

Artur MAKAR

ZAŁOŻENIA DO POZYCJONOWANIA MODUŁU ROZPOZNANIA PODWODNEGO

Streszczenie

W artykule omówione zostały serwisy precyzyjnych systemów pozycyjnych stosowanych w geodezji, które mogą być zastosowane w hydrografii w pomiarach dynamicznych oraz w pracach badawczych, takich jak wystawianie oraz podejmowanie systemów podwodnych. Takimi systemami mogą być systemy aktywne i pasywne, akustyczne, termiczne, hydrodynamiczne oraz ich kompilacje tworzące systemy zintegrowane. Takim zintegrowanym systemem jest prezentowany system rozpoznania podwodnego do wykrywania i śledzenia obiektów w toni wodnej na podstawie odebranych sygnałów przez wielosensorowy układ pomiarowy realizujący pomiary kilku pól fizycznych.

WSTĘP

Zapewnienie bezpieczeństwa portów jest problemem istotnym, zwłaszcza w czasach zagrożenia terroryzmem i piractwem. Zadanie to staje się coraz trudniejsze z powodu znacznego wzrostu wielkości przewożonych ładunków oraz przewozów pasażerów, a ponadto wzrostu szybkości i zróżnicowania typów statków morskich. Naturalne są, wzrastające ciągle, wymagania dla technologii systemów nadzoru umożliwiające w trybie ciągłym monitorowanie i prowadzenie pełnego rozpoznania obiektów pod powierzchnią morza, na jego powierzchni, w powietrzu oraz części lądowej portu. Systemy ochrony portów stosowane są na całym świecie, głównie do ochrony dużych portów lub do ochrony obiektów o dużym znaczeniu strategicznym takie jak: bazy paliw, elektrownie jądrowe, porty wojenne, porty handlowe, terminale przeładunkowe, wieże wiertnicze, zapory wodne, śluzy [3].

Barieri portowe to systemy wieloukładowe, gdzie jako jeden układ wyróżniony zespół wielosensorowy realizujący pomiary parametrów kilku pól fizycznych w miejscu ich posadowienia. O ile w barierach portowych wystawianych jest kilka zespołów, to na podejściu do portu uzasadnione jest wystawienie jednego lub dwóch zespołów wczesnego reagowania.

1. CHARAKTERYSTYKA ZESPOŁU POMIAROWEGO

Wielosensorowy moduł rozpoznania podwodnego to zaawansowany technicznie demonstrator technologii, który służy do obserwacji i rozpoznania podwodnego i został wyposażony m.in. w czujniki pola hydroakustycznego, magnetycznego, elektrycznego i hydrodynamicznego oraz układy rejestrujące, przetwarzające i nadawcze. Są one elementami zintegrowanego systemu kontroli zmian pól fizycznych w środowisku morskim

Moduł zaprojektowano w taki sposób, aby mógł stanowić element mobilnej, zdalnie sterowanej sieci obserwacji sytuacji podwodnej wybranego akwenu, z przeznaczeniem dla celów rozpoznania wojskowego, ochrony morskich szlaków komunikacyjnych, portów i innych obiektów o znaczeniu strategicznym [7].

Widok wielosensorowego modułu rozpoznania podwodnego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Widok wielosensorowego modułu rozpoznania podwodnego [7]

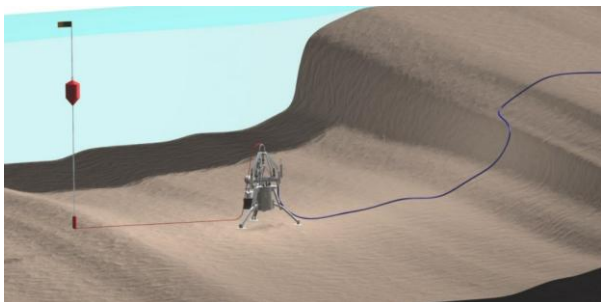
2. POZYCJONOWANIE JEDNOSTEK POMIAROWYCH

Posadowienie modułu na dnie w zaplanowanym miejscu monitorowanego akwenu to zagadnienie istotne z punktu widzenia działania systemu obserwacji i rozpoznania podwodnego oraz podjęcia przez jednostkę pływającą, szczególnie w czasie prac badawczych i okresowego wystawiania czujników.

