

HYDROAKUSTYCZNA DETEKcja OBIEKTÓW 3D NA PRZYKŁADZIE AUTOMATYCZNEGO SYSTEMU MONITOROWANIA RYB W PRZEPLAWKACH I CIEKACH WODNYCH

Pozyskiwanie odnawialnej energii elektrycznej z różnych źródeł zawsze jest związane z zachowaniem wymogów ochrony środowiska naturalnego oraz warunków dla życia zwierząt. W przypadku elektrowni wodnych dotyczy to zachowania możliwości do swobodnej migracji ryb i zwierząt wodnych oraz ich ochrony przed przypadkowym uleganiem zranieniu lub śmierci na skutek wpadania w kanały turbin wodnych. W celu zapobiegania takim zdarzeniom stosowane są różnego rodzaju urządzenia wymuszające bezpieczny kierunek poruszania się ryb, bariery mechaniczne lub elektryczne, przepławki umożliwiające omijanie niebezpiecznych stref dla przepływu ryb w obu kierunkach jak również stosowanie innych metod zapewniających migrację ryb wielośrodowiskowych. Istnieje formalny wymóg badania skuteczności działania takich budowli hydrotechnicznych i zastosowanych systemów i urządzeń. Wymusza on na inwestorach i użytkownikach budowli hydrotechnicznych stosowanie dostępnych technicznych możliwości obiektywnej oceny skuteczności zastosowanych rozwiązań. Dotyczy to między innymi oceny skuteczności zastosowanych barier oraz przepławek dla ryb. Środowiska naukowe związane z ochroną ichtiofauny czy organizacje społeczne zajmujące się statutowo zachowaniem liczebności gatunków są zainteresowane korzystaniem z technicznych środków i metod do oceny wpływu budowli hydrotechnicznych na zachowanie populacji różnych gatunków ryb. Środowiska takie są także zainteresowane prowadzeniem badań migracji ryb na rzekach i naturalnych ciekach wodnych.

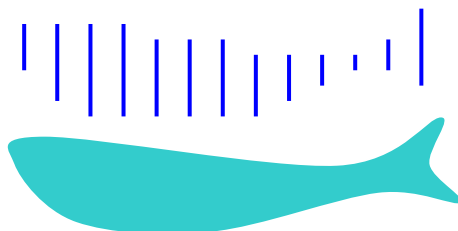
Rozwiązania dotychczasowe

W dotychczasowych rozwiązaniach technicznych stosowanych na świecie dominującą rolę odgrywają systemy oparte o kamery optyczne oraz o skanery na podczerwień lub systemy mieszane wykorzystujące jednocześnie skaner na podczerwień i kamerę optyczną. Skuteczność działania tych systemów mocno zależy od przejrzystości wody. Z tego względu praktycznie mogą one pracować tylko w ograniczonej objętości wody. Zwykle w przekroju poprzecznym objętość ta nie może przekraczać powierzchni 50 X 50 cm. Stąd urządzenia te stanowią rodzaj tunelu o takim przekroju, przez który muszą przepływać monitorowane ryby. Wiąże się to z koniecznością ograniczenia swobody ruchu ryb poprzez zawężanie kanałów przepławek konstrukcją betonową lub rozpinaniem siatki zmuszającej ryby do przepływania przez tunel urządzenia pomiarowego. Dodatkowym problemem w przypadku prowadzenia długookresowego monitoringu jest obrastanie obiektywów kamer optycznych oraz elementów oświetlenia podwodnego różnego rodzaju muszlami i drobnoustrojami. Zjawisko to znacznie pogarsza jakość obrazu i tym samym skuteczność monitoringu.

Opis prototypu

Firma ESCORT Sp. z o.o. opracowała hydroakustyczny system monitorowania ryb, którego praca nie jest uzależniona od przejrzystości wody i nie wymaga stosowania ograniczenia dla swobodnego ruchu ryb. System ten może współpracować synchronicznie także z systemem kamer optycznych. Prototyp systemu hydroakustycznego został przetestowany w warunkach terenowych na rzece Płutnica koło Pucka. Szerokość rzeki w miejscu testowania wynosiła 5 metrów. Testy dały bardzo pozytywne rezultaty. Zasada zastosowana w prototypie może być także zastosowana do monitorowania sztucznych przepławek o podobnych lub węższych rozmiarach. Może być wersja do bieżącego, w czasie rzeczywistym monitorowania ryb w naturalnych ciekach wodnych w przypadkowym terenie oraz jako system do ciągłego monitorowania ryb z bogatszym oprogramowaniem. Obie wersje mogą wykorzystywać jednakowy układ procesora i przetworników lecz różne oprogramowania. System do krótkookresowego monitorowania pracuje jedynie w oparciu o komputer laptop, podczas gdy system do monitorowania w przepławkach powinien być wyposażony w dodatkowe serwery i inne urządzenia w zależności od stawianych wymogów.

