



Fakulta rybářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Monitorowanie zdrowia ryb

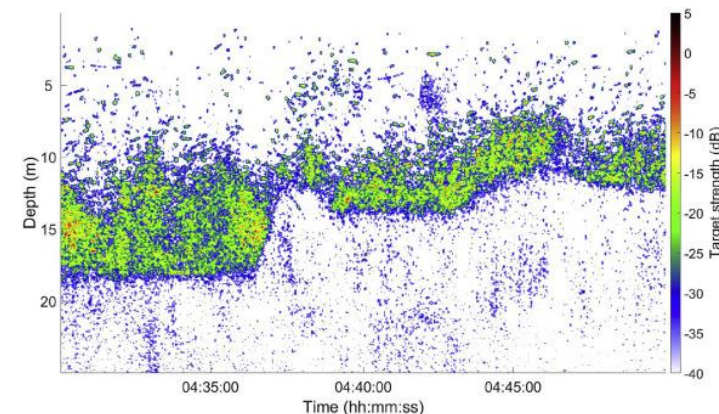
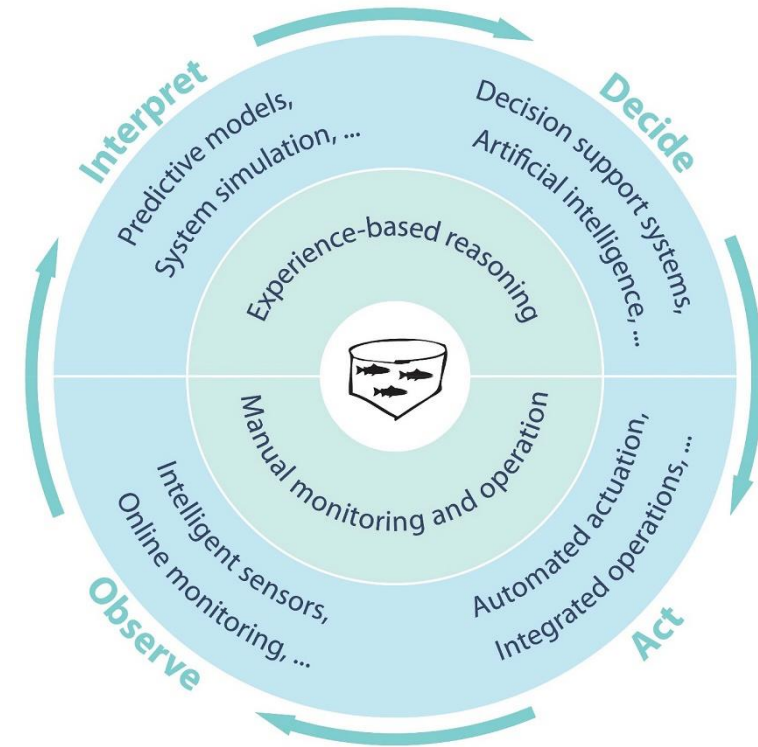
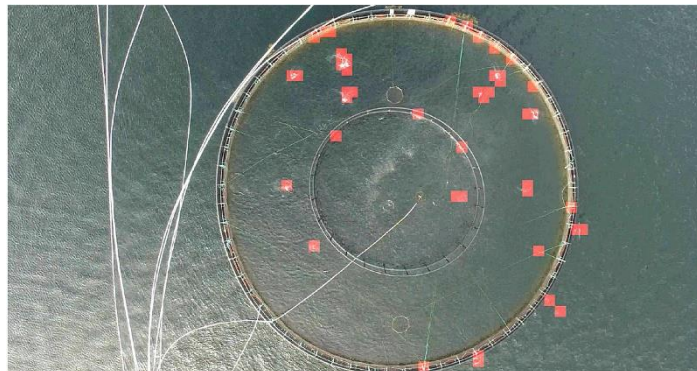
Petr Císař

www.frov.jcu.cz



Precyzyjna hodowla ryb

- Optymalizacja intensywnego zarządzania hodowlą ryb
- Wykorzystanie czujników do monitorowania środowiska i ryb
- Automatyczne przetwarzanie danych
- Pozyskiwanie wiedzy w formie zaleceń dla operatorów
- Rozwiązanie oparte na obrazach
 - Nowoczesne systemy kamer
 - Przetwarzanie obrazu z wykorzystaniem sieci neuronowych (*CNN - neural networks*)





Precyzyjna hodowla ryb

- Akustyczne – monitorowanie ryb w zbiornikach
- Aktywne tagi – tętno ryb, częstotliwość oddychania, ruch ryb w zbiorniku/ klatce morskiej
- Kamera do karmienia – optymalizacja karmienia
- Modelowanie – prognozowanie biomasy ryb
- Podwodne drony – kontrola klatek morskich
- Ryby wskaźnikowe – monitorowanie zachowania ryb
- Zdjęcia satelitarne – zakwity glonów
- eDNA – wykrywanie patogenów
- Sondy – monitorowanie jakości wody



Istniejące rozwiązania oparte na obrazach

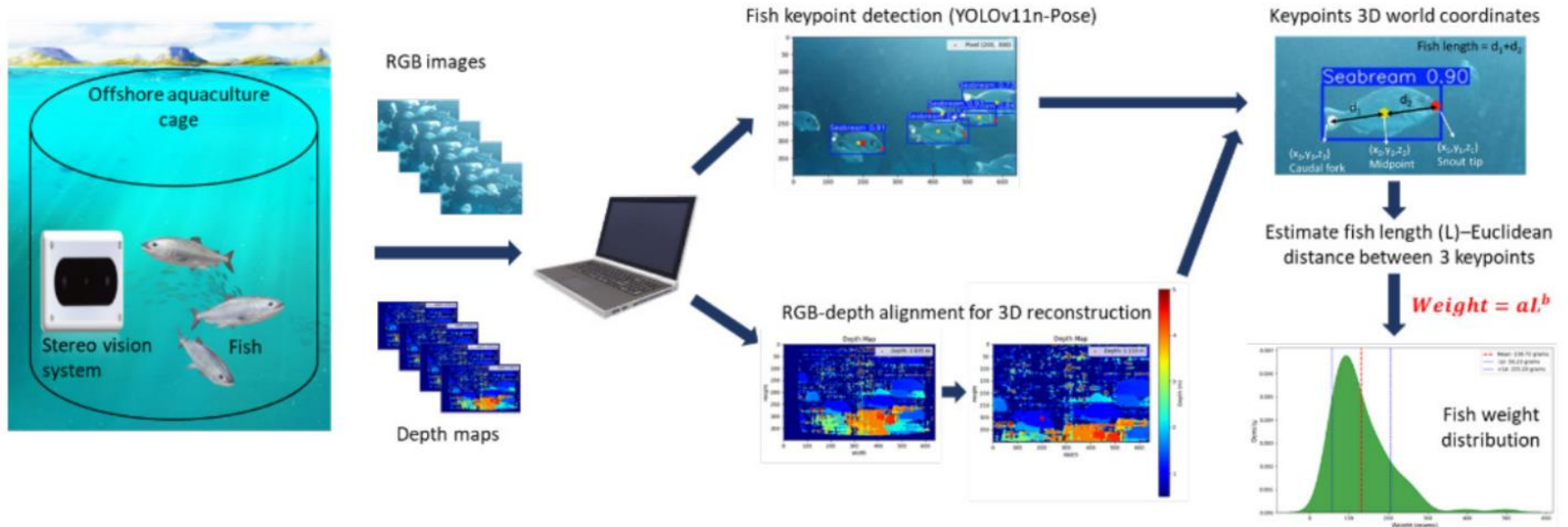
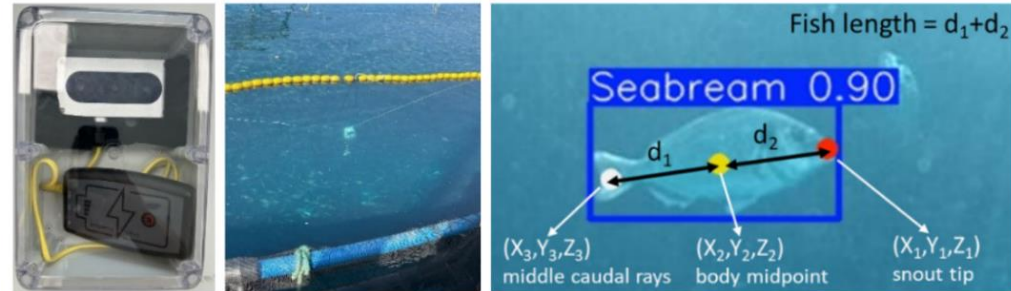
- Głównie dla łososia i klatek morskich
- Szacowanie biomasy – kadry, widzenie stereoskopowe
- Wykrywanie wszy morskich
- Kamery do karmienia – analiza manualna
- Inne – wyłącznie badania naukowe





