

„Programowalny sterownik CompactRIO pozyskuje dane pomiarowe i przesyła je do stacji lądowej. Dzięki rozwiązaniu modułowemu, niskiemu zużyciu energii i wytrzymałej konstrukcji sterownika możemy skonfigurować system zgodnie z bieżącymi potrzebami badawczymi.” – dr inż. Ignacy Gloza, Akademia Marynarki Wojennej, Polska

Pomiar zmiennych parametrów środowiska podwodnego z wykorzystaniem cRIO

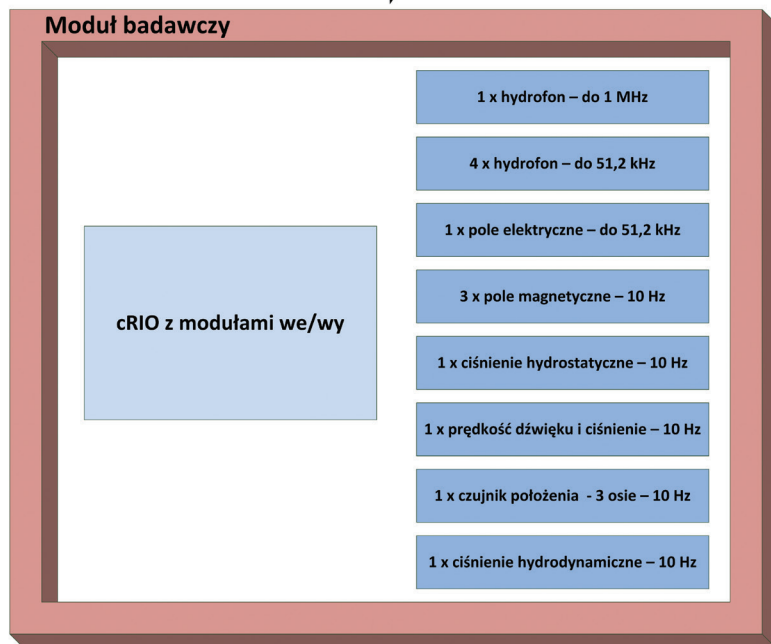
Moduł do monitorowania zmiennych parametrów środowiska wykonano tak, aby zmaksymalizować zakres pozyskiwanych informacji przy jednoczesnej minimalizacji gabarytów systemu pomiarowego. Moduł jest przeznaczony do pracy w trudnych warunkach, w których nie są w stanie działać poprawnie inne systemy.

Wyzwaniem było zaprojektowanie i wykonanie mobilnego modułu do pomiaru zmiennych parametrów środowiska podwodnego na wodach płytkich. Wykorzystując specjalistyczną obudowę, programowalny sterownik do akwizycji danych NI CompactRIO oraz wielowątkowe oprogramowanie NI LabVIEW, skonfiguro-

Stanowisko do rejestracji danych przesłanych z modułu badawczego znajdującego się pod wodą



Zasilanie i komunikacja



Rysunek 1. Ogólny schemat budowy systemu badawczego

Dodatkowe informacje:

mgr inż. Bogdan Iwiński
tel.: +48 501 275 890
e-mail: b.iwinski@veritech.pl, www.veritech.pl