Opracowany prototyp jest rozwiązaniem umożliwiającym monitorowanie migracji ryb bez ograniczania swobody ich ruchu i wprowadzania czynnika stresującego. Urządzenie jest łatwe w instalacji nawet w ekstremalnie trudnych warunkach środowiskowych zapewniając pełne odczyty poruszających się ryb.



Hydroakustyczny system monitorowania ryb działa w oparciu o odwróconą zasadę skanującego sonaru bocznego w której głowica akustyczna (przetworniki) jest nieruchoma, a ryby są skanowane w trakcie ich przepływania przez wiązkę akustyczną.

Główne cechy systemu:

- Możliwość instalacji w dowolnym miejscu, bez konieczności tworzenia kosztownych konstrukcji. Jedynym wymogiem w celu zapewnienia poprawności badań jest sztywne zamocowanie przetworników. Dzięki takiemu rozwiązaniu, możliwe jest monitorowanie rzeki także w miejscu, gdzie nie powstała dedykowana do tego celu infrastruktura.
- Brak potrzeby ograniczania swobody ruchu ryb. System umożliwia monitorowanie przepływu ryb bez nadmiernego ograniczania ich naturalnej swobody ruchu. Zakres pomiarowy do 5 metrów umożliwia pełne monitorowanie niezakłóconego ruchu ryb w wąskich rzekach lub strumieniach bez potrzeby instalowania barier forsujących kierunek ich przepływu.
- System hydroakustyczny działa autonomicznie (bez kamery optycznej z oświetleniem) lub równolegle z kamerą optyczną. Współpraca z kamerą optyczną jest zsynchronizowana w czasie tak, że aktualnie odtwarzana sytuacja na echogramie jest równocześnie obserwowana na monitorze odtwarzającym obraz z kamery.
- Duża wykrywalność małych ryb. System jest w stanie wykryć nawet bardzo małe ryby przepływające przez ciek wodny, zapewniając pełny obraz sytuacji panującej pod wodą.
- Niewielkie zużycie energii elektrycznej (pobór mocy komputera typu laptop). Pozwala to na prowadzenie monitorowania ryb nawet tam, gdzie nie ma dostępu do sieci zasilającej.
- Działanie systemu nie zależy od przejrzystości wody.
- Kompaktowa i przenośna stacja badawcza o niewielkich rozmiarach. Kompletną stację badawczą wraz z własnym źródłem zasilania bez problemu można przewozić w bagażniku małego auta.



Widok prototypu w wersji przenośnej podczas testów.

System umożliwia monitorowanie zarówno pojedynczych ryb jak i dużych ławic przepływających przez wiązkę akustyczną.

Rejestrowane na bieżąco na komputerze PC dane z monitoringu ryb pozwalają na uzyskiwanie następujących informacji:

- Ilość przepływających ryb w prawym i lewym kierunku;
- Prędkość ruchu każdej ryby w obu kierunkach;
- Długość przepływających ryb;
- Przybliżoną wysokość przepływających ryb;
- Przybliżone kontury przepływających ryb;
- Temperatura wody;
- Opcja: zdalne przesyłanie danych za pośrednictwem radiomodemu GPRS
- Opcja współpracy z kamerą optyczną: obraz z kamery może być zsynchronizowany w czasie z echogramem i rejestrowany na jednym komputerze. Podczas odtwarzania echogramu daje to możliwość równoległej obserwacji zarejestrowanego obrazu z kamery i obrazu echogramu odpowiadającego aktualnie obserwowanej sytuacji w przepławce;