Szacowanie biomasy

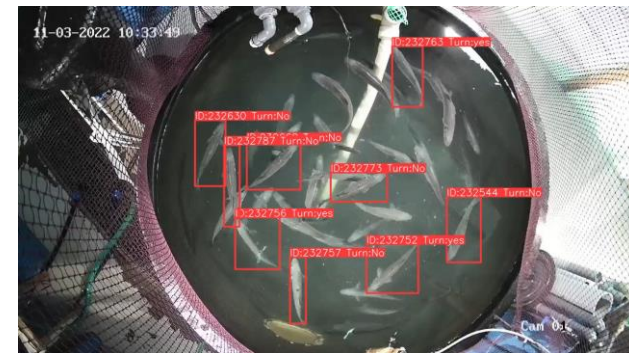
- Kamera stereo w zbiorniku;
- Wykrywanie ryb za pomocą YOLO (szybki i wydajny algorytm, który analizuje obraz tylko raz);
- Szacowanie mapy głębi;
- Rozkład masy ryb.
- Błąd 1,12%





Dobrostan ryb

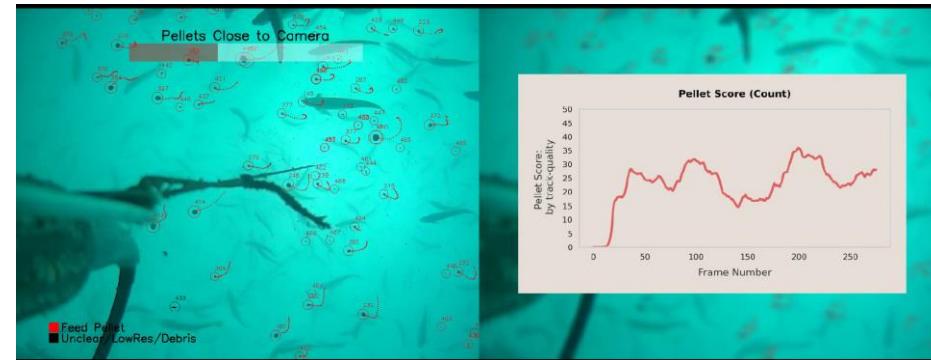
- Dobrostan ryb jest powszechnie uznaną koncepcją, która w ostatnich latach zyskała znaczną popularność.
- Jak sparametryzować dobrostan?
 - Operacyjne wskaźniki dobrostanu (aktywność, grupowanie, wygląd itp.)
 - AQUAEXCEL3.0 - D6.2 Wytyczne dotyczące ważnych operacyjnych wskaźników dobrostanu kluczowych gatunków europejskich wykorzystywanych w badaniach akwakultury
- Nowoczesne technologie – kamera, echosonda, aktywne tagi
- Możemy wykrywać krótkotrwały stres u trzech gatunków na podstawie ogólnych parametrów
- Normalne / nienormalne zachowanie





Optimalizacja żywienia

- Pasza jest najdroższym elementem produkcji rybnej.
- Unikaj przekarmienia – oszczędzaj koszty, minimalizuj wpływ na środowisko.
- Liczenie granulek paszy, analiza zachowań.
- Decyzja o rozpoczęciu i zakończeniu karmienia.



original
image



density
map



TD value

3.08

7.41

-76.21

-41.08

-1.78

63.52

judgment

gathering

gathering

scattering

scattering

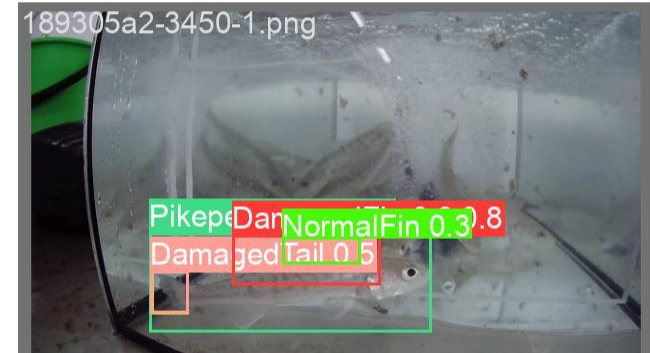
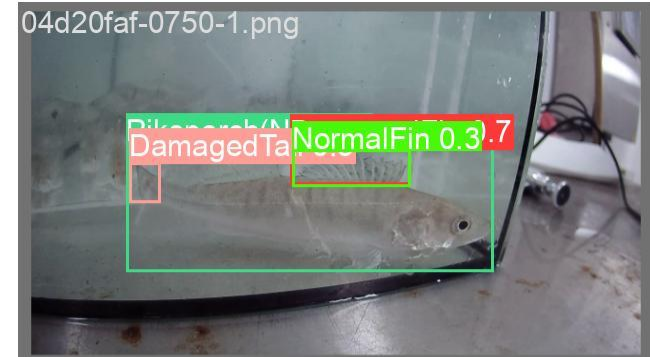
scattering

gathering



Uszkodzenie płetwy

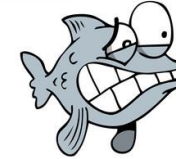
- Stworzenie zautomatyzowanego systemu wykrywania i określania stopnia uszkodzenia płetw
- Eksperyment pilotażowy
 - 100 sandaczy – płetwa grzbietowa i ogonowa
 - Nagranie video
 - 6 klas:
 - Normalny/ Nienormalny kształt
 - Uszkodzona / normalna płetwa grzbietowa
 - Uszkodzona/ normalna płetwa ogonowa
 - Ogólny wskaźnik skuteczności
- Współpraca z NOFIMA – Norwegia



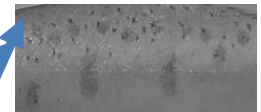


Indywidualna identyfikacja ryb

- Indywidualne podejście w hodowli ryb
- Oszacowanie zmian u poszczególnych osobników, a nie w stadach
- Obecnie inwazyjny PIT
- Automatyzacja – wzorce dotyczące ryb



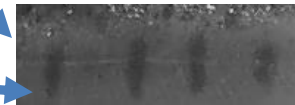
Ryba 1



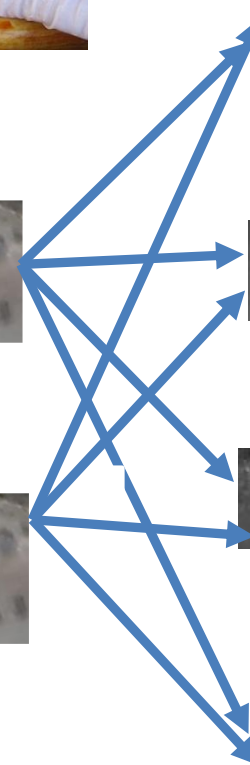
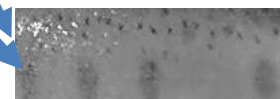
Ryba 2