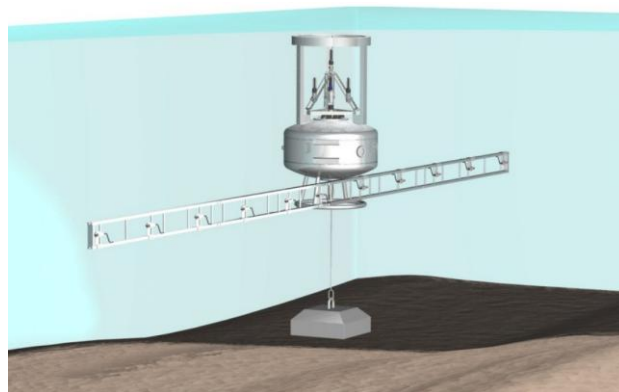
Pomiary hydrograficzne akwenu kategorii specjalnej [5] wymagają dokładności wyznaczania współrzędnych pozycji w płaszczyźnie horyzontalnej większej niż 2m, co jest możliwe do spełnienia wykorzystując system DGPS. W odbiorniki tego systemu wypo-

sażone są najnowsze motorówki hydrograficzne, wchodzące na wyposażenie dywizjonu zabezpieczenia hydrograficznego MW. Nowoczesny sprzęt hydrograficzny: echosonda wielowiązkowa EM2040 z opuszczaną głowicą, wspierana przez echosondę jednowiązkową EA400, dwie sondy CTD/STD, sonar holowany Klein3900 i sonar obserwacji dookrężnej MS1000 oraz system nawigacji podwodnej, w zakresie pozycjonowania wspierane są przez system DGPS. Przeznaczenie motorówek do przybrzeżnych prac hydrograficznych w zasięgu łączności komórkowej stwarza możliwość precyzyjnego pozycjonowania z wykorzystaniem techniki DGNSS/RTN.

Technika DGNSS wykorzystuje stację bazową (referencyjną), na której prowadzone są ciągle lub okresowe obserwacje kodowe (pomiar pseudoodległości) do satelitów na przynajmniej jednej częstotliwości pomiarowej (np. GPS L1). Odbiornik satelitarny stacji referencyjnej dysponuje informacją o współrzędnych centrum fazowego anteny stacji, a także, na podstawie almanachu satelitarnego, współrzędnymi (efemerydami) satelitów na orbicie. Wraz ze wzrostem odległości do stacji referencyjnej założenie identyczności sygnałów odbieranych przez obydwaj odbiorniki – stacjonarny i ruchomy coraz bardziej odbiega od rzeczywistości (ze względu na zmianę warunków atmosferycznych), zatem rosną błędy określenia pseudoodległości.



Rys. 2. Widok wielosensorowego modułu rozpoznania podwodnego posadowionego na dnie [7]



Rys. 3. Widok wielosensorowego modułu rozpoznania podwodnego w toni wodnej zakotwiczonego [7]