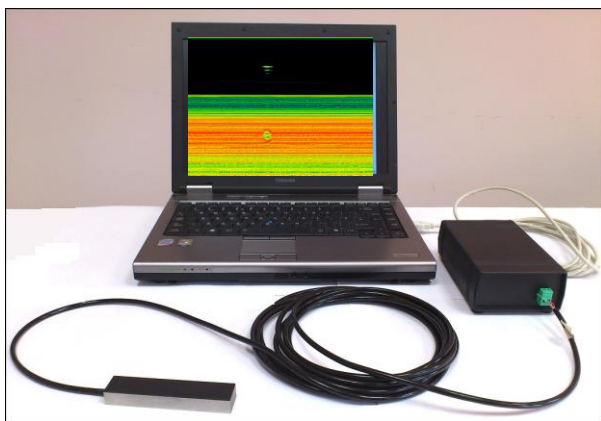
Instalacja

Do stosowania na płytkich przepławkach lub naturalnych ciekach powinny być stosowane przetworniki o małych szerokościach wiązki w pionie, np. V 20° x H 0.9°

Na głębszych przepławkach stosowane są przetworniki o szerszych wiązkach tak, aby obejmowały cały słup monitorowanej wody.

Częstotliwość pracy: 700 kHz – 1.1 MHz.

Miejscem montażu przetworników nie może być takie, gdzie występuje nadmierne zapowietrzenie wody. Turbulentny przepływ wody bez zapowietrzenia nie ma wpływu na działanie systemu. W przypadku sztucznych przepławek przetworniki można instalować na ścianie przepławki poniżej powierzchni wody lub w rogu na dnie przepławki.



Podstawowy zestaw składa się z:

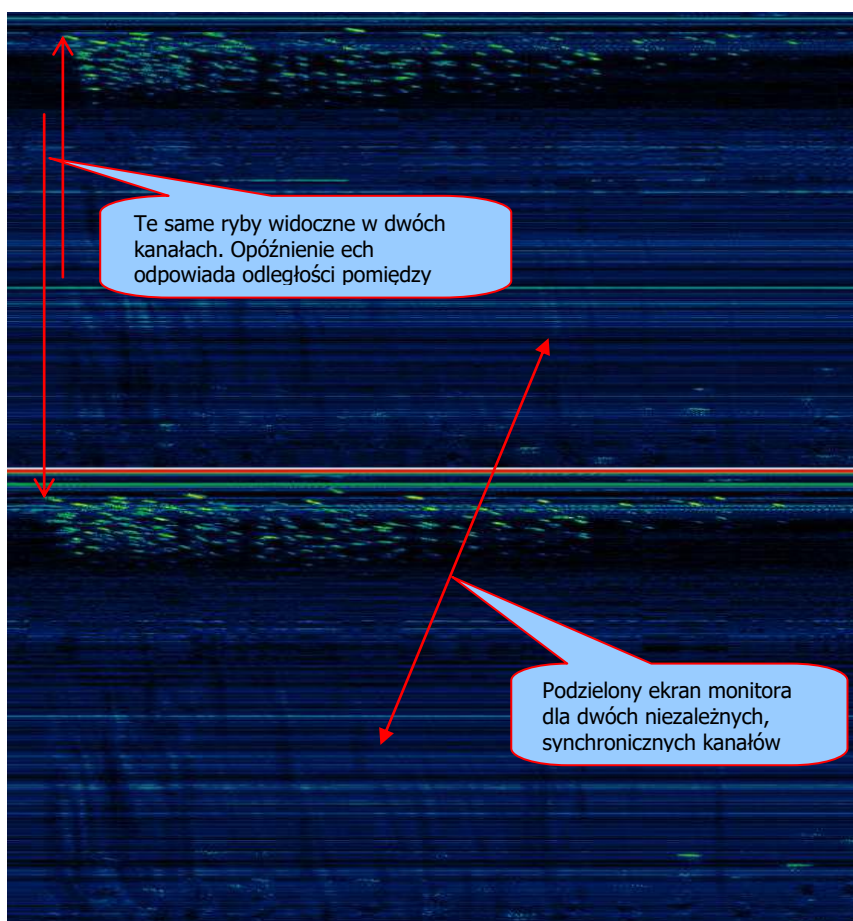
- głowicy akustycznej (zespół dwóch przetworników),
- procesora z zespołem nadawczo - odbiorczym
- komputera laptop z zainstalowanym dedykowanym oprogramowaniem.

