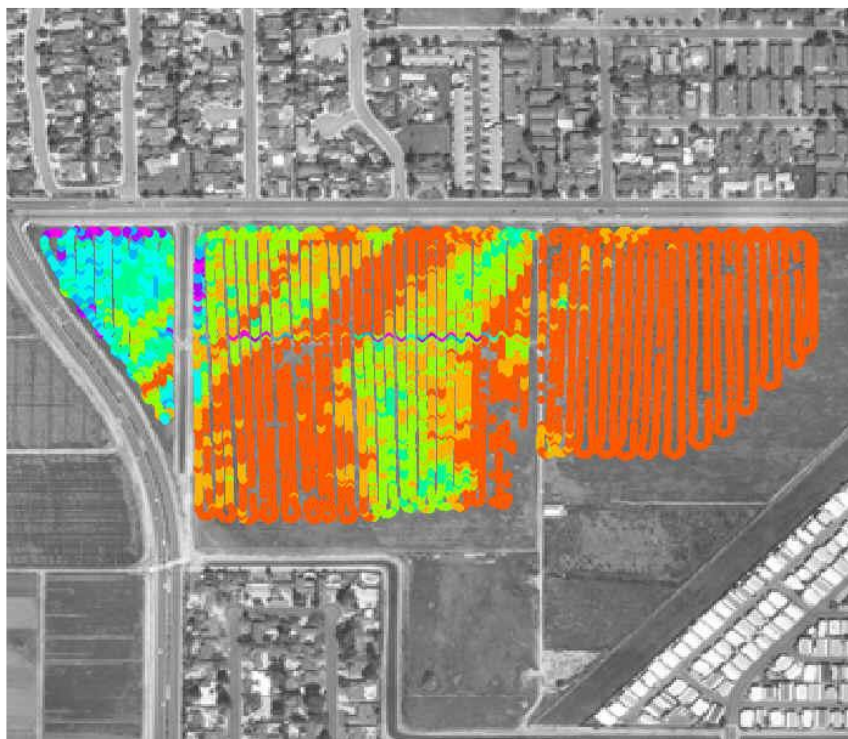
Badania wegetacji, VNIR

- *Typowe algorytmy analizy*
 - *ChlorophyllcontentRed Edge*
 - *Broadband greennessNormalizedDifferenceVegetationIndex (NDVI)*
 - *NarrowbandgreennessModifiedNormalizedDifference705 (mND705)*
 - *LightuseefficiencyPhotochemicalReflectanceIndex (PRI)*
 - *CanopyWaterContent WaterBand Index (WBI)*
 - *LeafPigment Chlorophyll(MCARI)*



Przykładowy obraz hiperspektralny

- Lotniczy obraz hiperspektralny z nałożoną klasyfikacją informacji spektralnych. Na podstawie wzorców krzywych spektralnych dokonano przypisania kolorów.*



- | | | | | | | | |
|---------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| START / RESET | GO OUT | HYPER SPECTRAL CAMERAS | PICTURES 2D | PICTURES 3D | CAMERAS | INFRARED CAMERAS | 3D PARAMETERS VISUALISATION |
| SECURITY GATE | CONNECTIONS | FIELD DETECTORS | GPS | GIS | GEODESY | 3D UNDERGROUND | 3D ANALITIC VISUALISATION |
| LEVEL | ANALITIC PANEL | MAIN DATA BASE | AGRICULTURE SIMULATOR | WATER SUPPLY SIMULATOR | WEATHER SIMULATOR | SPECIAL PROCEDURES | 3D MARKERS |

HYPER ANALITICS 3D

3D HYPER AREA 24

CAMERA 3

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| STOCK-TAKING FLY | WORK FLY | CONTROL FLY |
| AUTOMATIC PROCEDURE | AUTOMATIC PROCEDURE | AUTOMATIC PROCEDURE |
| ST - DATA BASE | W - DATA BASE | C - DATA BASE |

DRONS CONTROL PANEL
UAVS FLY TECH

- | |
|---------------|
| START |
| CONTROL PANEL |
| STOP |

ITLG

V - AGRICULTURE SYSTEM



Pomysł, 2/3



- **[Doświadczenie** – rozwiązania zostały przygotowane w formie demonstratorów technologii w przypadku DC-01 Mucha, natomiast w przypadku śmigłowca Aquila zostało wdrożone u klienta w postaci śmigłowca do oprysku. W obu przypadkach nie zastosowano detekcji i obrazowania hiperspektralnego. Spółka partnerska posiada doświadczenie od 2010 r w zakresie wytwarzania i produkcji w/w rozwiązań. Spółka posiada wdrożone certyfikaty na produkcję bezzałogowych systemów latających.
- **[Zabezpieczenie praw** – wszelkie prawa pozostają po stronie autorów systemów.

Pomysł, 3/3



- **[Korzyści –**
 - Nowoczesna oferta nawozowa / dedykowane mieszanki nawozowe,
 - Polepszenie relacji z rolnikami,
 - Wydajniejsze rolnictwo
 - Przewaga nad konkurencją – precyzyjne rolnictwo z wykorzystaniem najnowszych technologii analiz hiperspektralnych i precyzji nawożenia,
 - Wzrost liczby klientów,
 - Wizerunek rynkowy w kontekście wykorzystania technologii satelitarnej i UAV
 - Wykrywanie chorób roślin na każdym etapie wegetacji
- **[Koszty –** szacowane koszty wykonania usługi to ok 8 zł/ha powierzchni upraw za analizę hiperspektralną. Dodatkowo należy doliczyć koszty eksploatacji BSP.
- **[Wycena pomysłu –** całościowy koszt wykonania demonstratora technologii szacowany jest na poziomie 13,5 mln zł netto.
Szczegółowy budżet zaprezentowany będzie na kolejnych spotkaniach.

Trendy w rolnictwie światowym

- Z perspektywicznych założeń europejskiej polityki rolnej wynika, że światowa produkcja żywności do 2030 roku wzrosnąć musi o 57 procent aby zapewnić wyżywienie wzrastającej populacji, przy uwzględnieniu stale zmniejszającej się powierzchni użytków rolnych. W trendach światowych model rolnictwa musi być uzupełniany modelem produkcji środków spożywczych. Celem takiej polityki jest osiągnięcie zasad: bezpieczeństwa żywności, wysokiej jakości i różnorodności.

Czego oczekuje rynek rolniczy w Polsce i na świecie

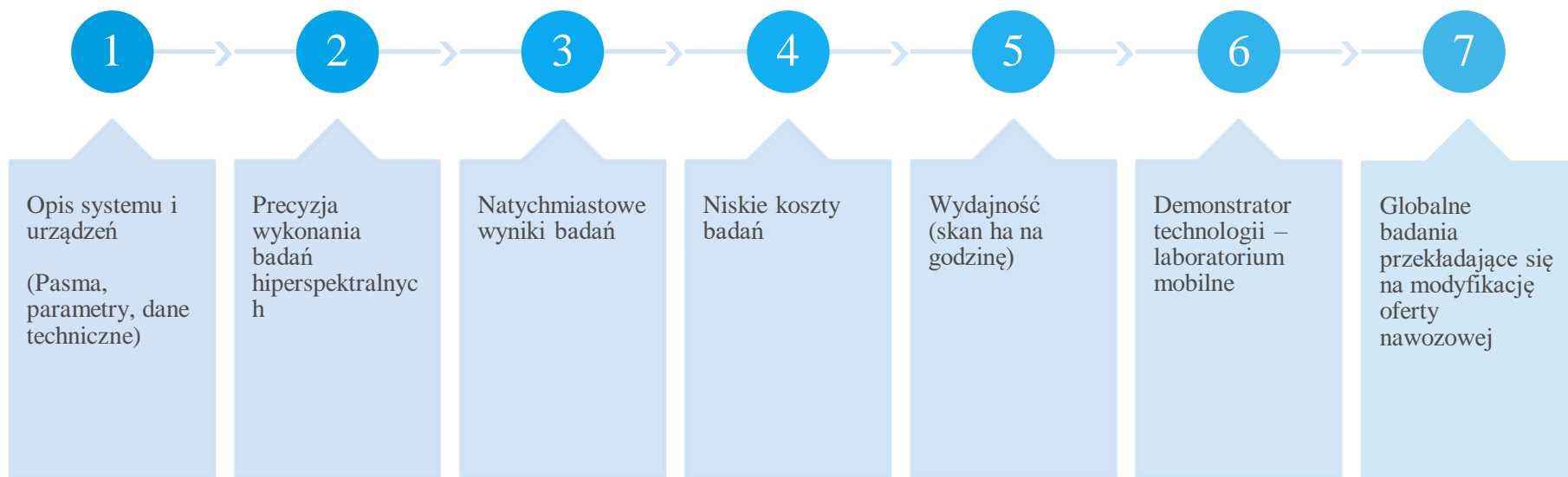
Nowoczesnych,
wydajniejszych
technologii