3. SERWISY PRECYZYJNYCH SYSTEMÓW POZYCYJNYCH I ZAPEWNIANE DOKŁADNOŚCI

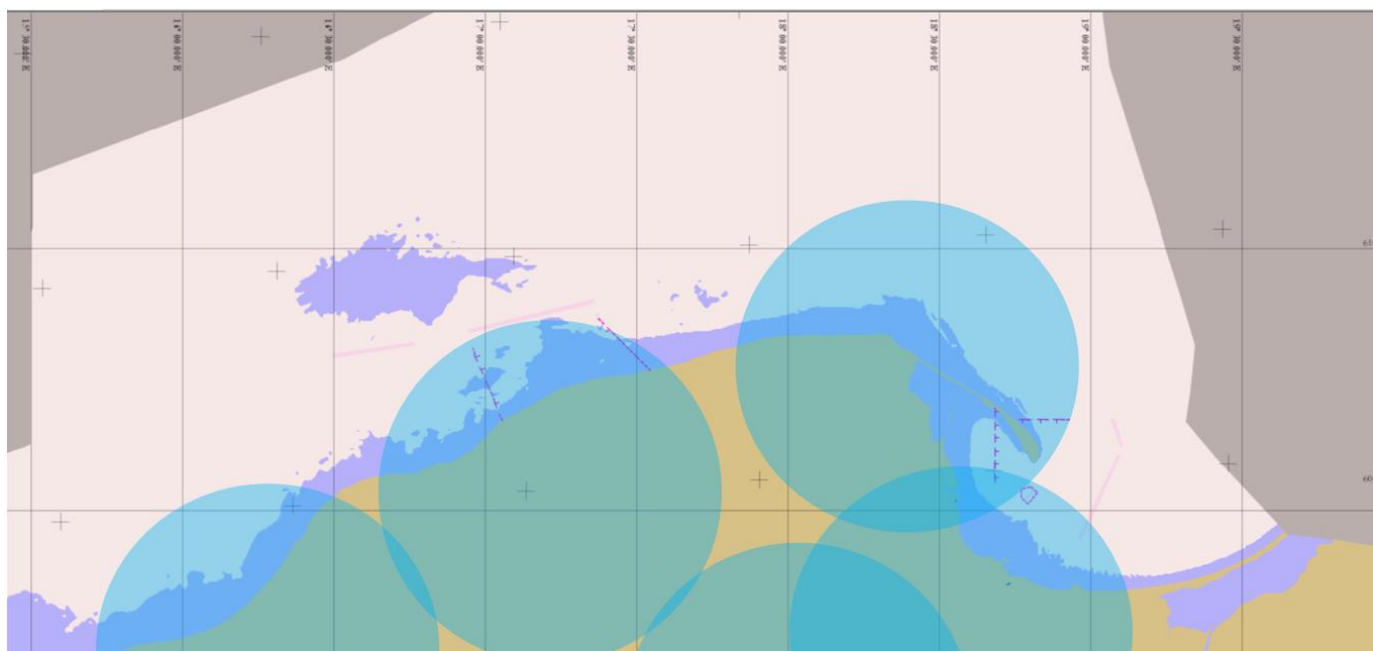
3.1. System ASG-EUPOS

Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-EUPOS będąca ogólnopolską siecią stacji referencyjnych systemu GNSS oferuje serwisy o różnych parametrach dokładnościowych, które we współpracy z odpowiedniej klasy odbiornikami GNSS pozwolą uzyskać wysoką precyzję wyznaczonych współrzędnych.

Serwisy systemu ASG-EUPOS wykorzystywane przez użytkowników do pomiarów lub obliczeń dzielą się na dwie grupy: serwisy czasu rzeczywistego oraz serwisy post-processingu [1].

Serwisy czasu rzeczywistego wykorzystują zasadę pomiarów różnicowych DGNSS oraz RTK wykonywanych w oparciu o stacje referencyjne. W celu uzyskania danych korekcyjnych do pomiarów GNSS odbiorniki wykonujące pomiary w terenie komunikują się z centrum zarządzającym. Cały proces wymiany danych odbywa się w czasie rzeczywistym poprzez wykorzystanie połączenia internetowego w sieci GSM (mobilny Internet), w związku z czym użytkownik otrzymuje wyniki bezpośrednio w terenie [1]:

- NAWGEO - serwis udostępniający poprawki RTK, umożliwiające wyznaczenie współrzędnych płaskich z błędem średnim nie większym niż 0.03 m oraz wysokości z błędem średnim nie większym niż 0.05 m przy wykorzystaniu odbiornika L1/L2 RTK,



Rys. 4. Zasięgi stacji systemu ASG-EUPOS [3]

- KODGIS - serwis udostępniający poprawki DGNS, umożliwiające wyznaczenie współrzędnych z błędem średnim nie większym niż 0.25 m przy korzystaniu z odbiornika L1/L2 oraz nie większym niż 1.5 m przy wykorzystaniu odbiornika tylko z L1,
- NAWGIS - serwis udostępniający poprawki DGNS, umożliwiające wyznaczenie współrzędnych z błędem średnim nie większym niż 3.0 m przy wykorzystaniu odbiornika jedno-częstotliwościowego L1.