Zasięg monitorowania zależy od miejsca montażu przetworników i głębokości toni wodnej. Ze względu na parametry dostępnych na rynku przetworników system można stosować do monitorowania wąskich kanałów lub przepławek o szerokości od 1 do 5 m. Polem ograniczającym zakres monitorowania jest efektywna szerokość wiązki akustycznej przetworników ultradźwiękowych w płaszczyźnie pionowej. Monitorowane są te ryby, które przepływają przez wiązkę akustyczną emitowaną przez przetworniki. W przypadku szerszych płytkich rzek monitoring ryb można realizować przy pomocy kilku systemów wykorzystując łańcuchową instalację kilku par przetworników w odległościach co 5 metrów tak, aby objąć całą szerokość nurtu.

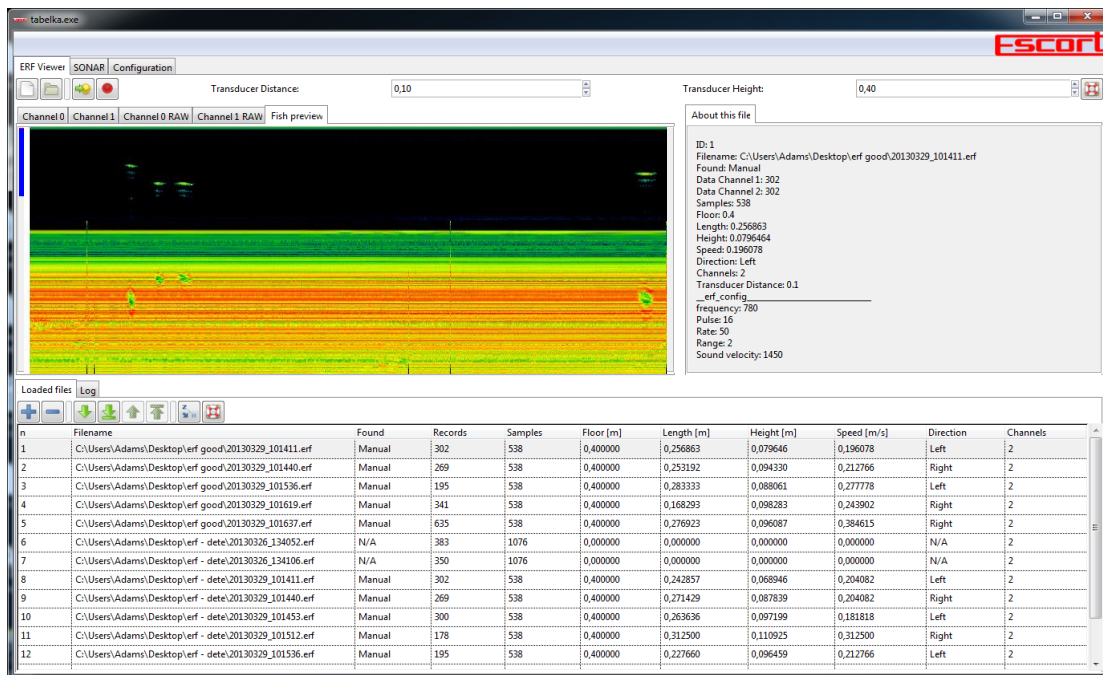
Przetworniki ultradźwiękowe podczas pracy w wodzie nie pozwalają na obrastanie ich powierzchni. W przypadku współpracy kamery optycznej z systemem hydroakustycznym, w celu zabezpieczenia obiektywu kamery przed obrastaniem podczas dłuższego okresu pracy w wodzie można stosować źródło impulsowego światła ultrafioletowego skierowanego na obiektyw kamery. Zapewni to skuteczną ochronę przed obrastaniem kamery drobnoustrojami przez wiele miesięcy.

Mały pobór mocy przez system umożliwia monitorowanie ryb w warunkach polowych bez stałego nadzoru operatorskiego.

Rezultaty badań:



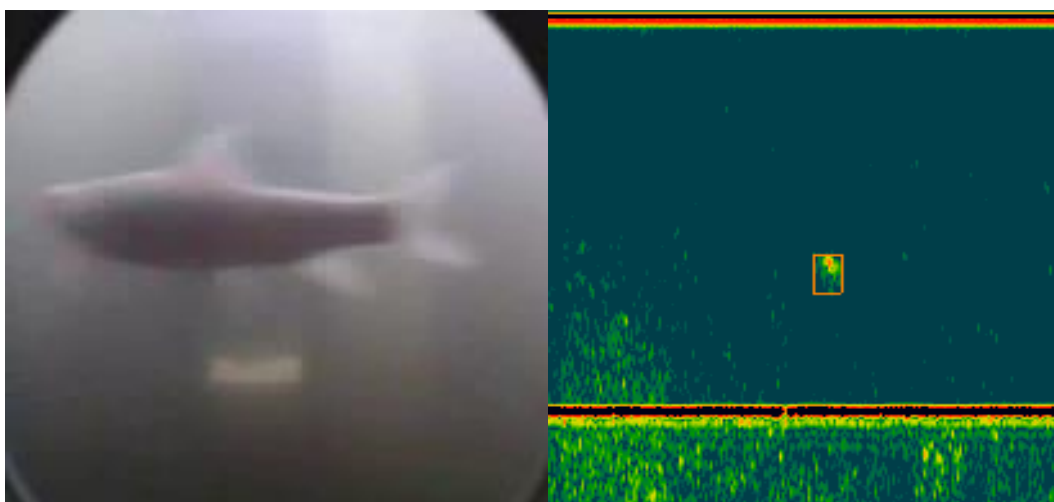
Przykłady echogramów z dwóch kanałów oraz przypisane indeksy



Przykład prezentacji danych na komputerze sterującym pracą systemu

Praca systemu w zestawie z systemem kamer optycznych pozwala na identyfikację gatunku monitorowanych ryb przez operatora - ichtiologa. Zostało opracowane oprogramowanie pozwalające na automatyczne identyfikowanie gatunków poprzez porównywanie parametrów ryb filmowanych przez zestaw kamer optycznych z wzorcami niektórych ryb. Wzorcowa baza danych może być tworzona samodzielnie przez użytkownika w oparciu o rozpoznanie gatunku w danym środowisku wodnym. Różne gatunki ryb zmieniają proporcje swojego kształtu zarówno w procesie wzrostu jak i w zależności od środowiska w którym żyją. Jednak należy mieć na uwadze fakt, że automatyczna identyfikacja gatunków może być realizowana jedynie w przypadkach dobrej przejrzystości wody umożliwiającej uzyskiwanie dobrej jakości obrazów z kamer. W opinii doświadczonych ichtiologów automatyczne rozpoznawania gatunków wymaga bardzo dobrej jakości zdjęć rozpoznawanych ryb. W warunkach przeciętnej przejrzystości wód śródlądowych w Polsce automatyczne rozpoznawanie gatunku jest zadaniem bardzo trudnym.

Przykład echogramu i obrazu z kamery optycznej tej samej ryby (mętna woda)



Oprogramowanie systemu

Opracowane oprogramowanie jest aplikacją modułową, składa się z interfejsu oraz bazy danych zainstalowanej wcześniej na serwerze. To pozwala na bezpośredni dostęp z komputerów znajdujących się w tej samej sieci co serwer a w przypadku podłączenia serwera do sieci Internet istnieje możliwość dostępu do aplikacji z każdego miejsca na świecie. Zadaniem oprogramowania jest pobieranie, analiza, archiwizacja i prezentacja danych akustycznych oraz obrazów video.

Analiza echogramu pozwala na określenie podstawowych cech ryby: jej długość i przybliżoną wysokość, prędkość i kierunek ruchu. Wykrycie akustyczne ryby jest wyzwaniem do rejestracji osobnika w bazie oraz rozpoczęcia zapisu z kamer optycznych.

Usługa analizy obrazu rozpoznaje gatunki ryb na podstawie wcześniej opracowanych i zainstalowanych wzorców. Wzorce mogą być korygowanych okresowo stosownie do warunków środowiskowych.

Oprogramowanie pozwala eksportować dane do postaci raportów w formacie txt, csv lub pdf za wybrany okres (np. raporty miesięczne, półroczne, roczne itd.). Forma oraz wygląd raportu może być dostosowana do wymagań użytkownika.

Metoda hydroakustyczna jest praktycznie niewrażliwa na mętność wody. Migrujące ryby są rejestrowane w bazie nawet w przypadku nierozpoznania osobnika metodą optyczną. Interfejs systemu został zrealizowany w postaci serwisu internetowego. Przy pomocy dowolnej przeglądarki można uzyskać dostęp do wszystkich funkcji systemu na dowolnym urządzeniu docelowym np. komputer z systemem Windows, smartfon, itd.

Opracował: Zenon Markowski, Escort Sp. z o.o.