Ryba 3



Ryba 4

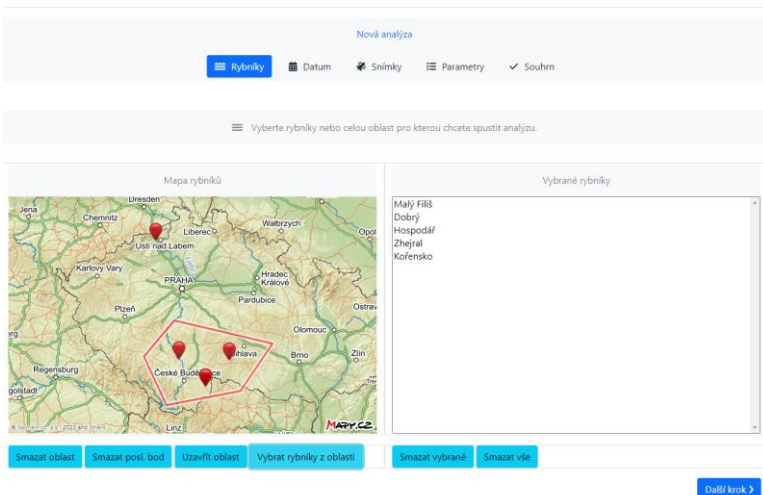
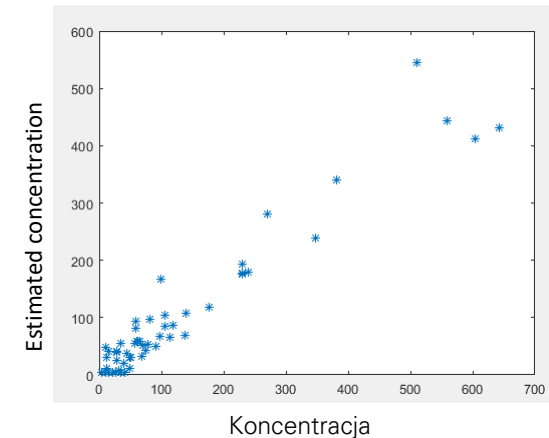




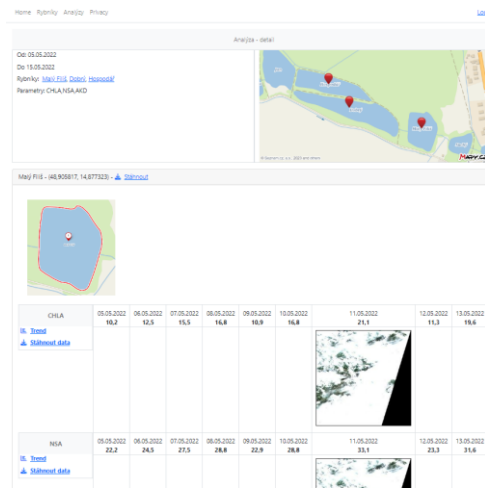
Monitorowanie satelitarne

- Monitorowanie wybranych parametrów wody przy użyciu danych satelitarnych (Chl-a, Chl-b, karotenoidy i ksantofile...)
- Monitorowanie odbywa się obecnie poprzez ręczne pobieranie próbek i analizę próbek Sentinel 2a – swobodnie dostępne obrazy – 9 pasm widma widzialnego
- Tworzenie modelu do szacowania parametrów (płytkie sieci neuronowe)
- Strona internetowa poświęcona szacowaniu parametrów – <http://www.remotewaterquality.com/pond>

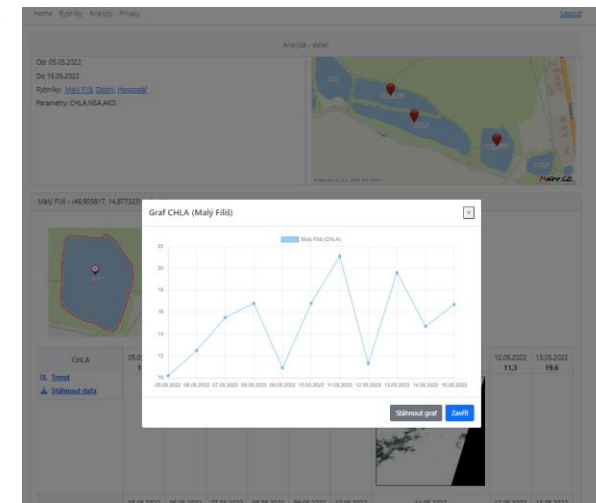
Chlorophyll A



Wybór stawu



Wynik modelu

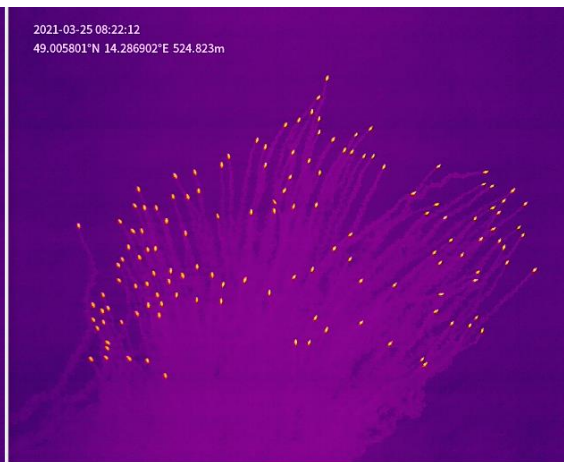
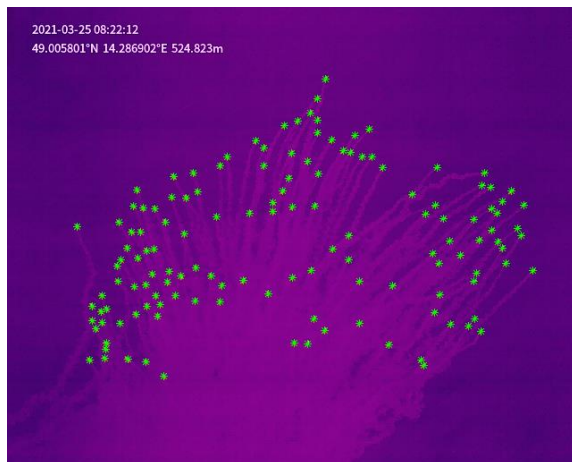


Tendencja w czasie



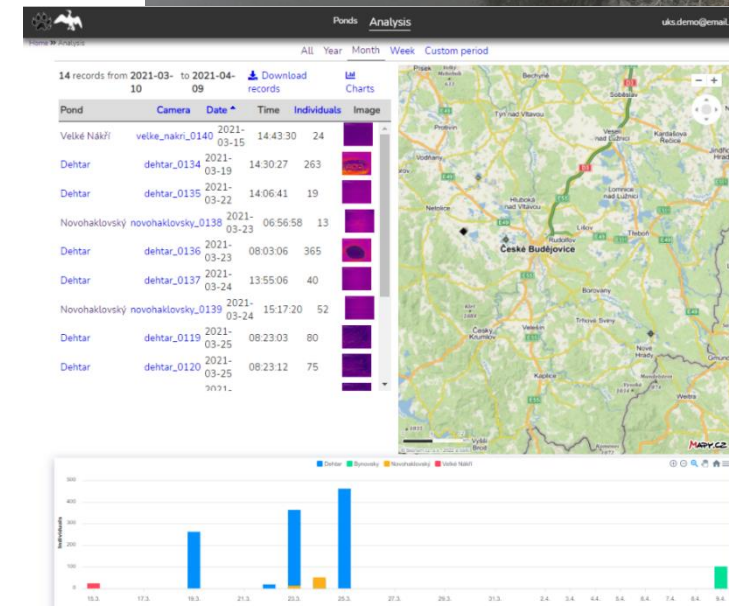
Monitorowanie drapieżników rybożernych

- Kormorany i wydry powodują znaczne straty w hodowlach ryb.
- Obecna metodologia monitorowania może nie być obiektywna.
- Zastosowanie nowoczesnych metod umożliwia poprawę monitorowania i dokumentowania warunków.
- Wykrywanie za pomocą metody lokalizacji „ciepłych” izolowanych punktów na tle.
- Wysoki wskaźnik skuteczności wykrywania – 98%.
- Wdrożone jako usługa internetowa - <http://wat.frov.jcu.cz>



Automatically detected individuals on the water

Image from a thermal camera





Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

CENAKVA

South Bohemian Research Center
of Aquaculture and Biodiversity
of Hydrocenoses

Wykrywanie w czasie rzeczywistym

- Open the video stream



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

CENAKVA

South Bohemian Research Center
of Aquaculture and Biodiversity
of Hydrocenoses

Wczesne wykrywanie chorób ryb



Choroby ryb

- Poważny problem w intensywnej akwakulturze
- Wczesne wykrycie może uratować wiele ryb
- Obecna tradycyjna obserwacja nie jest skuteczna

- Wiele chorób ryb można wykryć na podstawie zmian w zachowaniu i widocznych objawów na ciele ryb.