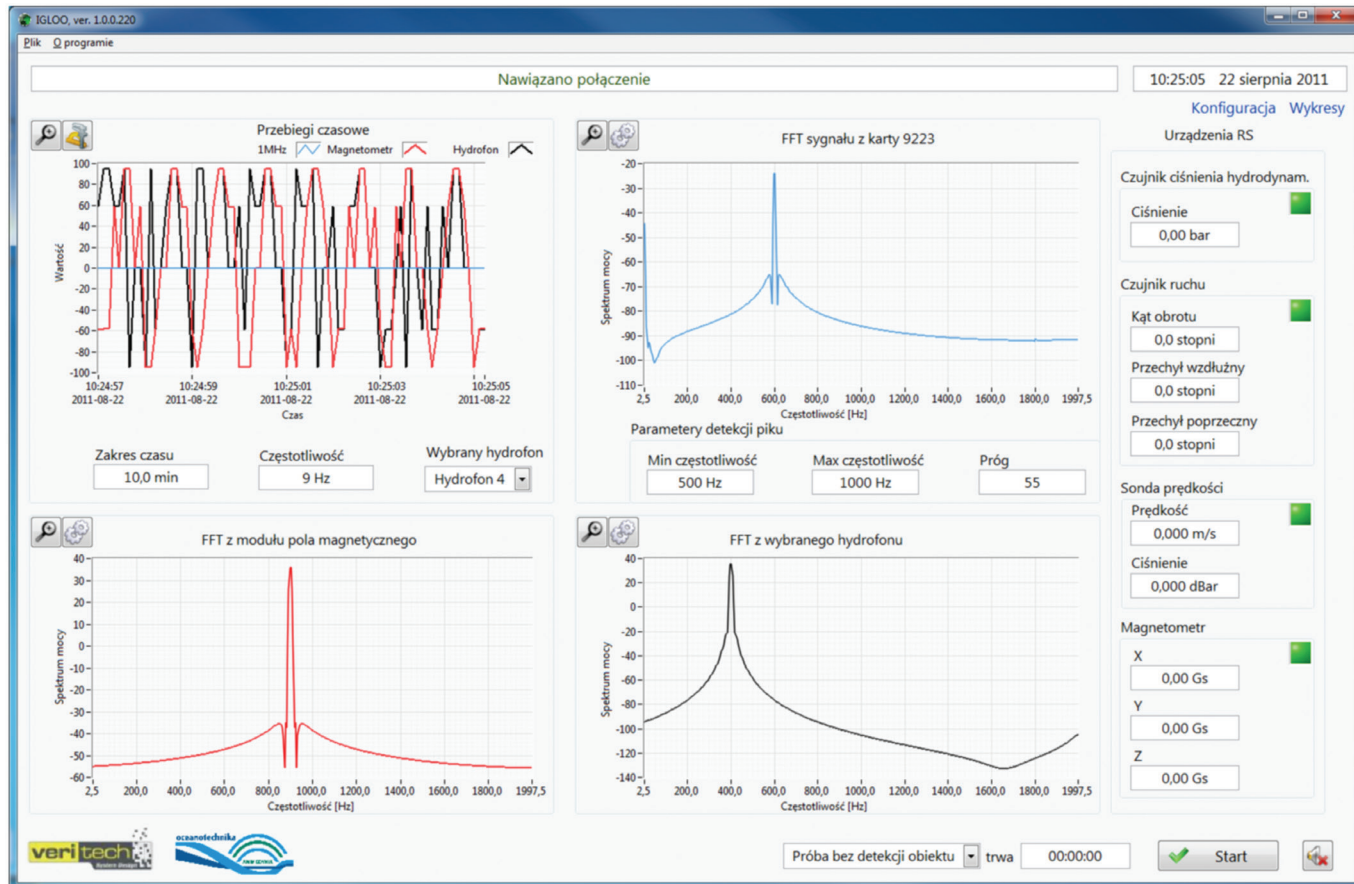
National Instruments Poland Sp. z o.o.
Salzburg Center
ul. Grójecka 5, 02-025 Warszawa
tel.: +48 22 328 90 10, fax: +48 22 331 96 40
e-mail: ni.poland@ni.com, <http://poland.ni.com>
Infolinia: 800 889 897

waliśmy w optymalny sposób system modułowy, znajdujący zastosowanie w pracy z wymagającymi parametrami środowiskowymi.

Konfiguracja systemu

Poglądowy schemat systemu pokazano na **rysunku 1**. Opracowane urządzenie posiada wszystkie czujniki i niezbędną elektronikę zamontowaną na statywie podwodnym. Całość połączona jest z częścią znajdującą się na lądzie za pomocą rozwijanego kabla do dwustronnej transmisji danych oraz sterowania zasilaniem systemów na platformie. Platforma pomiarowa posiada oprzyrządowanie niezbędne do rejestracji i analizy danych z czujników oraz zasilanie akumulatorowe dla kompletnego modułu.

Główną jednostką służącą do akwizycji i transmisji danych pomiarowych na ląd jest programowalny sterownik NI CompactRIO. Modułowy charakter, wytrzymała konstrukcja oraz niskie zużycie energii pozwoliły na optymalne dopasowanie jego konfiguracji do realizowania wyznaczonych zadań. Rejestracja i transmisja wielu szybkozmiennych sygnałów wymaga wydajnego systemu, dlatego też rejestracji pomiarów dokonuje jednostka z procesorem 800 MHz i 512 MB pamięci RAM oraz portem Gigabit Ethernet. Dzięki temu możliwe stało się prowadzenie rejestracji z 4 kanałów analogowych o maksymalnej częstotliwości próbkowania 51,2 kHz i 24-bitowej rozdzielczości oraz jednego kanału z częstotliwością 1 MHz. Dane pomiarowe są transmitowane na bieżąco do komputera, znajdującego się na



Rysunek 2. Aplikacja do wizualizacji, analizy i zapisu danych

jednostce pływającej lub na lądzie, za pomocą światłowodu o długości 1 km.

Całe urządzenie jest modułowe, przenośne i bardzo łatwe do uruchomienia w płytkich wodach, jakimi charakteryzuje się Zatoka Gdańska. Dodatkowo dno morskie powinno być stosunkowo płaskie w celu uproszczenia pomiarów i późniejszego przetwarzania zarejestrowanych sygnałów.