Serwisy post-processingu przeznaczone są dla użytkowników pracujących z pomiarami statycznymi. Wysoka dokładność jaką charakteryzują się te pomiary uwarunkowana jest doбором otoczenia pomiarowego, klasy sprzętu GNSS, czasem pomiarów a także oprogramowaniem użytym do opracowania takich obserwacji [1]:

- POZGEO - jest to serwis automatycznych obliczeń w trybie post-processing'u obserwacji GNSS (w chwili obecnej faktycznie jedynie z systemu GPS) wykonanych metodą statyczną, z deklarowanym błędem średnim wyznaczenia współrzędnych nie większym niż 0.01 m przy wykorzystaniu odbiornika L1/L2 i nie większym niż 0.1 m przy wykorzystaniu odbiornika tylko jedno-częstotliwościowego L1
- POZGEO D - to serwis pobierania obserwacji satelitarnych GNSS w formacie RINEX z wybranych przez użytkownika stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS

W systemie ASG-EUPOS dostępne są obecnie 2 rodzaje rozwiązań sieciowych – VRS i MAC. Odbiorniki dostępne na rynku współpracują z obydwoma rodzajami danych korekcyjnych, a dokładności uzyskiwane z pomiarów RTK są bardzo zbliżone, także wykorzystanie zależy wyłącznie od indywidualnych preferencji użytkownika.

3.2. TPI NETPro

TPI NET Pro stanowi część ogólnosięciowej sieci TOPCON TopNet Live. Jest stworzona i udostępniana jedynie dla klientów TPI, którzy pracują zakupionym w Polsce odbiornikiem GNSS TOPCON lub SOKKIA. Dla użytkowników sieci TPI NETpro udostępnionych jest pięć rodzajów poprawek [4]:

- DGNS,
- RTK RTCM 2.3
- RTK RTCM 3.0
- NET RTCM 2.3

- NET RTCM 3.0

Główną usługą udostępnianą przez sieć TPI NETpro jest poprawka NET w formatach RTCM 2.3 oraz 3.0. Ten strumień korekt wymaga od użytkownika dwuczęstotliwościowego odbiornika geodezyjnego do pomiarów RTK. Po połączeniu z serwerem NTRIP, użytkownik wysyła swoją przybliżoną pozycję za pomocą depezy NMEA GGA do systemu. W następnym kroku generowana jest dla niego wirtualna stacja referencyjna, najczęściej w odległości około 5 km od odbiornika, skierowana w stronę najbliższej rzeczywistej stacji referencyjnej. Następnie dla użytkownika systemu generowane są dane korekcyjne i przesyłane są do jego odbiornika w formacie RTCM 2.3 lub 3.0 za pomocą protokołu NTRIP [4].

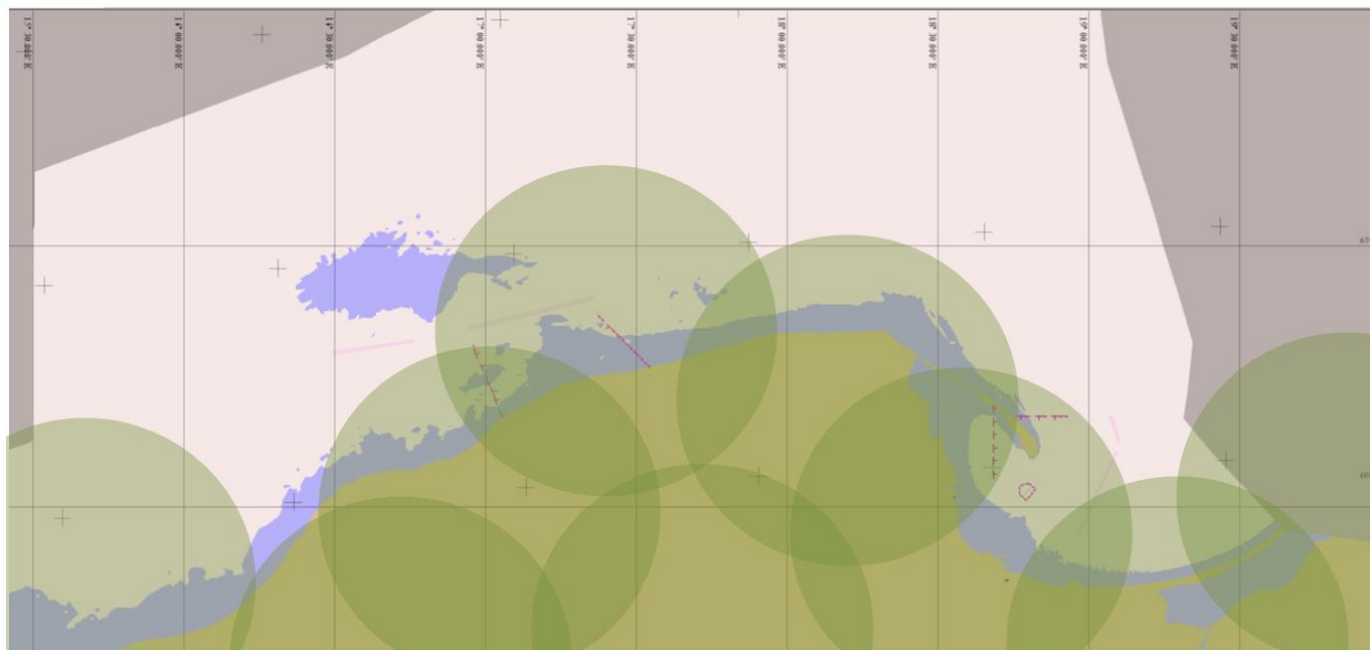
Dzięki wykorzystaniu tej usługi, użytkownicy systemu mogą uzyskiwać poprawki do obserwacji niezależnie od odległości od stacji referencyjnej, w przeciwieństwie do pracy z pojedynczą stacją referencyjną, gdzie błąd wyznaczonej pozycji rośnie wraz z odległością od niej. Strumienie NET RTCM 2.3 i NET RTCM 3.0 różnią się formatem przesyłanych korekt, nie powinny mieć wpływu na pracę odbiornika i otrzymywane dokładności.