- Niektóre (prawie połowa) choroby ryb mają widoczne objawy
 - Choroba grzybicza
 - Wirus opryszczki karpí koi
 - Zespół czerwonych plam

- Nowe technologie i przetwarzanie danych przez sztuczną inteligencję pozwalają wykrywać widoczne oznaki w rzeczywistych warunkach.



Columnaris (Cotton Wool or Mouth Fungus)



Furunculosis in Atlantic salmon showing a furuncle (boil) on its side



Zespół czerwonych plam (*Red mark syndrome - RMS*)

- Wpływa na ryby i jest wywoływana przez rodzaj bakterii zwanych organizmami podobnymi do *Midichloria* (MLO).
- Powoduje jasnoczerwone zmiany skórne i może prowadzić do znacznego obniżenia jakości ryb, przez co nie nadają się one do sprzedaży.
- Tradycyjne metody diagnostyczne są często czasochłonne i stosuje się je, gdy choroba jest już w zaawansowanym stadium.
- Wczesna i dokładna diagnoza ma kluczowe znaczenie dla zminimalizowania wpływu choroby na populacje ryb.
- Pstrąg tęczowy.





Cele

- Opracowanie metody wczesnego ostrzegania do wykrywania RMS.
- Metoda musi działać w czasie rzeczywistym i w rzeczywistych warunkach.
- Kamera w zbiorniku powinna rejestrować swobodnie pływające ryby i wykrywać widoczne objawy.
- Wykorzystanie CNN do wykrywania i przetwarzania obrazu – potrzebujemy danych.



Projekt eksperymentalny

- 180 pstrągów tęczowych
- Zdjęcia ryb – wysoka jakość obrazu
- Nagrania wideo – zbliżone do rzeczywistych warunków
- Ocena stanu ryb przez eksperta



sampling

20.9.

4.10.

1.11.

15.11.

29.11.

12.12.

date

day

-61

0

14

28

42

56

70

83

All fish individually PIT-tagged

Production of seeders

Start cohabitation of
seeders and SPF fish

160 ± 38 g
 22.9 ± 1.7 cm

Stop cohabitation of
seeders and SPF fish

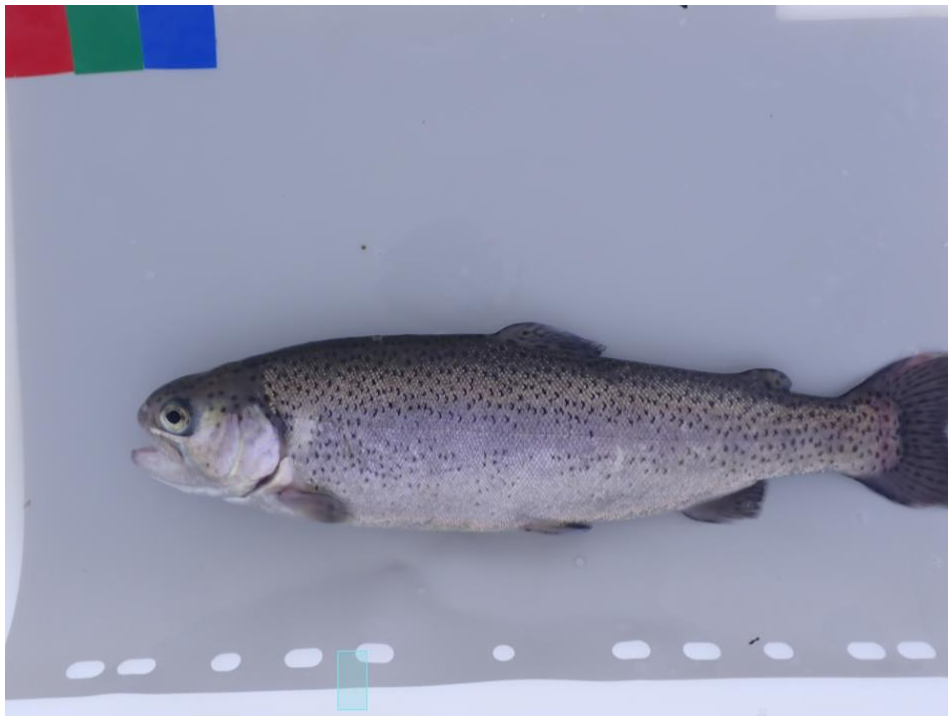
Seeders removed and
cohabitants divided
into two tanks
Some seeders sampled

348 ± 85 g
 29 ± 1.8 cm



Zdjęcia

- 5 próbek
- Zdjęcie w pudełku – kontrolowane oświetlenie i tło
- 2 zdjęcia (obie strony) każdej ryby
- Długość, waga
- Stan RMS (obrzęk/edema, łuski, kolor, nasilenie RMS)





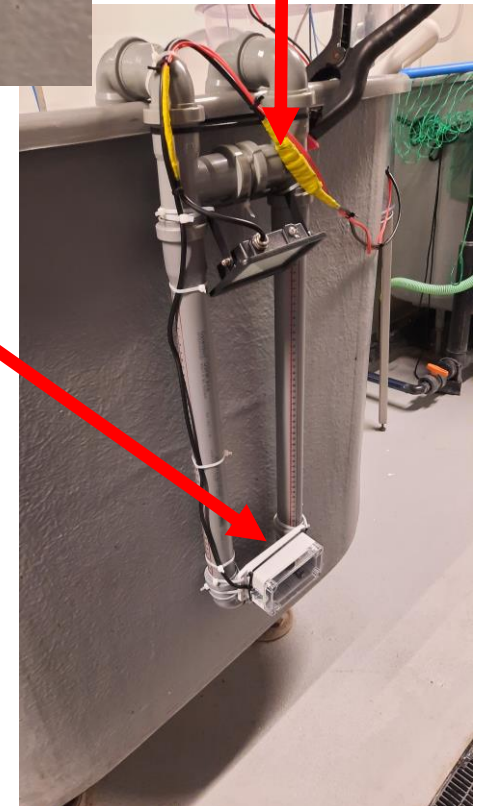
Nagrania wideo

- 1 godzina nagrań wideo dla każdego zbiornika
- Od 9.10. do 10.12 – 24 nagrania na zbiornik
- 1280*720 pikseli
- 80 klatek/sekundę



Światło LED – będzie
włączone tylko
podczas nagrywania

Niski koszt (160 euro).
Aparat fotograficzny w
wodoodpornej
obudowie.