Autonomiczności

Precyzji

Szybkiej reakcji
na zmiany

Rozwiązanie – Drony dla rolnictwa

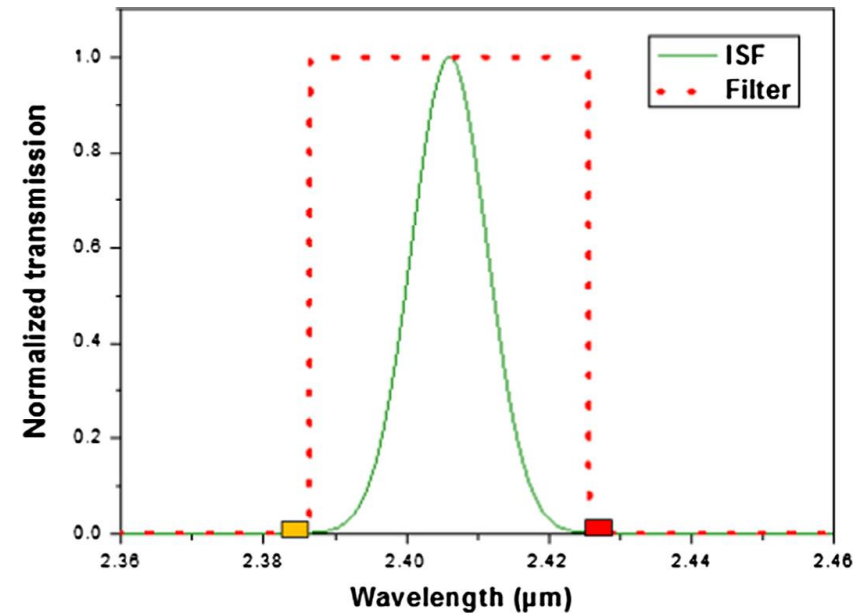
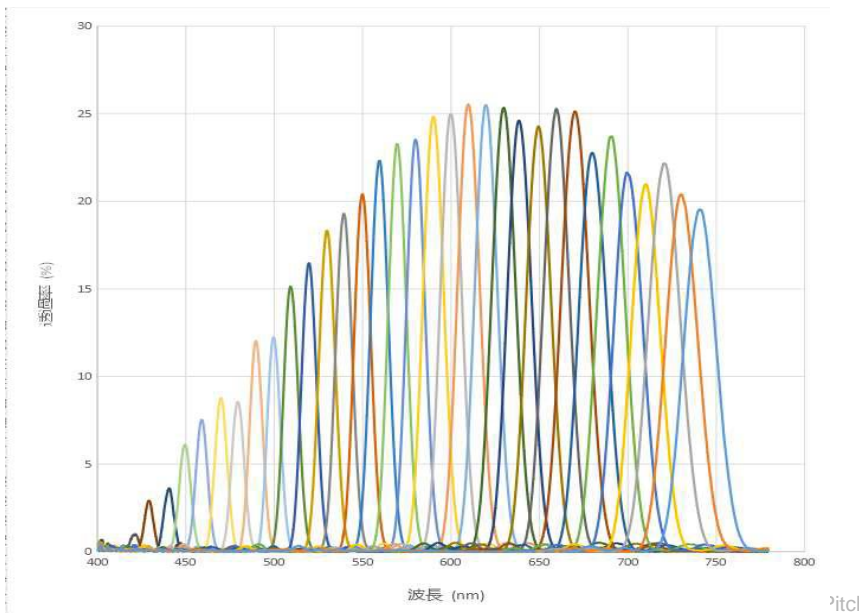


Podstawowe pojęcia i definicje

Pomiar hiperspektralny polega na pomiarze natężenia energii promieniowania elektromagnetycznego w paśmie światła widzialnego, podczerwieni oraz mikrofal, pomiar ten wykonuje się dyskretnie dla określonej długości fali i szerokości pasma (rozdzielczość widmowa)

W zależności od liczby przedziałów widmowych obrazowanie spektralne dzieli się na:

- Obrazowanie multispektralne dla kilku pasm
- Obrazowanie hiperspektralne dla więcej jak 100 pasm



Kamery spektralne



Kamera hiperspektralna do zastosowań na satelitach 400 pasm w zakresie 400 nm do 1000 nm, masa 1,5 kg

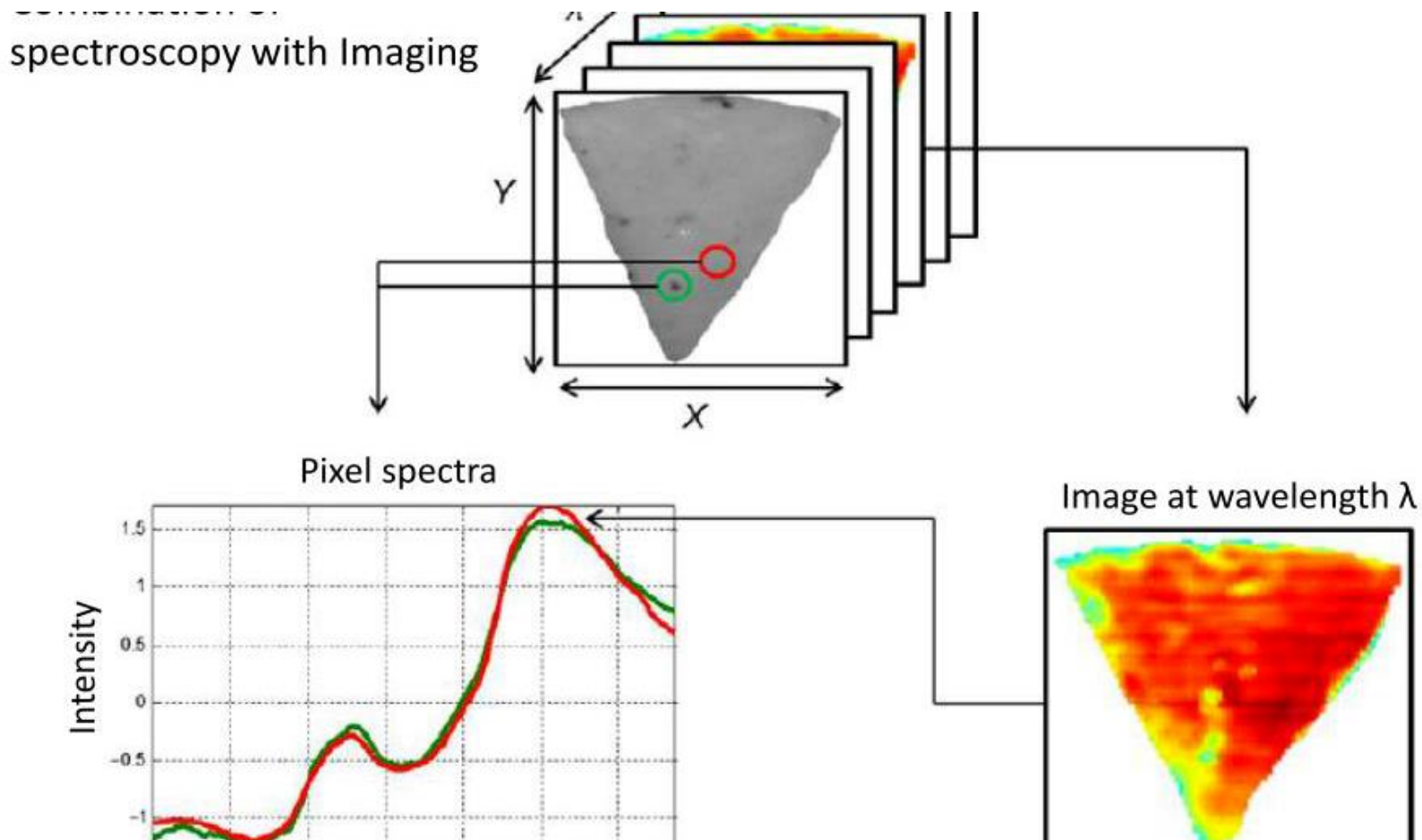


Kamera multispektralna nisko-kosztowa do zastosowań na UAV 4 pasma masa 0,5 kg



Kamera hiperspektralna do zastosowań na UAV 270 pasm w zakresie 400 nm do 1000 nm, masa 0,5 kg

