

Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do zwalczania agrofagów z wykorzystaniem metody selektywnego oprysku roślin uprawnych – podsumowanie wyników projektu



Prof. dr hab. Inż. Ziemowit Malecha

Katedra Kriogeniki i Inżynierii Lotniczej, Politechnika Wroclawska

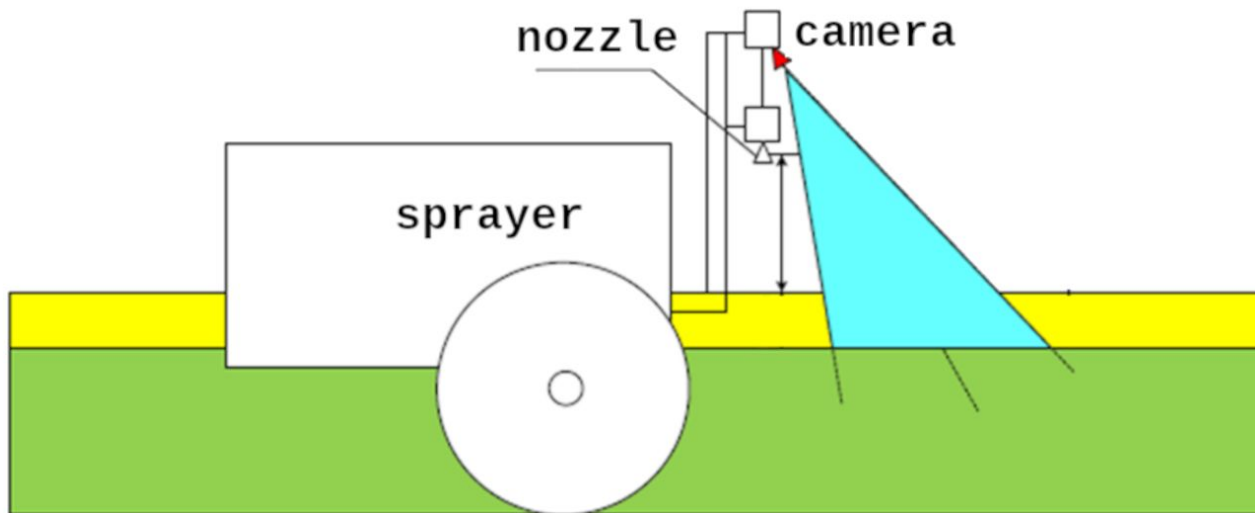
Operacja realizowana w ramach działania 16 „Współpraca” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014-2020. Operacja współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich.

Konsorcjum Bezpieczna Plantacja Rzepaku

Konferencja podsumowująca realizację operacji, Wrocław 3 kwietnia 2025 r.

Tytuł operacji

Podniesienie jakości i efektywności produkcji rzepaku i miodu oraz zapewnienie bezpieczeństwa pszczół na plantacji poprzez zastosowanie innowacyjnej, opartej na metodach sztucznej inteligencji, technologii monitorowania stanu plantacji, wnioskowania i selektywnej aplikacji środków ochrony roślin.



Cele i motywacje

- Wzrost zapotrzebowania na żywność do 2050 r. – 9,7 mld ludzi.
- **Obecnie:** jednolite dawki środków chemicznych na całej plantacji
- **W początkowej fazie nalotu** szkodniki występują na obrzeżach plantacji
- **Optymalizacja:** mniejsze zużycie środków chemicznych o **30%**
- Podniesienie jakości ziarna rzepaku
- Poprawa ekonomiczna produkcji (ograniczenie środków owadobójczych)
- Uzyskanie lepszej jakości miodu
- Zapewnienie lepszej ochrony pszczół

Członkowie Grupy oraz zespół badawczy

Lider Konsorcjum – PWr	Badania polowe	Gospodarstwa rolne:
Ziemowit Malecha	Anna	Krzysztof Tomczuk
Artur Jędrusyna	Wondolowska-Grabowska	Kazimierz Słabicki
Kajetan Ożarowski	Bernadeta Stochalska	
Rafał Siemasz		