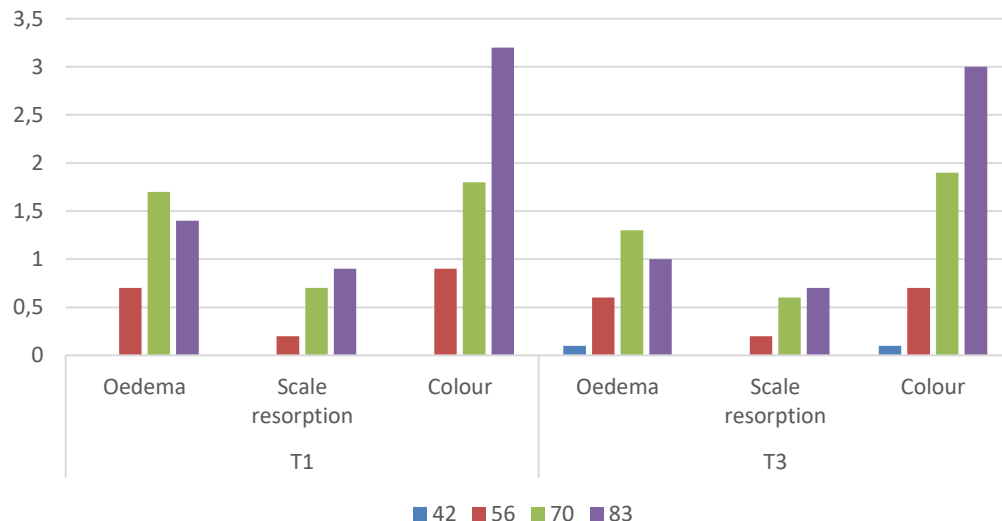
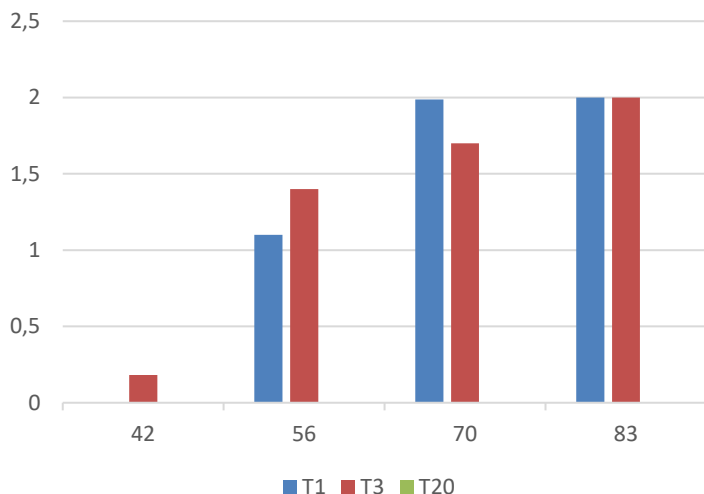
Opisywanie danych

- Adnotacje dotyczące stanu ryb – ekspert
- T1 i T3 – ryby zakażone
- 42, 56, 70, 83 – tydzień pobrania próbek

Średni rozwój zmiany chorobowej

Oedema		Scales		Colour		Number of lesions	
Description	Score	Description	Score	Description	Score	Description	Score
None	0	Present	0	Normal	0	0 lesions	0
Light	1	Some missing	1	White to light pink	1	1-2 lesions	1
Medium	2	Many missing	2	Pink	2	3-4 lesions	2
Extensive	3	Regenerating	3	Bright red	3	5-8 lesions	3
				Dark red to red+brown	4	9-11 lesions	4
				Dull (brown to grey)	5	12-19 lesions	5

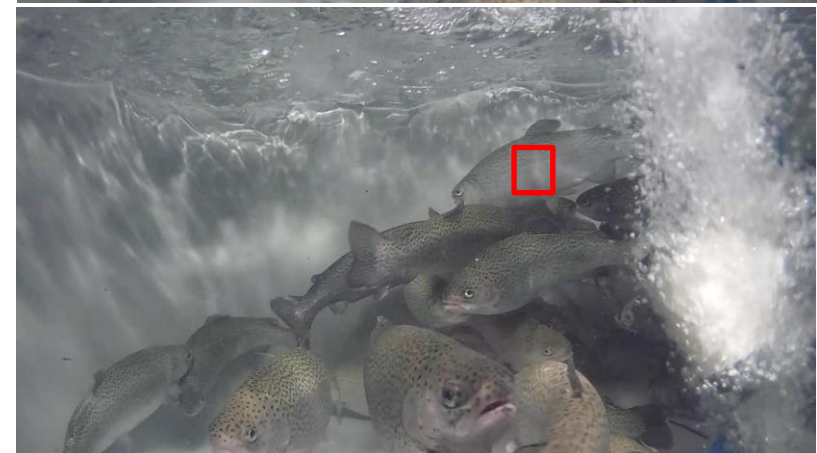
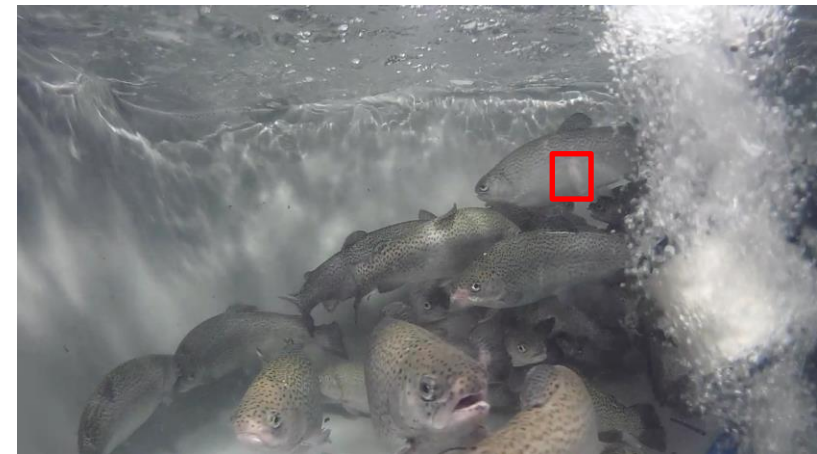
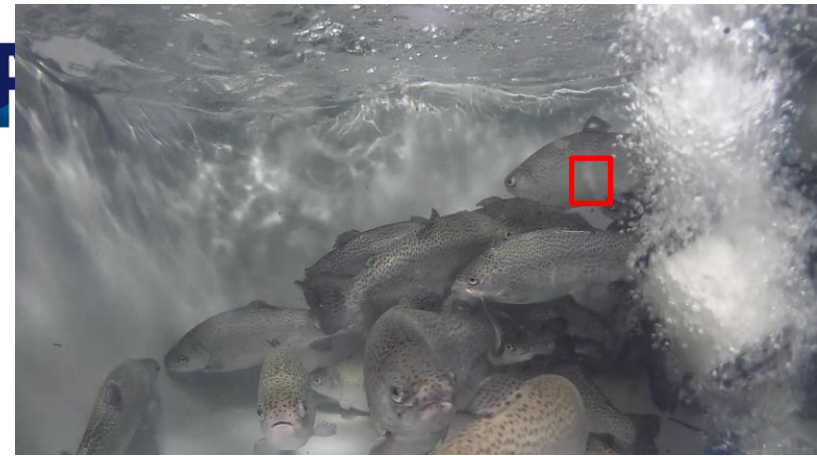
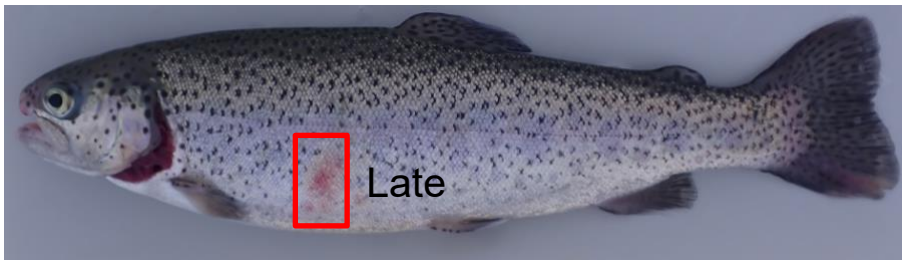
Średnia liczba zmian chorobowych