3.3. SmartNet

SmartNet to sieć stacji referencyjnych umożliwiająca generowanie poprawek RTK dla odbiornika ruchomego - poprawki RTK. Zapewnia niezawodne usługi sieciowe i wiarygodne pomiary w różnych warunkach śledzenia satelitów.

Jest alternatywą dla sieci państwowej ASG-EUPOS o następujących właściwościach [6]:

- wektory w sieci ASG-EUPOS mają 70 km, a w sieci SmartNet 30-40km (zapewnia to dużo lepsze rezultaty pomiarowe: szybkość pomiaru (RTK FIX) i dokładność pomiaru odbiornika RTK),
- wszystkie stacje sieci SmartNet wysyłają poprawki do odbieranych danych z satelitów GLONASS (których sygnał odbiera użytkownik). W sieci ASG-EUPOS, niestety, nie wszystkie stacje są wyposażone w taką możliwość, więc użytkownik pomimo zakupionego urządzenia z opcją GLONASS nie uzyska poprawek do pozycji. Włączenie satelitów GLONASS do obliczeń (warunkiem jest odebranie poprawek ze stacji referencyjnych) przyspiesza pomiary oraz, co najważniejsze, umożliwia pomiary w terenie zurbanizowanym, w miastach, wysokiej zabudowie, na skrajach lasów.



Rys. 5. Zasięgi stacji systemu TPI NET Pro [3]

- W sieci SmartNet stosowane są metody transmisji korekt [2]:
- MAX - transmisja poprawek Master-Auxiliary (MAX) oparta jest na koncepcji Master-Auxiliary zaproponowanej przez Leica Geosystems I Geo++ w 2001 roku,
 - i-MAX - zindywidualizowana poprawka MAX (i-MAX) została opracowana w tym samym czasie, jako poprawka wspierająca starsze odbiorniki, nie mogące odebrać poprawek MAX.
 - FKP - Flächen-Korrektur Parameter (FKP, poprawki powierzchniowe) jest najstarszą z metod, została opracowana przez firmę Geo++ w połowie 1990 roku,
 - VRS Virtual Reference Station - Terrasat opracował pod koniec roku 1990 metodę opartą na wirtualnych stacjach referencyjnych. Porównywalna jest ona z poprawkami i-MAX.

PODSUMOWANIE

Pozycjonowanie mobilnego modułu rozpoznania podwodnego jest istotne na trzech etapach: wystawienia, pracy oraz podjęcia przez jednostkę pływającą. Dwa pierwsze etapy są ze sobą ściśle związane: wystawienie odbywa się z założonej lokalizacji oraz zakłada się, że pozycja jego jest znana. Znajomość pozycji pracy może być na podstawie założenia, że moduł wystawiono z dużą precyzją. Natomiast położenie modułu do podjęcia przez jednostkę pływającą może być odległe od pozycji wystawienia, szczególnie dla modułu zakotwiczzonego, niezwiązanego sztywno z dnem.