Etap I: mobilne stanowisko eksperymentalne

System kamer z GPS

Komputer pokładowy Jetson

Połączenie 12V DC z głównej linii
zasilania prądem stałym ciągnika

Wyświetlacz LCD umieszczony
w kabinie ciągnika

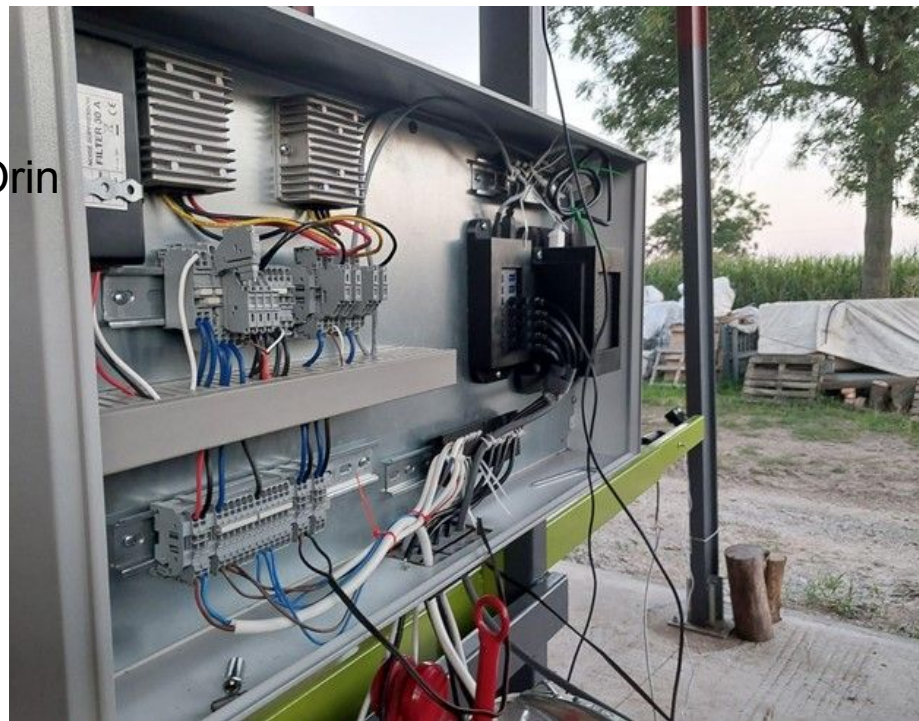


Mobilne stanowisko eksperymentalne

Obliczenia: wbudowany komputer Jetson Orin

Zdjęcia: GoPro Hero 11 Black wyposażone w system GPS (1 FPS)

Dodatki: technologia druku 3D



Gotowe do modernizacji i montażu na opryskiwaczu

Rozpoznawanie szkodników – wymagania dla algorytmu AI

Skuteczność dla małych obiektów: pchełka, słodyszek rzepakowy może mieć szerokość zaledwie kilku pikseli.

Szybkie rozpoznawanie obiektów: komputer na ciągniku musi rozpoznawać obiekty nie rzadziej niż co kilka sekund, możliwie z wielu kamer

Dokładność: Liczba rozpoznanych obiektów powinna dobrze korelować z rzeczywistą liczbą, pojedyncze błędy nie stanowią problemu

YOLO (You Only Look Once): szybkie działanie, jednorazowe przetwarzanie obrazu, możliwość rozpoznawania kilku obiektów naraz

Rozpoznawanie szkodników – zestaw treningowy dla AI

Zbieranie danych:

- Zróżnicowany zestaw zdjęć
- Oznaczenie lokalizacji obiektów
- Rozszerzenie danych
- Dane: kilka plantacji rzepaku, 80 ha
- W okresie migracji słodyszka (kwiecień i maj)
- Różne warunki oświetlenia
- **600 oznaczonych obrazów, 5K**

Ewaluacja oraz trening modelu:

- Walidacja krzyżowa **10-krotna**; 10 podzbiorów
- **90% danych** na trening, **10% na testy**



Obiekty:

- słodyszek
- pszczoła
- uszkodzenia po pchełce

Rozpoznawanie szkodników – weryfikacja

- **Późne popołudnie i wczesny wieczór:**
optymalne warunki aplikacji środków ochrony roślin
- **Próby polowe:**
21% wszystkich szkodników wykryte w danej lokalizacji
- **Metryka:** mAP przy niskim IoU
precyzyjna detekcja pozycji nie jest konieczna
- Wykorzystano **mAP @ IoU 0.50**
- Wynik testów dla zbioru danych:
mAP @ IoU 0.50 = 0.837