Opisywanie danych

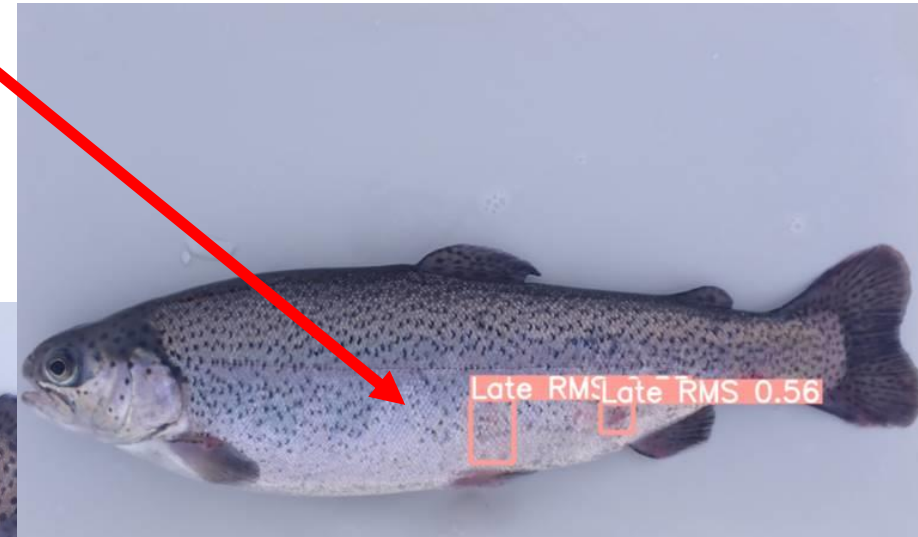
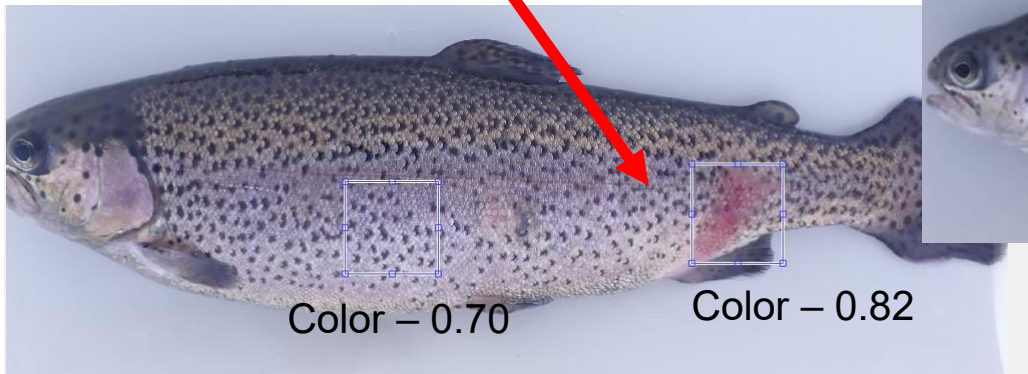
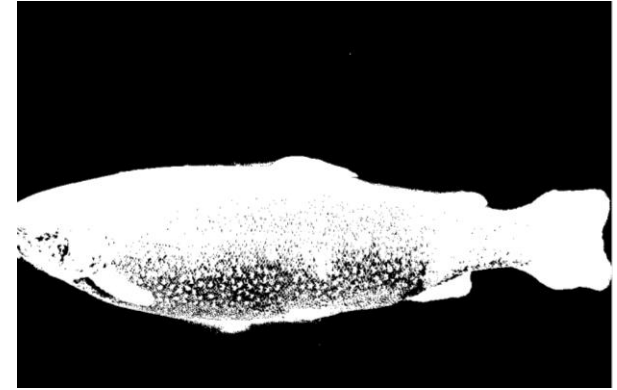
- Zdjęcia – ręczne adnotacje – 945 zdjęć
- Video – 2374 obrazy
 - Ręczny wybór krótkich fragmentów wideo z nagrania wideo
 - Podział na obrazy (wykorzystano tylko co dziesiątą klatkę)
 - Ręczne opisy obrazów
- Kategorie
 - Wczesny RMS
 - Późny RMS
 - Płetwy
 - Śluz / żuchwa
 - Inne





Przetwarzanie danych – zdjęcia

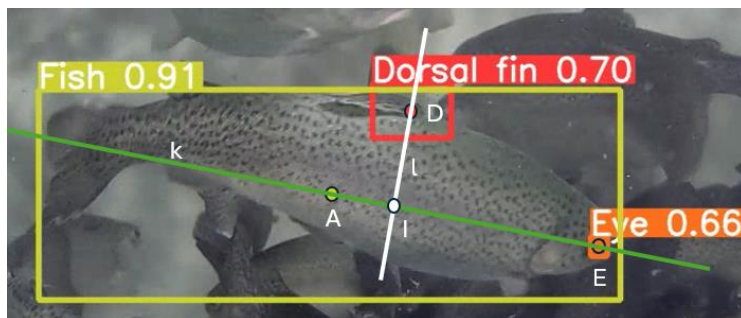
- Szkolenie CNN (YoloV8) na podstawie opatrzonych adnotacjami obrazów
- Wykrywanie ciała ryby – znajomość koloru tła
- Wykrywanie i klasyfikacja znaków przez CNN (mA50 = 0,87)
- Analiza rozmiaru (znany rozmiar pikseli) i koloru wykrytych znaków





Przetwarzanie danych – nagrania wideo

- Szkolenie CNN (YoloV8) na podstawie obrazów z adnotacjami
- Wykrywanie i klasyfikacja znaków na obrazach z adnotacjami za pomocą CNN (mA50 = 0,92)
- Wykrywanie i klasyfikacja znaków przez CNN na wszystkich sekwencjach wideo (44 godziny – 12 672 000 klatek) + heurystyczna obróbka końcowa
 - Objaw jest wykrywany tylko wtedy, gdy zostanie wykryty na 10 kolejnych klatkach – usuwanie błędnych wykryć
- Analiza wielkości znaków

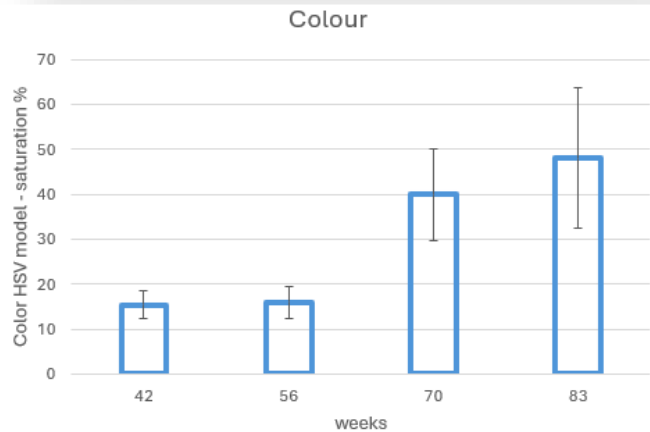




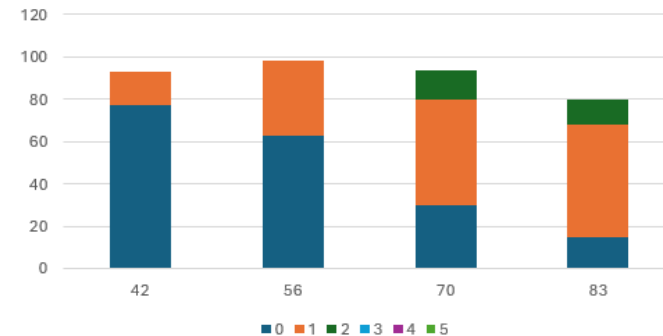
Wyniki

- Zdjęcia
 - Jesteśmy w stanie wykryć objawy (mAP50 – 0,87)
 - Analiza objawów odpowiada adnotacjom ekspertów