Zasada tworzenia skanów hiperspektralnych



Zasada spektrometrii

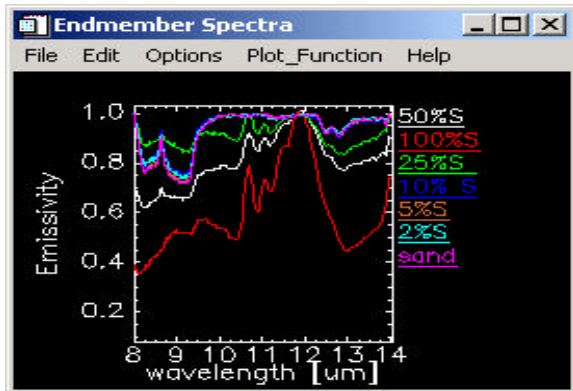
Każdy pierwiastek ma inne widmo światła odbitego i w innym zakresie widma pochłania światło, tą zasadę wykorzystuje się przy obrazowaniu hiper i multi - spektralnym

410 nm 434 nm 486 nm 656 nm

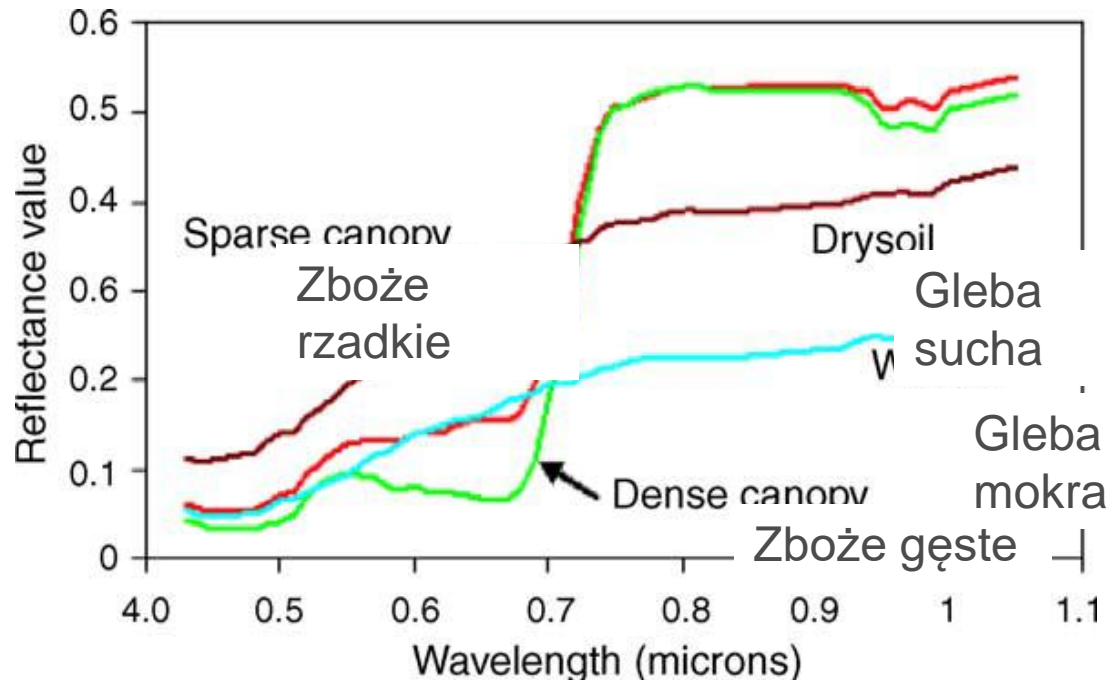
Widmo dyskretne wodoru



Widmo dyskretne azotu
Gleba z siarką

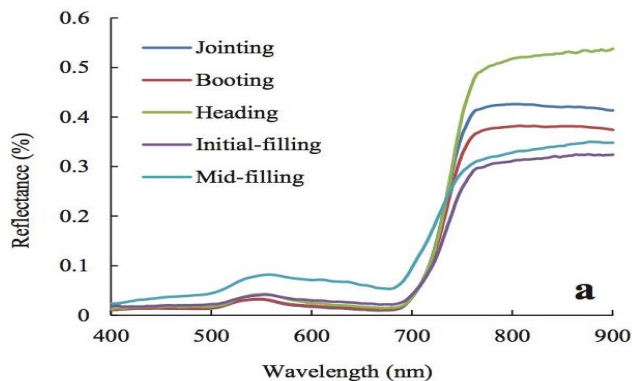


Widmo ciągłe wybranych obiektów

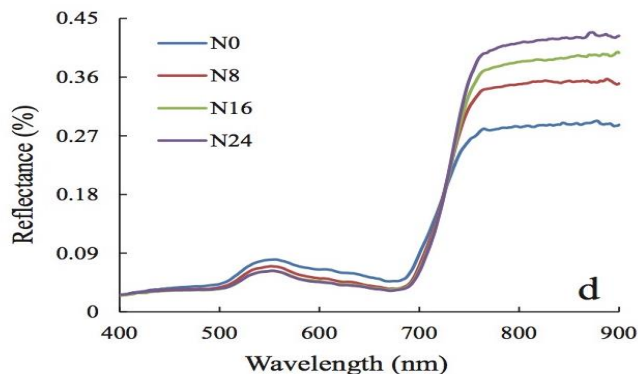


Zastosowanie obrazowania spektralnego

Substancje chemiczne, zwłaszcza organiczne mają charakterystyczne widma emsji i absorpcji fal elektromagnetycznych; obrazowanie hiperspektralne pozwala na identyfikację ich śladów.

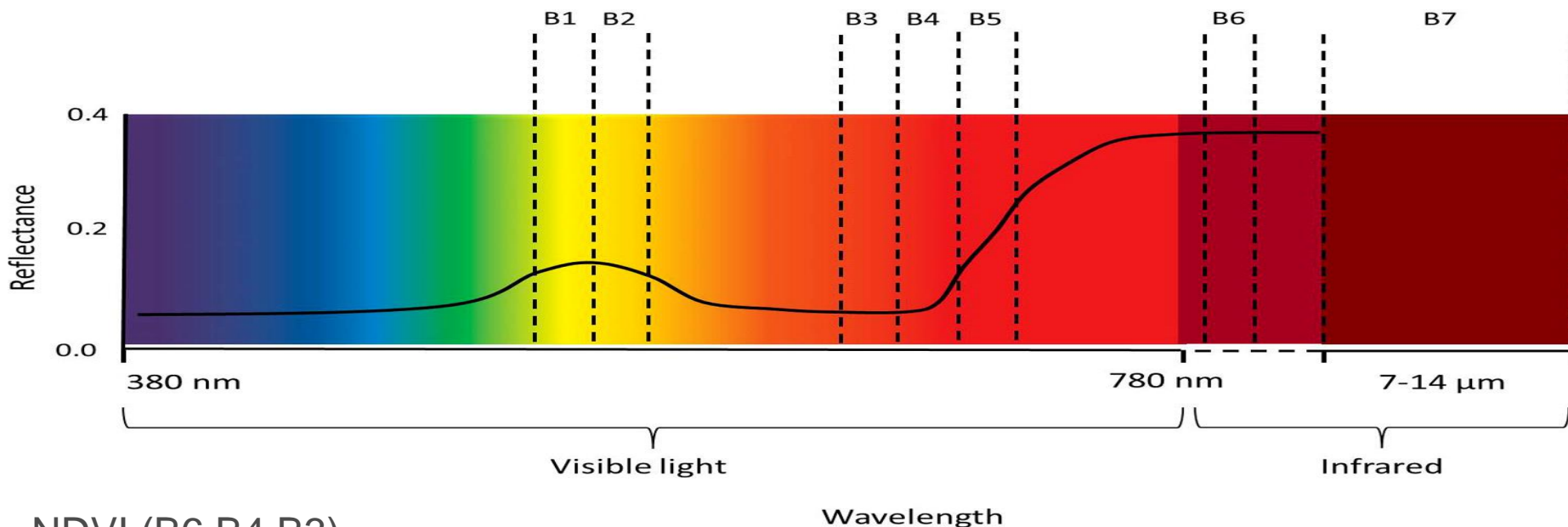


Widmo światła odbitego dla różnych faz wzrostu pszenicy dla zbliżonej zawartości azotu



Widmo światła odbitego dla różnych zawartości azotu w jednej z faz wzrostu pszenicy

Widmo światła z zakresami badania roślin (NDVI- Normalized Difference Vegetation Index)



NDVI (B6,B4,B3)

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (4)$$

Światło białe padające na roślinie jest w części pochłaniane, a w części odbijane. Pigment zawarty w liściach (chlorofilu) mocno absorbuje światło o długości fali (w zakresie widzialnym) 400 – 700 nm Zużywając energię fotonów w tym zakresie do fotosyntezy. Struktura komórkowa liścia silnie odbija światło w zakresie długości fali świetlnej (bliska podczerwień) 700 nm do 1100 nm.