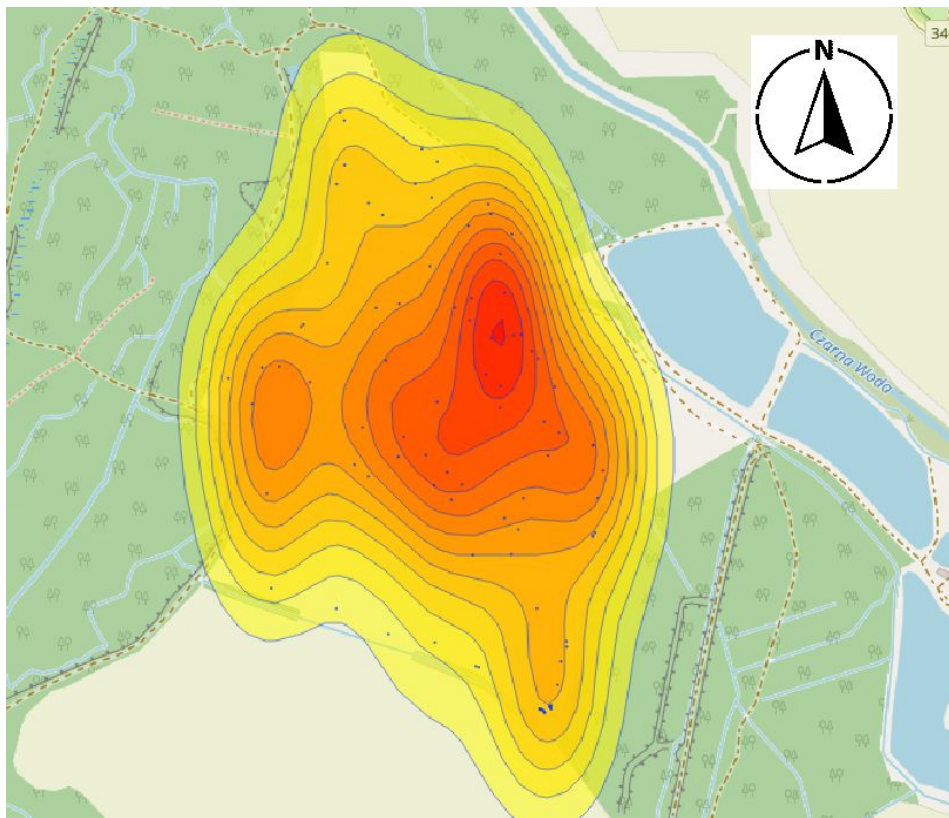


Etap II: rozpoznawanie w czasie rzeczywistym

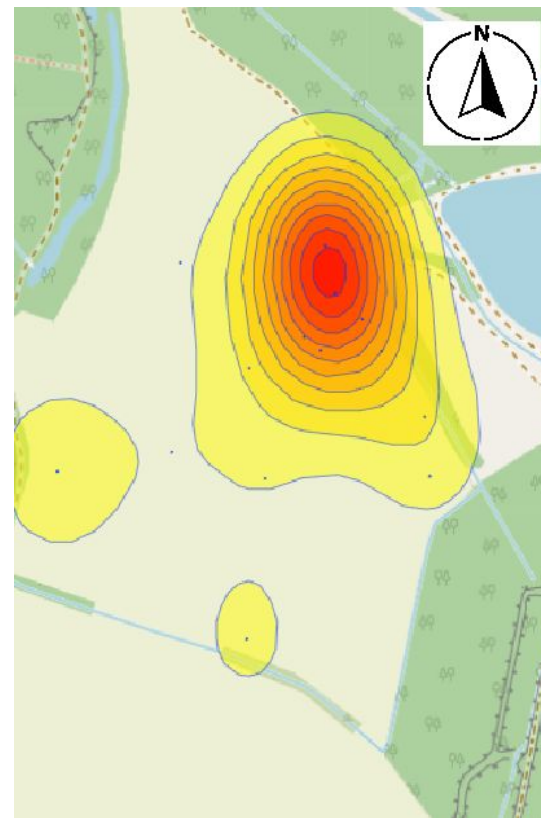


- System działał na wcześniej niewidzianych danych i w różnych warunkach
- Detekcja szkodników przebiegała szybko na Jetsonie w czasie rzeczywistym, pomimo 5K
- Osiągnięto **2 FPS**