Change of the color of symptoms during time



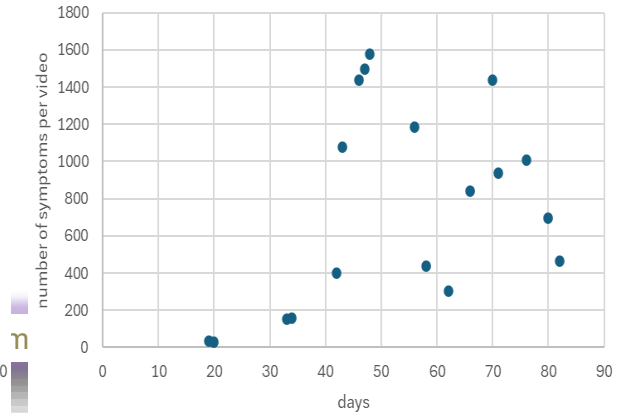
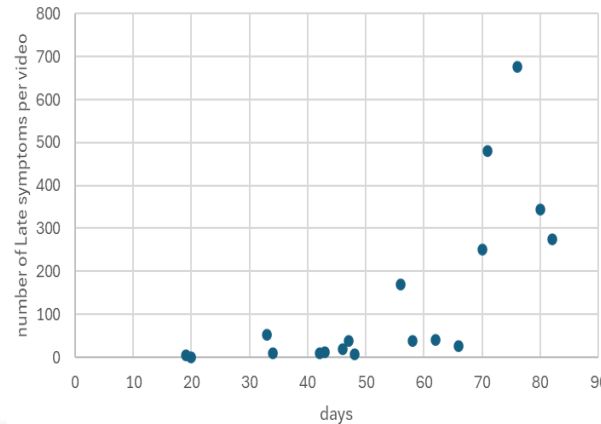
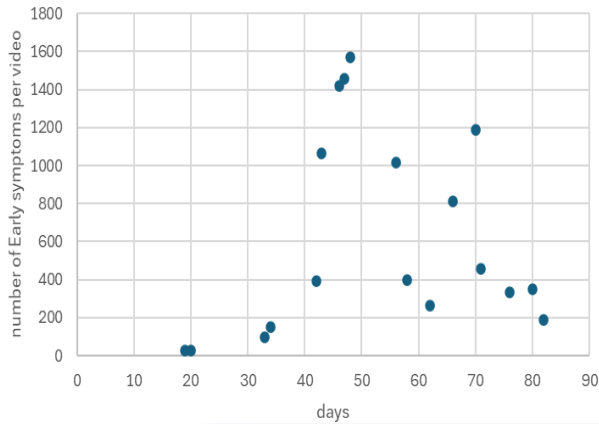
Number of lesions



Number of symptoms detected on the fish



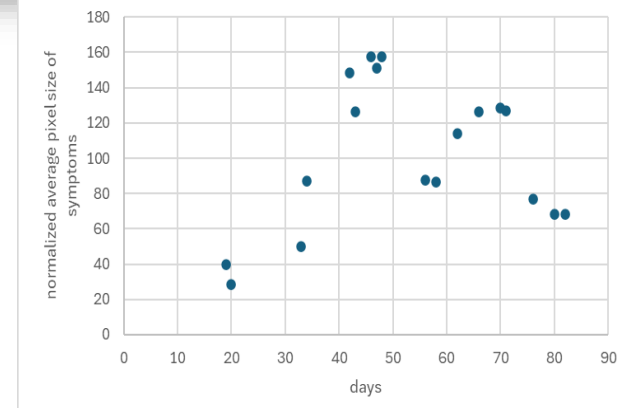
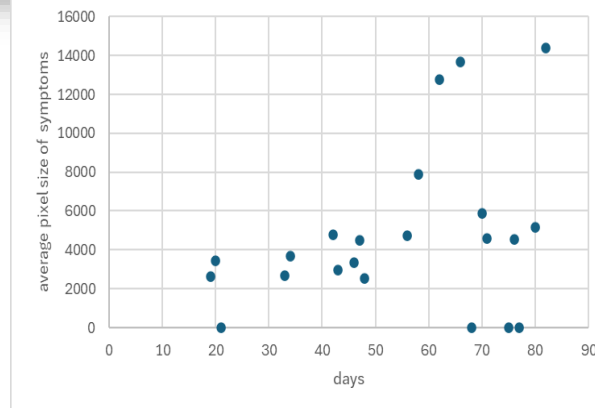
Wyniki



Number of symptoms detected on the fish during the experiment, Early, Late, both

Wideo

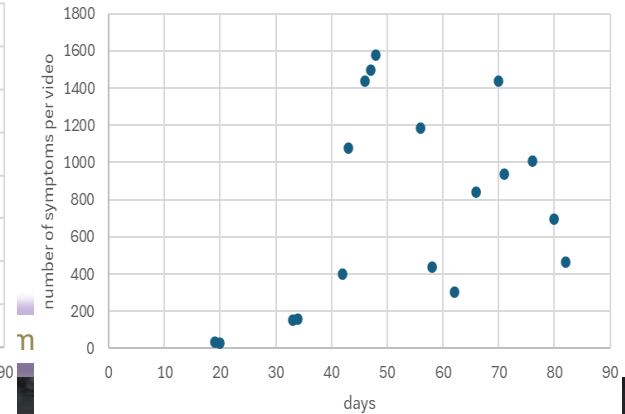
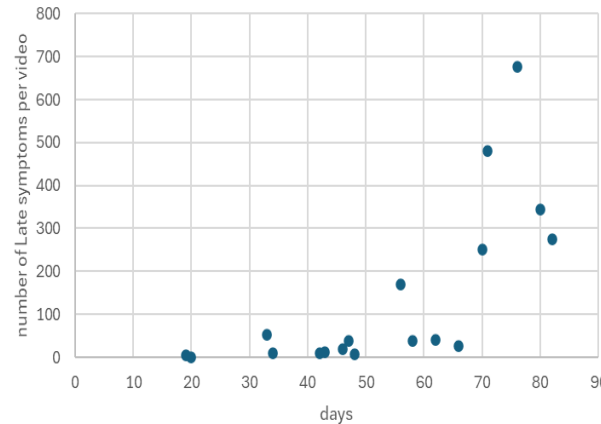
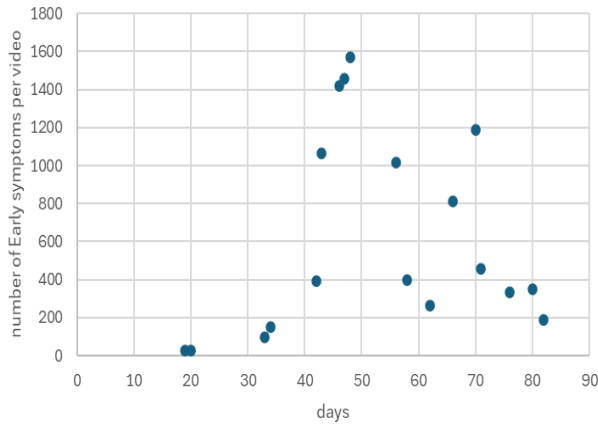
- Jesteśmy w stanie wykrywać objawy (mAP50 – 0,96)
- Automatyczne wykrywanie pozwala wykrywać wczesne objawy przed pierwszym pobraniem próbki (7 dni)
- Działa w czasie rzeczywistym (80 klatek/sekundę) na procesorze graficznym



Size of symptoms detected on the fish during the experiment, non-normalized, normalized