Wskaźniki obliczane na podstawie obrazowania spektralnego do oceny stanu roślin przedstawiane w literaturze

Index	Name	Formula
Chlorophyll indices		
MCARI	Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index	$[(R700 - R670) - 0.2 \times (R700 - R550)] \times (R700/R670)$
TCARI	Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index	$3 \times [(R700 - R670) - 0.2 \times (R700 - R550) \times (R700/R670)]$
TCARI/OSAVI	Canopy chlorophyll Inversion Index (CCII)	TCARI/OSAVI
MCARI/OSAVI	MCARI/OSAVI	MCARI/OSAVI
MTCI	MERIS terrestrial chlorophyll index	$(R754 - R709)/(R709 - R681)$
REP-Li	Red-edge position: linear interpolation method	$700 + 40 \times [(R670 + R780)/2 - R700]/(R740 - R700)$
CARI	Chlorophyll Absorption Ratio Index	$\text{abs}(a \times 670 + R(670) + b) / \sqrt{(a \times a + 1) \times R700/R670}$
NPCI	Normalized Pigment Chlorophyll index	$(R430 - R680)/(R430 + R680)$
SRPI	Simple Ratio Pigment Index	$R430/R680$
SIPI	Structure Insensitive Pigment Index	$(R800 - R445)/(R800 - R680)$
NAOC	Normalized area over reflectance curve	$1 - \text{sum}(R643, R795)/(R795 \times 152)$
PSRI	Plant senescence reflectance index	$(R680 - R500)/R750$
PSSRa	Pigment specific simple ratio chlorophyll a	$R800/R680$
PSSRb	Pigment specific simple ratio chlorophyll b	$R800/R635$
PSNDb	Pigment specific normalized difference chlorophyll b	$(R800 - R635)/(R800 + R635)$
PSNDc	Pigment specific normalized difference chlorophyll c	$(R800 - R470)/(R800 + R470)$
CI red-edge1	Red edge Chlorophyll index	$[(R750 - 800)/(R695 - 740)] - 1$
CI red-edge2	Chlorophyll index	$[(R840 - 870)/(R720 - 730)] - 1$
CI green	Chlorophyll index	$[(R840 - 870)/(R550)] - 1$
R-M	Red-edge model index	$R752/R720 - 1$
RI-1dB	Ratio Index	$R735/R720$
VOG-1	Vogelmann Index	$R740/R720$
mND705	Modified Red-edge Normalized Difference Vegetation Index	$(R750 - R705)/(R750 + R705 - 2 \times R445)$
Nitrogen indices		
Vlopt	Optimal vegetation index	$(1 + 0.45) \times ((R800)^2 + 1)/(R670 + 0.45)$
NDVIg-b	Normalized difference vegetation index green-blue	$(R573 - R440)/(R573 + R440)$
NRI	Nitrogen reflectance index	$(R570 - R670)/(R570 + R670)$
DCNI	Double-peak canopy nitrogen index	$(R720 - R700)/(R700 - R670)/(R720 - R670 + 0.03)$
$R705/(R717 + R491)$	$R705/(R717 + R491)$	$R705/(R717 + R491)$
$R434/(R496 + R401)$	Blue nitrogen index	$R434/(R496 + R401)$
NDDA	Double-peak nitrogen index	$(R755 + R680 - 2 \times R705)/(R755 - R680)$
$(R924 - R703 + 2 \times R423)/(R924 + R703 - 2 \times R423)$	$(R924 - R703 + 2 \times R423)/(R924 + R703 - 2 \times R423)$	$(R924 - R703 + 2 \times R423)/(R924 + R703 - 2 \times R423)$
Readone	Readone ratio	$R415/R695$
NDRE	Normalized difference red edge index	$(R790 - R720)/(R790 + R720)$
REFCA	Red edge Reflectance Curve Area	$\text{SUM}(R_i/R780), i = 680-780$
ZTM	Red edge spectral parameter	$R750/R710$
DDn	New Double Difference Index	$2 \times R710 - R660 - R760$
Other indices		
GNDVI	Green Normalized difference vegetation index	$(R750 - R550)/(R750 + R550)$
WDRVI-3	Wide dynamic range vegetation index	$(0.2 \times R800 - R670)/(0.2 \times R800 + R670) + 0.667$
NDCI	Normalized difference cloud index	$(R762 - R527)/(R762 + R527)$
EVI-1	Enhanced vegetation index	$2.5 \times (R860 - R645)/(1 + R860 + 6 \times R645 - 7.5 \times R470)$
MAVI	Multi-angular vegetation index	$\text{MAVI}_{\text{SR}} = (R538/R768)_{-20} - (R478/R634)_{+10}$ $\text{MAVI}_{\text{ND}} = [(R558 - R768)/(R558 + R768)]_{-20} - [(R472 - R634)/(R472 + R634)]_{+10}$

Note: R is the reflectance at a given wavelength. R740, R720, R750, and R690 are the spectral reflectance values at 740, 720, 750, and 690 nm, respectively. Di denotes derivative