Jakość danych uzyskanych z platformy jest zależna od bliskości strefy przybrzeżnej. Do czynników bezpośredniego wpływu należy m.in. hałas pochodzący z części przemysłowej miasta, dzielnic handlowych bądź mieszkalnych. Odległość i kształt strefy przybrzeżnej nie rzutują natomiast na pole hydroakustyczne, magnetyczne oraz elektryczne.

Kompletny system składa się z podwodnej platformy wraz z zainstalowanymi czujnikami, konsoli do monitorowania pomiarów, jednostki do analizy i rejestracji danych (znajdującej się na lądzie lub platformie pływającej), długiego kabla do sterowania zasilaniem i obustronnej transmisji danych, a także z zestawu czujników, w skład którego wchodzi: hydrofony, czujnik pola magnetycznego, kompas z czujnikiem ruchu, czujnik pola elektrycznego, czujnik prędkości dźwięku w wodzie, czujnik ciśnienia hydrodynamicznego oraz czujnik ciśnienia hydrostatycznego.

Moduł hydroakustyczny zawiera cztery hydrofony rozmieszczone tak, by umożliwić szczegółowe monitorowanie hałasów środowiska w słyszalnym zakresie. Precyzyjny układ regulacji położenia hydrofonów względem siebie pozwala na dopasowanie systemu pomiarowego do aktualnie panujących warunków. Bardzo

duża czułość przetworników ułatwia zarejestrowanie nawet najmniejszych zmian w ich paśmie działania.

Czujnik pola magnetycznego składa się z trzech par sensorów rozmieszczonych odpowiednio na osiach x, y i z. Taki układ zapewnia nie tylko pomiar aktualnych wartości składowych pola magnetycznego, ale również gradient dla wszystkich komponentów. Czujnik wraz z analogową jednostką korekcyjną pozwala na kalibrację układu pomiarowego w dowolnym miejscu na Ziemi.

Kompas z czujnikiem ruchu umożliwia określenie aktualnego ustawienia modułu pomiarowego we wszystkich płaszczyznach. Kompas mierzy zmiany w płaszczyźnie poziomej, natomiast czujnik ruchu – przechyły podłużne i poprzeczne całej platformy. Układ taki jest niezbędny to precyzyjnego określenia położenia poszczególnych czujników względem badanego źródła zakłóceń.

Czujnik prędkości dźwięku mierzy okresowe zmiany prędkości propagacji fal sprężystych w wodzie w zależności od jej zasolenia, ciśnienia hydrostatycznego i temperatury, lub poprzez pomiar czasu przelotu impulsu pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem. Wartość ta jest niezbędna podczas interpretacji danych z systemu hydroakustycznego, gdzie należy uwzględnić wyniki uzyskane z każdego pomiaru czujnikiem prędkości dźwięku.

Czujnik ciśnienia hydrostatycznego określa, na jakiej głębokości znajduje się platforma pomiarowa. Dane dzięki niemu zgromadzone są ponadto wykorzystywane do obliczania rozkładów prędkości dźwięku w wodzie. Czujniki ciśnienia hydrodynamicznego zastosowano

w celu monitorowania zmian wywołanych ruchem wody w sąsiedztwie platformy. Mowa tutaj zarówno o ruchu spowodowanym pływami, jaki i przemieszczaniem się obiektów w pobliżu systemu pomiarowego.

Cały układ rejestracji jest sterowany za pomocą komputera przenośnego wyposażonego w dedykowaną aplikację (rysunek 2), zapisującą na bieżąco interesujące operatora dane oraz przeprowadzającą obliczenia niektórych parametrów w trybie online. Bezpośrednie połączenie komputera ze znajdującym się pod wodą modułem badawczym za pomocą szybkiej sieci Gigabit Ethernet umożliwia przesyłanie dużej ilości danych i prezentację ich w czasie rzeczywistym. Komponenty systemu zostały dobrane tak, aby możliwa była wielogodzinna rejestracja parametrów środowiskowych w różnych warunkach meteorologicznych z zachowaniem wysokiej precyzji akwizycji.

Podsumowanie

Wykorzystanie programowalnego sterownika NI CompactRIO pozwoliło na opracować narzędzie badawcze umożliwiające stworzenie mapy parametrów fizycznych Zatoki Gdańskiej. System wspiera również monitorowanie zmian owych parametrów poprzez ingerencję człowieka w środowisko wodne. Projekt był współfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (grant nr OR00 0047 08).

dr inż. Ignacy Głoz,
Akademia Marynarki Wojennej, Polska
mgr inż. Krystian Buszman,
Akademia Marynarki Wojennej, Polska
mgr inż. Bogdan Iwiński,
Veritech Sp. z o.o., Polska