Gęstość występowania słodyszka na polu testowym



Próg detekcji: **5%**

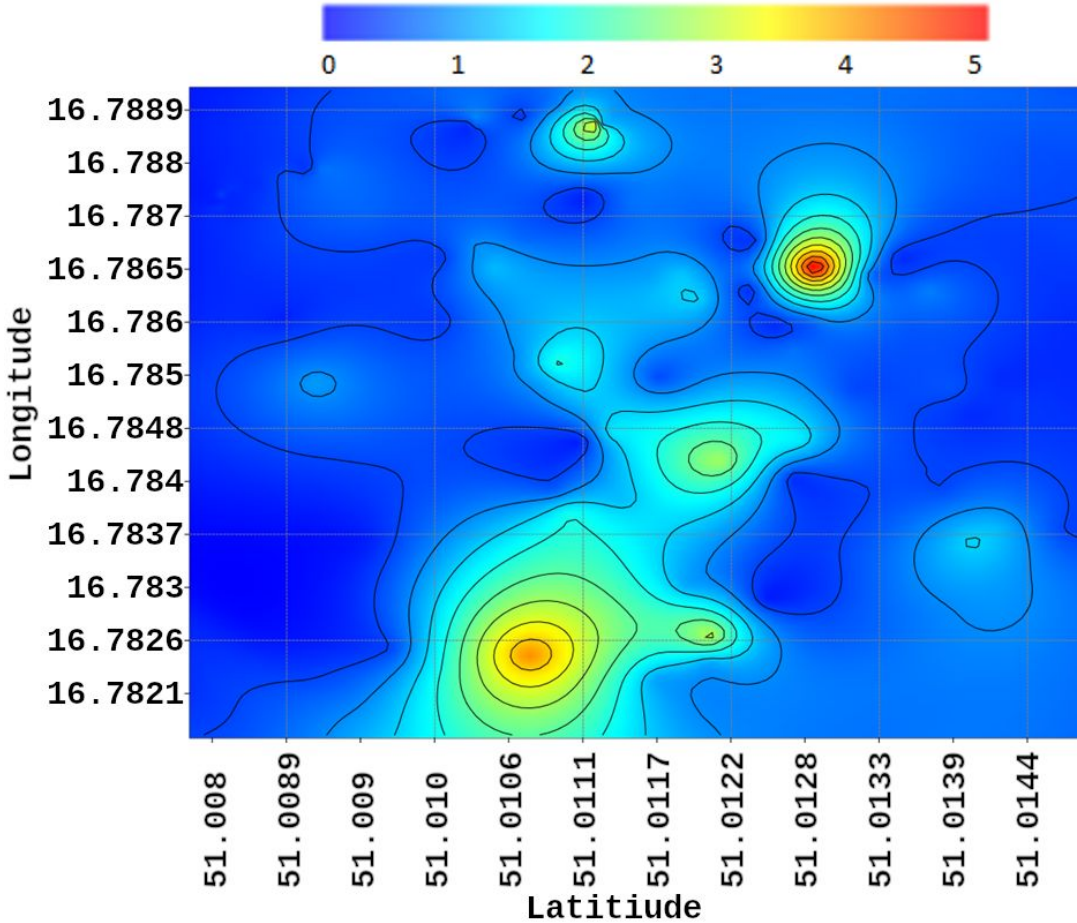


Próg detekcji: **50%**

Progi szkodliwości (PSz)

PSz	sztuk na m2
1	8
2	16
3	24
4	32
5	40

0-2: PSz nie został przekroczony.
2-3: oprysk zalecany
3-5: oprysk wymagany



Selektywny oprysk zgodnie z mapą progów szkodliwości

- **Pole testowe: 18,3 ha**
- Przekroczony próg szkodliwości na powierzchni 6,24 ha, wykonano oprysk.
- Na pozostałych 12,06 ha plantacji próg szkodliwości nie został przekroczony
- Zastosowany środek Inazuma 130WG w dawce 0,2 kg/ha, koszt 45 PLN/ha
- **Łączne oszczędności wyniosły około 540 PLN**

Prototyp – integracja z opryskiwaczem



Prototyp – komunikacja (ISOBUS) oraz sterowanie (IFM)

- Główny element sterujący: **kontroler IFM** (programowalna jednostka sterująca)
- **Certyfikacja** do zastosowań mobilnych (trudne warunki pracy)
- możliwość integracji z ekranem ciągnika za pomocą protokołu **ISOBUS**
- sterowanie bez konieczności instalowania dodatkowych komponentów
- **Wszechstronność systemu sterowania**: ISOBUS to standard w maszynach rolniczych

Podsumowanie

- **Prototyp wykrywa jeden agrofag** – słodyszek rzepakowy
- **Rozwiązanie uniwersalne:**

Detekcja: szkodników na podstawie analizy obrazu

Działanie: system podejmuje decyzję o oprysku

Selektywny oprysk: aplikacja środka tylko tam, gdzie jest potrzebna

- **Możliwość rozszerzenia systemu:**

wykrywanie kolejnych szkodników, chorób oraz chwastów

- **Możliwość adaptacji na inne rośliny uprawne**
- **Kluczowy krok:** zbieranie danych
- **Łatwe skalowanie:** wystarczy dostarczyć odpowiednie dane do trenowania