O ile zajęcie ściśle określonej pozycji do posadowienia modułu jest procesem najłatwiejszym, to precyzyjne wyznaczenie położenia modułu do poprawnej pracy oraz do podjęcia są procesami bardziej złożonymi, nie ograniczającymi się tylko do pozycjonowania radionawigacyjnego.

BIBLIOGRAFIA

1. ASG-EUPOS Poradnik użytkownika, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa 2004.
2. Leica Geosystems, System 1200 Newsletter – Nr 53 Sieci RTK – Metody
3. Makar A., Podsystemy hydroakustyczne w zadaniach ochrony na polskich obszarach morskich w zakresie NHZ. Forum Nawigacji, nr 1, Gdynia 2009.

4. Pańnikowski M., TPI NETpro Pierwsza prywatna, ogólnopolska sieć stacji referencyjnych GPS+GLONASS
5. Special Publication S-44, Standards for Hydrographic Surveys, Monaco 2008
6. <http://www.leica-geosystems.pl>
7. <http://www.pbuch.com.pl/16,oferta,103,10,Projekt-MOTYL-.html>

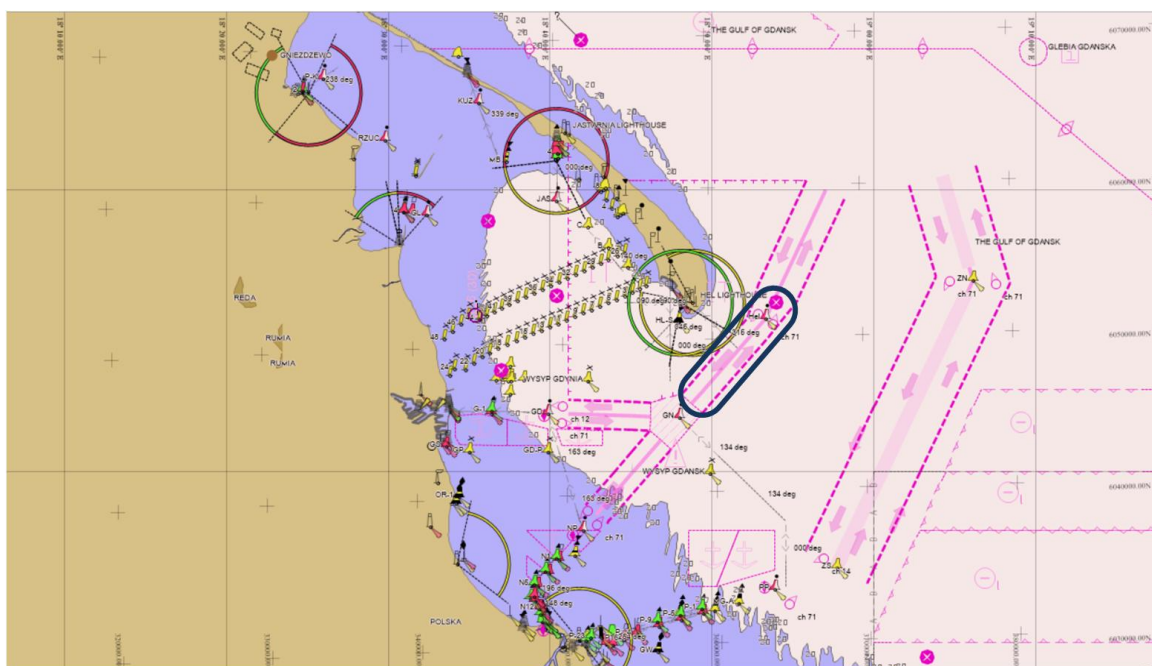
ESTABLISHMENT FOR POSITIONING OF UNDERWATER DETECTION AND RECOGNIZING MODULE

Abstract

In the paper services of precise positioning systems used in geodesy have been presented. These services can also be used in hydrography in dynamic surveys and research such as positioning of underwater objects/systems. These systems can be active and passive one, acoustic, thermal, hydrodynamic and their compilations creating integrated systems. Integrated system is presented module of underwater detection and recognizing objects on the basis of received signals by multisensor system measuring physical fields.

Autor:

dr hab. inż. **Artur Makar**, prof. AMW – Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Instytut Nawigacji i Hydrografii Morskiej



Rys. 6. Rejon wystawienia wielosensorowego modułu rozpoznania podwodnego