Procedura badania spektralnego z UAV

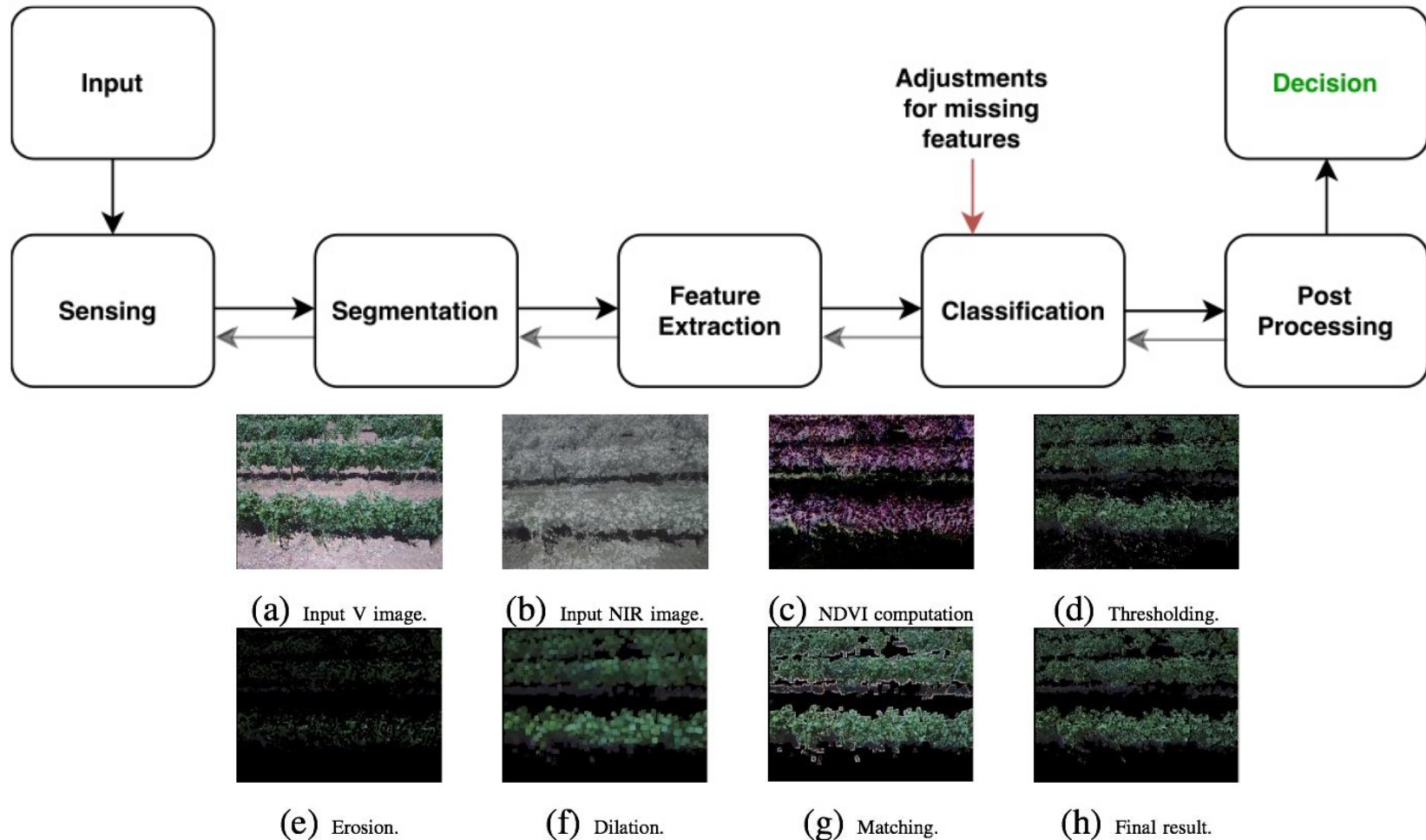
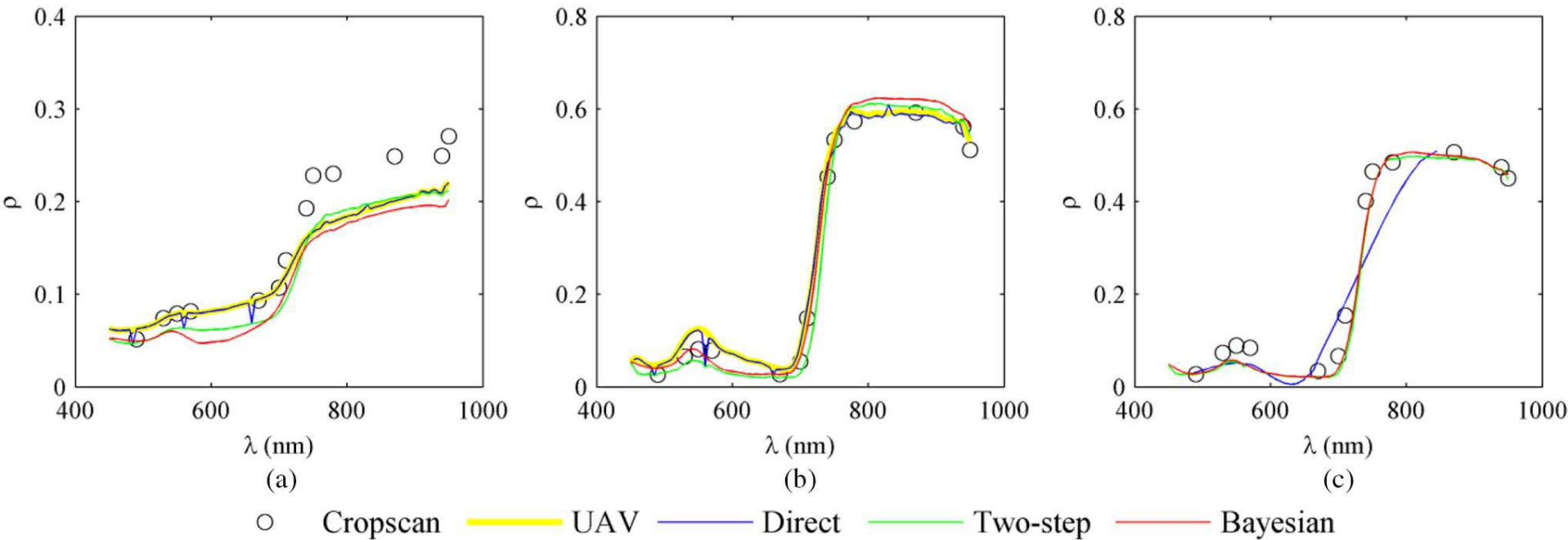


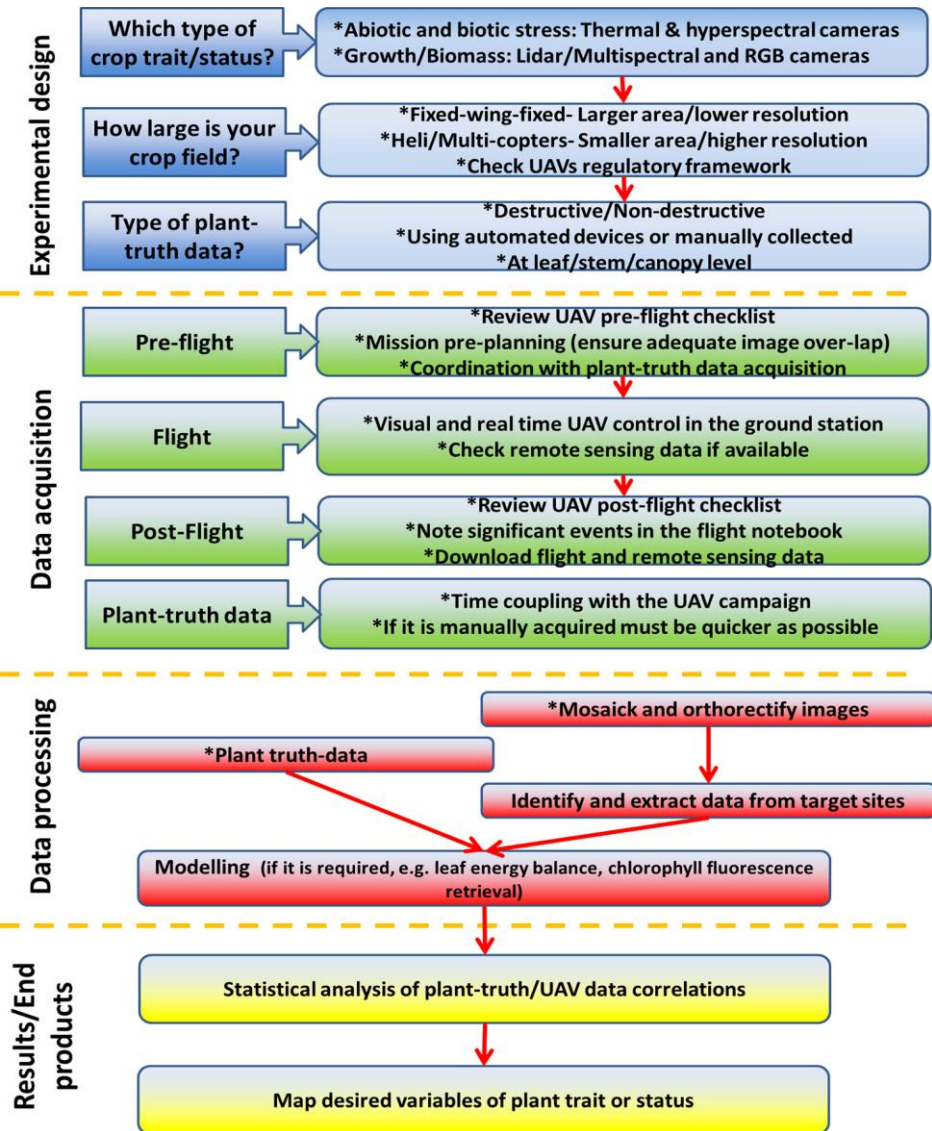
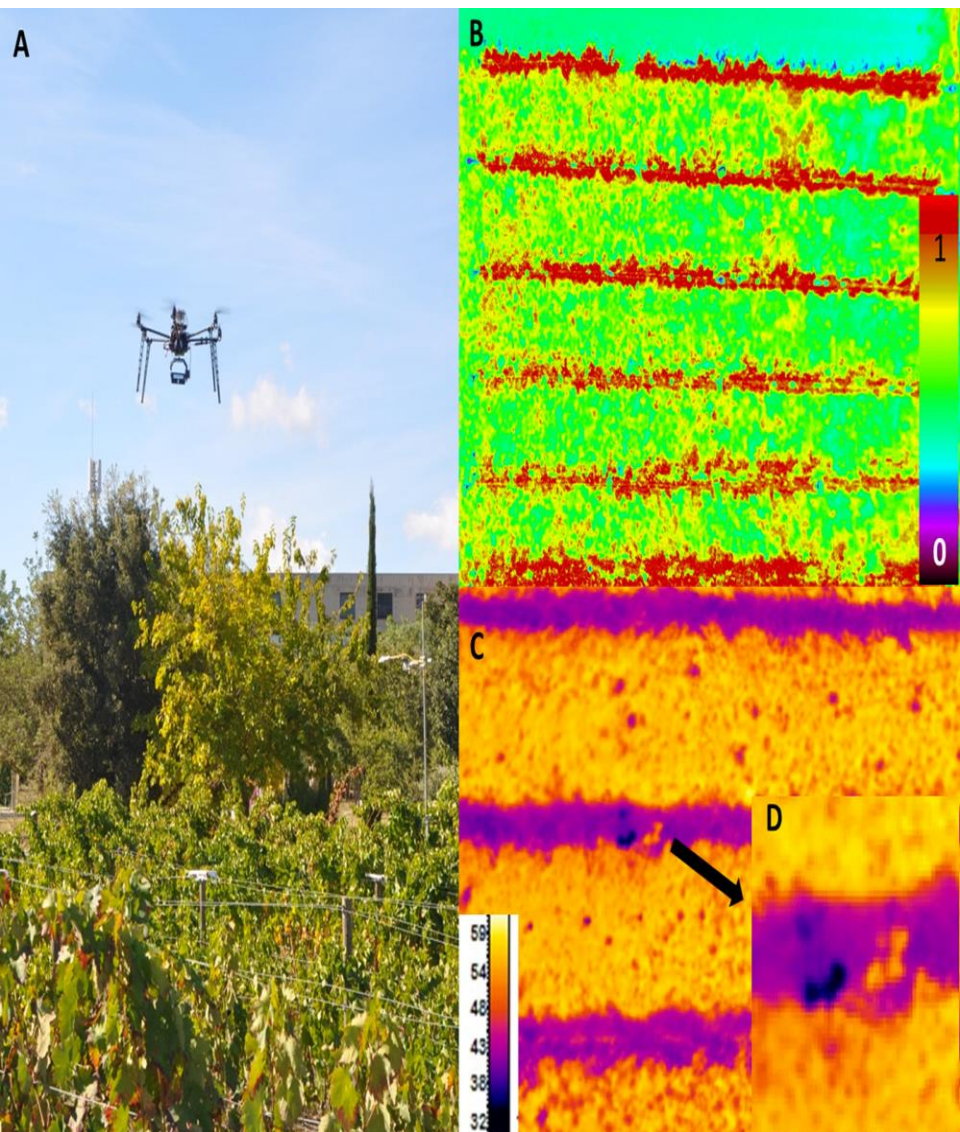
Fig. 9: Example of the segmentation based on NDVI thresholding for the “entire” vineyard.