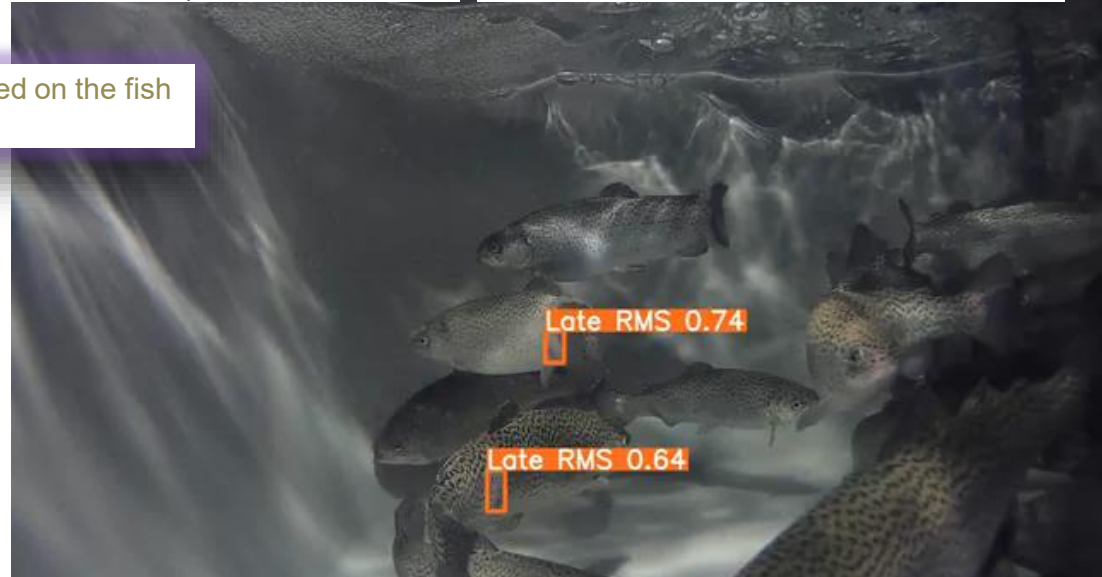
Wyniki



Number of symptoms detected on the fish during the

• Wideo

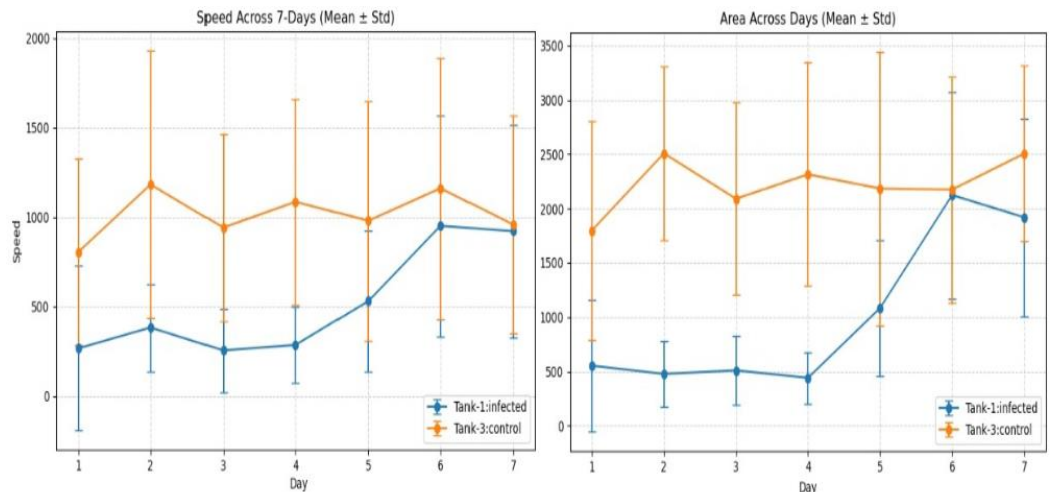
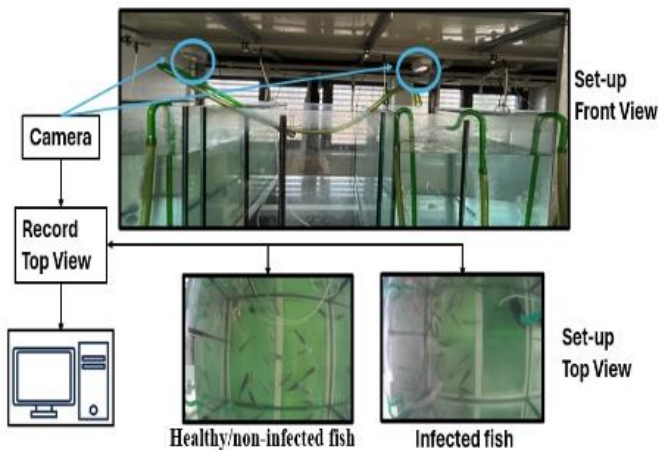
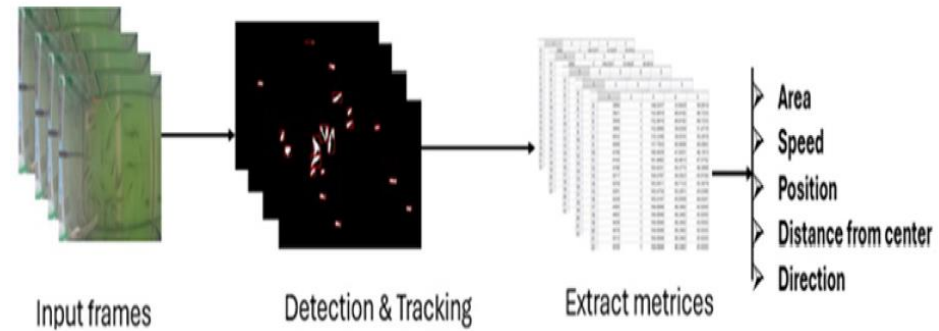
- Jesteśmy w stanie wykryć objawy (mAP50 – 0,96)
- Automatyczne wykrywanie pozwala wykryć wczesne objawy przed pierwszym pobraniem próbki (7 dni)
- Działa w czasie rzeczywistym (80 klatek/sekundę) na procesorze graficznym





Wykrywanie chorób ryb – zachowanie

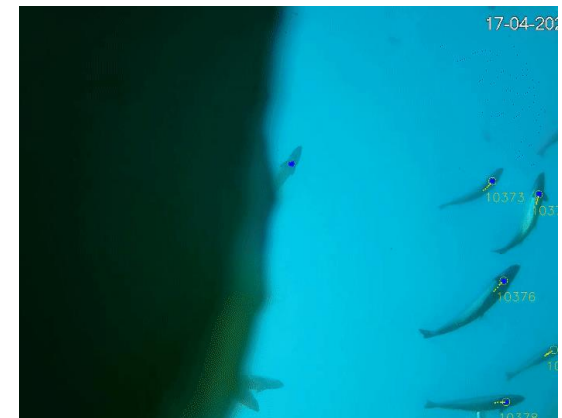
- Kilka eksperymentów pilotażowych
- Zakażenie KOI – KHV
- Automatyczne wykrywanie ryb
- Parametryzacja pływania ryb





Wnioski

- Wczesne i późne objawy RMS można wykrywać automatycznie.
 - Możemy rozróżnić wczesny i późny etap RMS.
 - Wczesny etap można wykryć wcześniej niż podczas pierwszego pobrania próbek – wcześniej niż ekspert.
 - Wysoka dokładność wykrywania.
 - Czas rzeczywisty / rzeczywiste warunki.
 - Wykrywanie i kwantyfikacja sygnałów odpowiada poziomowi eksperta.
 - Chorobę można wykryć na podstawie zmian w zachowaniu zarejestrowanych przez kamerę.
-
- Przetwarzanie może odbywać się w czasie rzeczywistym i online.
 - W systemach opartych na obrazach występuje wiele wyzwań.
 - Konieczna jest współpraca między środowiskiem naukowym a przemysłem.





Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

CENAKVA

South Bohemian Research Center
of Aquaculture and Biodiversity
of Hydrocenoses

Petr Císař



Mohammad Mehdi
Ziaei

Ievgen Koliada



Sunita Warjri



Stephany Osei



Jan Urban

Dziękuję za uwagę!
AQUAVISION

Petr Císař – cisar@frov.jcu.cz