Procedura kalibracji obrazów spektralnych

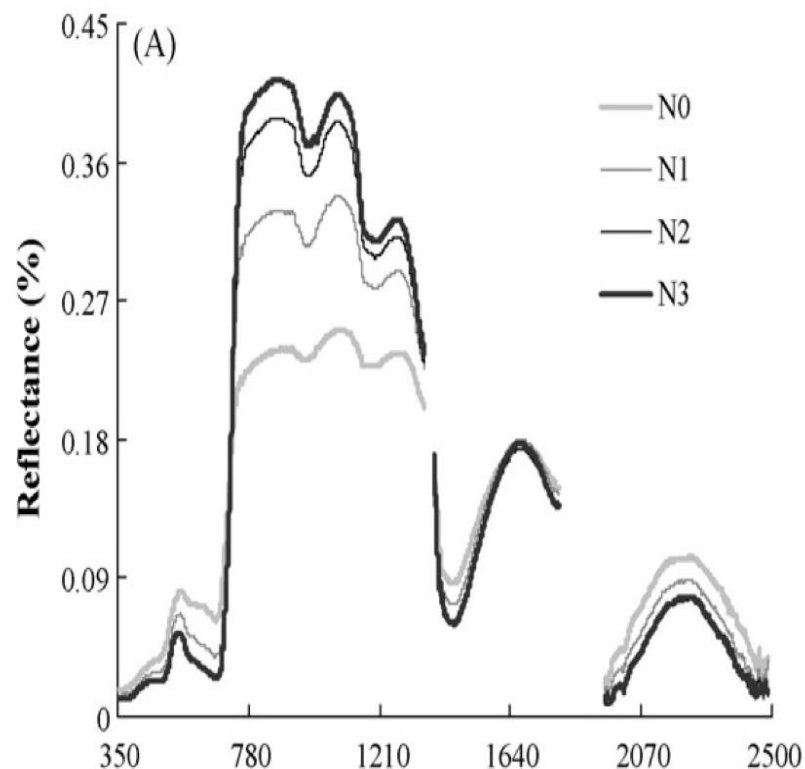
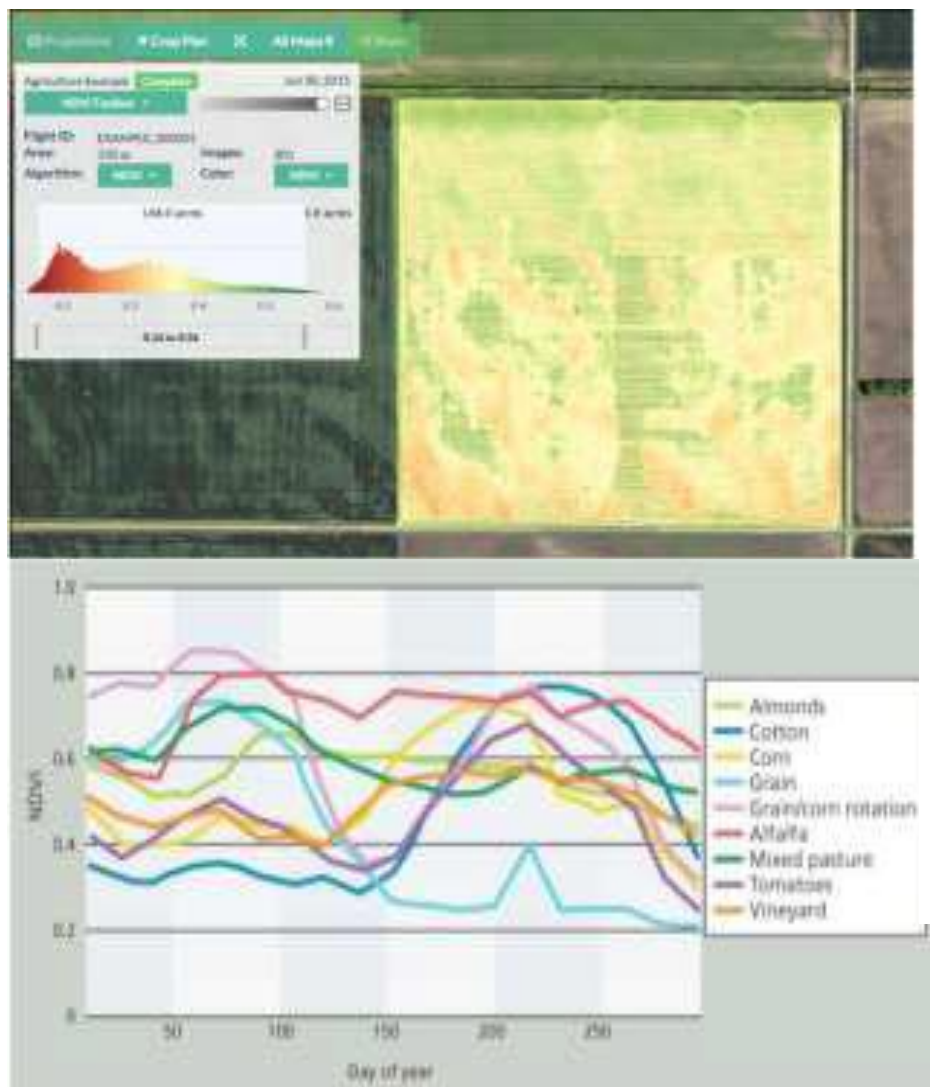
1. Obrazowanie spektralne danej rośliny z UAV za pomocą stosowanej kamery
2. Badanie zawartości składników, które należy wykrywać innymi metodami (analitycznymi) laboratoryjnymi
3. Badania „zdrowia” rośliny



Proces badań roślin za pomocą UAV

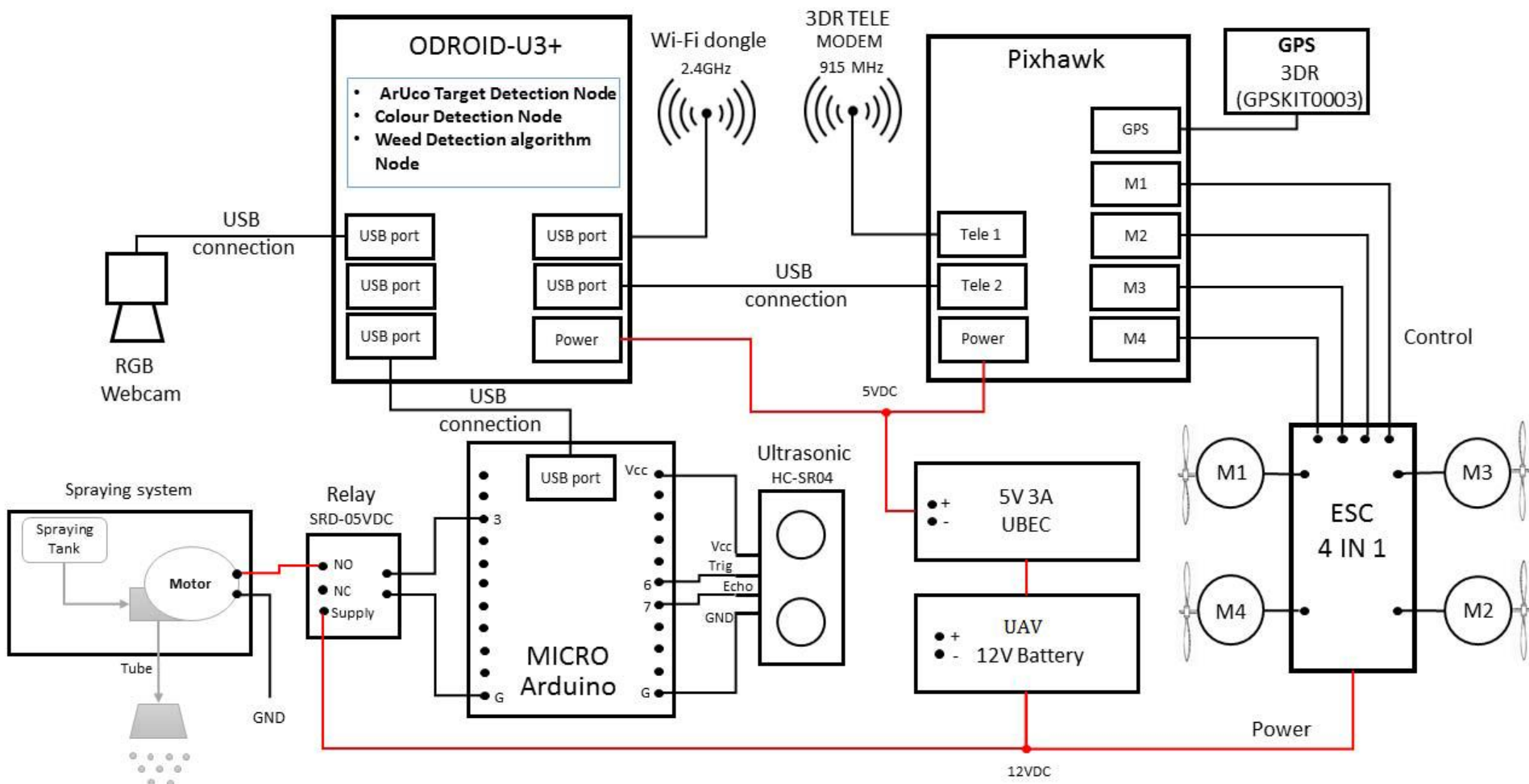


Obrazowanie NDVI w rozpoznawaniu stanu roślin

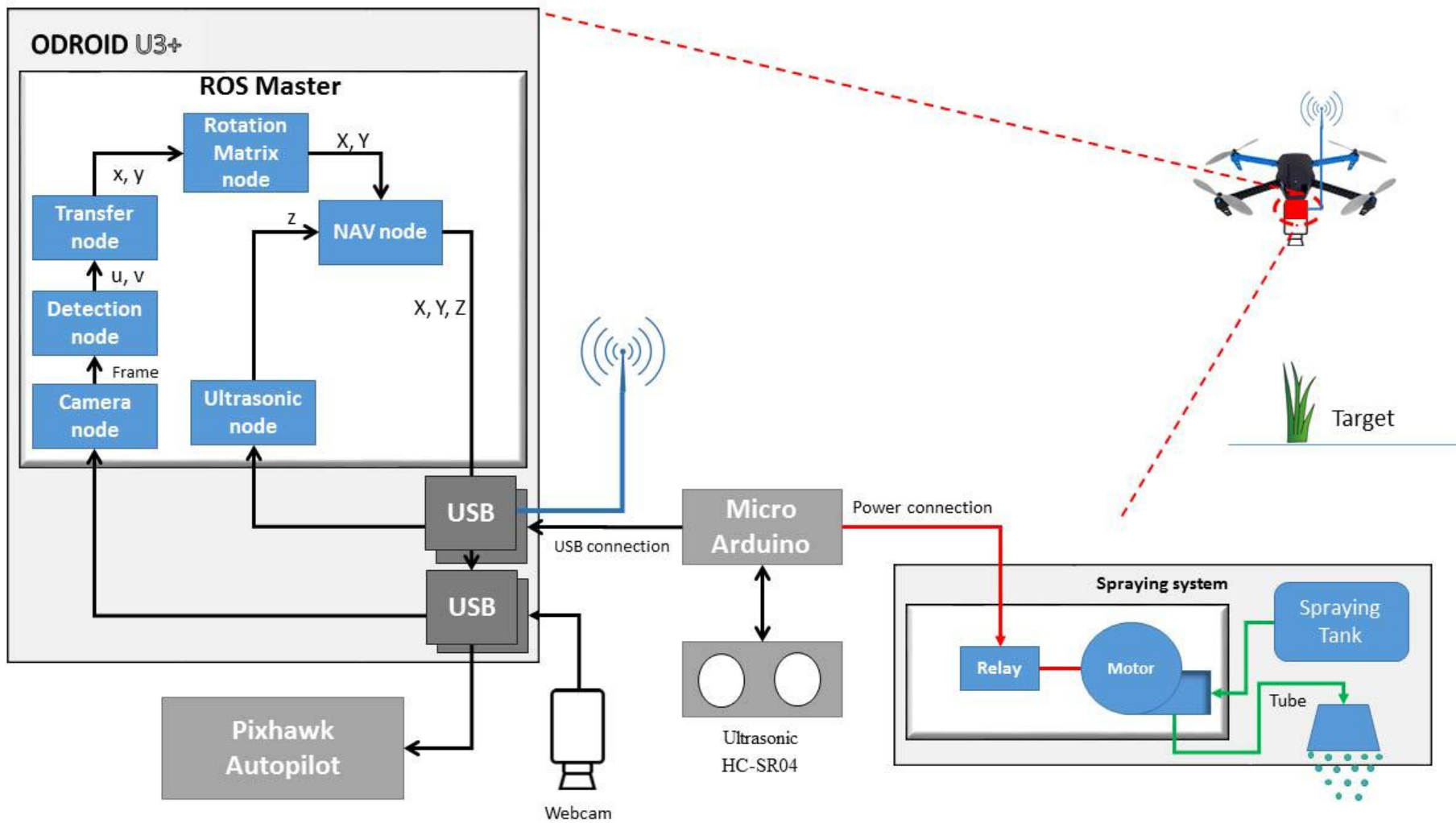


N3 – 270 kg/h
N0 – 0 kg/h

Rozwiązanie sprzętowe systemu nawożenia (za pomocą mapy)



Rozwiązanie sprzętowe systemu do nawożenia (autonomiczny)



Chemometria

- *Dane z kamer HyperspecVNIR i HyperspecSWIR mogą być używane jak dane z badania spektrometrem.*
- *Każdy piksel obrazu z kamery to jeden punkt pomiarowy spektrometru.*
- *Obrazy hiperspektralne pozwalają na analizy zmian właściwości spektralnych substancji na obserwowanych obszarach.*
- *Spektrogramy z każdego piksela obrazu pozwalają przeprowadzić analizy chemometryczne PCA, PLS, PLS-DA itp.*

Opcjonalne rozwiązania szerokopasmowe VNIR/SWIR

Lightweight Co-Aligned VNIR/SWIR Airborne Package

Dwa sensory Hyperspec VNIR i Hyperspec SWIR zintegrowane.
(zakres spektralny 400-1000 nm oraz 900-2500nm) przyg
jednoczesnej pracy i rejestracji lotniczych.

- Dedykowany DJI gimbal - nie zawiera wielowirnikowca
- 640 pasm przestrzennych,
- 270 pasm spektralnych



Wyniki, korzyści, wydajność badań

Wyniki

- Wyniki dostępne natychmiast po zakończeniu badania.
- Transfer danych on-line na dowolne urządzenie i odległość.
- Przyjazny interface (zrozumiały dla rolnika)
- Intuicyjna obsługa

Korzyści dla GA

- Zwiększenie konkurencyjności
- Ekologia
- Precyzja
- Wizerunek rynkowy
- Zwiększenie wolumenu sprzedaży
- Przewaga technologii w kontekście usługi satelitarnej

Wydajność

- 50 ha / godzinę lotu
- Od 2h do 6-ciu godzin lotu (napęd wodorowy)
- Możliwość badania dowolnego terenu (samochód 4x4)

Korzyści dla rolnika

Precyzyjne
mapy upraw

Natychmiastowe
wyniki badań

Dedykowana
oferta nawozowa

Precyzja
nawożenia

Zwiększenie
wydajności
plonów i
zbiorów z ha

Firma / Zespół

- [Dane Firmy** – - SKYX Sp. z o.o. kwalifikuje się jako MŚP. Posiada 3 wspólników powiązanych osobowo z innymi firmami. Wsparcie Spółki jest realizowane w dwóch głównych branżach: informatycznej – Firmy związanej z Grupą AZOTY od wielu lat, dostarczającej szereg rozwiązań IT dla Grupy i Spółek w Grupie oraz Firmy UAVS posiadającej szerokie doświadczenia w dziedzinie dronów, systemów bezpieczeństwa oraz doświadczeń chociażby z hiperspektrią. Daje to potężny potencjał do zrealizowania projektu w ramach analiz hipersektoralnych i precyzyjnego nawożenia nawozów. Z racji że firma jest startupem na chwilę obecną nie zatrudnia pracowników lecz jest gotowa do przejęcia zasobów ludzkich z Firm powiązanych w liczbie wystarczającej do zrealizowania projektu.
- [Przedstaw zespół** – zespół dedykowany do niniejszego projektu będzie składał się z kluczowych osób zarządzających oraz pracowników.
Prof. dr hab. inż. Tadeusz Uhl – przedstawiciel AGH oraz EC Engineering – odpowiedzialny za merytorykę w zakresie badań hiperspektralnych,
Tomasz Bąk – Prezes Zarządu SKYX Sp. z o.o. – odpowiedzialny za merytorykę w zakresie IT i rozwiązań programistycznych,
Krzysztof Śmierciak – Prezes Zarządu UAVS Sp. z o.o. – odpowiedzialny za dostarczenie pojazdów latających, maszyn, urządzeń.



Rozwiązanie



- [Konkurencyjność rozwiązania]** – rozwiązanie w znacznym stopniu przewyższa rozwiązania konkurencyjne. Dzisiejsze technologie, choćby te dostarczane na dzisiaj do Grupy Azoty dają wyłącznie pogląd ogólny na wąską część pierwiastków np. analiza azotu na podstawie zdjęć satelitarnych pokazująca na którym obszarze jest go więcej a na którym mniej bez podawania konkretnych wartości i ilości. Nasze rozwiązanie może analizować o wiele szerszy zakres pierwiastków (potas, magnez, azot, wszelkie minerały, i wiele innych) a także skażenia i metale ciężkie z możliwością zwracania konkretnych wartości liczbowych danego składu chemicznego upraw oraz tworzeniem precyzyjnych map na jakim terenie, ile danego nawozu należy zaaplikować. Może także zostać wykorzystane do badania wody, powietrza, skażeń, itp.

Jesteśmy w stanie dostarczyć rozwiązanie unikalne na skalę światową pod kątem precyzji analizy upraw i precyzji nawożenia.

Zdjęcia i analizy wykonywane są w dowolnym momencie w miarę potrzeby o każdej porze. Poprzez wykorzystanie bezzałogowców jesteśmy znacznie bardziej elastyczni i konkurencyjni cenowo. W porównaniu do zdjęć satelitarnych przewagą jest możliwość wykonania zdjęć i analiz nawet w pochmurne dni w zasadzie o każdej porze. A jak wiadomo w rolnictwie precyzyjnym liczą się dni a nie tygodnie.

Analizy i precyzyjne mapy mogą powstać nawet w ciągu 24 godzin.

Bezpośrednia konkurencja

- Bezpośrednimi konkurentami DC-01 Mucha Agro są drony AG-6A + v2, AGV8A oraz DJI Agras MG-1.
- Pod względem ładowności DC-01 Mucha Agro ustępuje jedynie konstrukcji AG-6A+v2 (zaledwie o 5kg). Nasza konstrukcja jednak bezapelacyjnie bije rozwiązania konkurencji pod względem długotrwałości czasu lotu, dochodzącym do 40 minut. DC-01 Mucha Agro może pochwalić się największą szerokością oprysku, dochodzącą do 7m (oprysk na wysokości 3m).
- Niewątpliwą zaletą DC-01 Mucha jest jest MTOW(Maksymalna masa startowa) wynosząca 24 kg, co pociąga za sobą brak konieczności rejestracji jej jako Statku Powietrznego w rejestrze Urzędu Lotnictwa Cywilnego(wiąże się to z dużymi kosztami m.in. ubezpieczenia OC) oraz potrzebą dysponowania wykwalifikowaną kadrą operatorów UAVO.

Bezpośrednia konkurencja

- **Z zastosowanych w DC-01 Mucha innowacji, a niedostępnych u konkurencji warto wymienić:**
 1. Możliwość wykonywania lotów w roju(jednoczesny lot od 2 do 500 platform)
 2. Otwarta architektura systemu umożliwiająca w przyszłości implementację nowych funkcji.
 3. Duża odporność na warunki atmosferyczne – DC-01 Mucha Agro może latać w deszczu lub śniegu, ze względu na samonośną, kompozytową, zamkniętą, szczelną strukturę nośną.
 4. Wyposażona w płytę główną z możliwością implementacji nowych urządzeń.
 5. Automatyczna korekcja wysokości uwzględniająca rzeźbę terenu(stałe utrzymywanie zadanej wysokości nad gruntem)
 6. System BMS do zarządzania pakietami zasilającymi, dzięki któremu zwiększona jest ich żywotność.
 7. Skuteczny zasięg sterowania platformą i przesyłu obrazu w jakości HD do 35km
 8. Redundantne systemy pokładowe minimalizujące ryzyko awarii w przestrzeni powietrznej.
 9. Opcjonalna stacja dokująca – ładująca, umożliwiająca całkowicie automatyczne loty platformy.
 10. Jednoczesna możliwość oprysku i wykonywania nalotu fotogrametrycznego z kamerą multispektralną/ termowizyjną z podglądem wyników w czasie rzeczywistym.
- Warto podkreślić także możliwość użycia DC-01 Mucha Agro do zadań innych niż opryski. Fakt łatwej wymiany oprzyrządowania: zbiornik na środek do oprysku, kamera multispektralna, hiperspektralna, termowizyjna, światła dziennego, urządzenie do odstraszania ptaków czyni z platformy DC-01 Mucha Agro uniwersalne narzędzie pracy niezbędne w każdym większym gospodarstwie rolnym.

Obecny etap i przyszłość rozwiązania



- **[Ramy czasowe]** – całościowy projekt, począwszy od analiz i prac B+R do momentu powstania demonstratora technologii szacowany jest na ok 24 miesiące.
Całościowy harmonogram zostanie zaprezentowany po ustaleniu zakresu prac.
- **[Finansowanie]** - Po zrealizowaniu zadania wraz z Grupą AZOTY Puławy, czego efektem będzie demonstrator technologii, de facto gotowe rozwiązanie do powielenia, Spółka nie przewiduje zewnętrznego finansowania.

2. Jeżeli poszukujesz inwestycji kapitałowej:

Wypracowane wspólnie rozwiązanie może podlegać multiplikacji.

Referencje



- **[Dotychczasowe osiągnięcia** – *Dotychczasowe, zrealizowane projekty znajdują Państwo pod adresem [www](https://mojepanstwo.pl/uavs-poland/zamowienia):*

<https://mojepanstwo.pl/uavs-poland/zamowienia>

Dziękuję za uwagę!

Tomasz Bąk

tomasz@skyx.pl tel. 500 144 774