

**Sławomir Świerczyński**  
**Krzysztof Czaplewski**  
**Akademia Marynarki Wojennej**

## **POZYSKIWANIE INFORMACJI NAWIGACYJNEJ NA POTRZEBY SYSTEMÓW VTS**

### **STRESZCZENIE**

W rejonach, gdzie występuje duże natężenie ruchu statków, istnieje znaczne niebezpieczeństwo kolizji lub wejścia na mieliznę. System kontroli ruchu usprawnia ruch statków i poprawia bezpieczeństwo. Dla właściwego funkcjonowania systemu istnieje sieć stacji brzegowych, których sygnał jest wykorzystywany do tworzenia mapy obszaru odpowiedzialności. Niniejszy artykuł prezentuje stan aktualny pozyskiwania informacji nawigacyjnej na przykładzie VTS Zatoka Gdańska (*Vessel Traffic Service for Gulf of Gdańsk*) z wykorzystaniem brzegowych stacji radarowych.

Słowa kluczowe:

nawigacja, nawigacja radarowa, VTS, systemy obserwacji, służba kontroli ruchu.

### **WSTĘP**

W celu poprawy bezpieczeństwa żeglugi, między innymi usprawnienia ruchu statków oraz ochrony środowiska naturalnego, w drugiej połowie XX wieku rozpoczęto tworzyć systemy nadzoru ruchu statków. W 2003 roku taki system pojawił się na akwenie Zatoki Gdańskiej, zbudowała go holenderska firma Holland Institute of Traffic Technology (WWW-1). Jest to system kontroli ruchu statków w obszarze, gdzie natężenie ruchu, skupienie sporej liczby jednostek w akwenie lub obecność niebezpieczeństw nawigacyjnych stwarza duże zagrożenie kolizji albo wejścia na mieliznę. Zapewnia użytkownikom usługi typowe dla tego typu systemu. W ramach jego funkcjonowania otrzymują oni zalecenia, ostrzeżenia dotyczące korekty ruchu jednostki własnej, jeżeli ich dotychczasowe parametry ruchu mogą stworzyć zagrożenie bezpieczeństwa żeglugi.

W skład systemu VTS Zatoka Gdańska wchodzi Centrum Bezpieczeństwa Morskiego oraz podsystemy: obserwacji radarowej, łączności, hydrometeorologiczny, AIS, radionamierzenia. Jednym z podstawowych źródeł pozyskiwania informacji nawigacyjnej są brzegowe stacje radarowe. Dodatkowym wyposażeniem systemu pozwalającym na obserwację wzrokową jest zestaw kamer wizyjnych CCTV (*Closed-circuit television*), umożliwiający przekazywanie obrazu w celu prowadzenia nadzoru i zwiększenia bezpieczeństwa. Kamery dzięki funkcjom zbliżenia obrazu oraz podczerwieni pozwalają na prowadzenie obserwacji wzrokowej zarówno w dzień, jak i w nocy. Za pomocą kamer można prowadzić obserwację jednostek pływających, a także zanieczyszczeń na powierzchni wody.

W zależności od potrzeb obraz sytuacji nawigacyjnej w akwenu może być pozyskiwany z jednego lub kilku radarów. Liczba i rozmieszczenie radarów w systemie VTS Zatoka Gdańska przedstawione są w niniejszym artykule. Radary są rozmieszczone wokół akwenu objętego nadzorem VTS i pracują na zakresach odpowiednich dla własnego obszaru obserwacji. Obraz ech radarowych jest nanoszony automatycznie na mapę elektroniczną. Sygnały są przetworzone przez układy śledzące, pozwalając na wyświetlenie danych o ruchu jednostki (kurs, prędkość). Na mapie można również wyświetlić dane z transmisji systemu automatycznej identyfikacji AIS oraz dane wprowadzone ręcznie przez operatora VTS, pochodzące z meldunków radiowych.

Informacja z radarowych stacji brzegowych przekazywana jest do centrum VTS za pośrednictwem linii radiowych bądź kabla światłowodowego. Po obróbce w modułach, zwanych w dalszej części artykułu centralnymi procesorami, wyświetlana jest ona na stacjach operatorskich VTS Centrum.

W artykule przedstawiono sposób pozyskiwania obrazu radarowego na przykładzie systemu VTS Zatoka Gdańska oraz określono kierunek możliwych zmian w modelowaniu tego obrazu.

## **OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU VTS ZATOKA GDAŃSKA**

Głównym źródłem informacji obrazowej dostarczanej do centrum VTS jest sieć radarowych stacji brzegowych. System identyfikacji i śledzenia VTS Zatoka Gdańska działa z wykorzystaniem:

- pięciu radarów brzegowych rozmieszczonych wokół Zatoki Gdańskiej (znajdujących się w latarni morskiej w Helu, Kapitanacie Portu Gdynia, Kapitanacie

Portu Gdańsk, wieży radarowej Górki Zachodnie, latarni morskiej w Krynicy Morskiej);

- systemu automatycznej identyfikacji statków (AIS) w oparciu o stację bazową na latarni morskiej Hel;
- radionamierników RDF (*Radio Direction Finder*) na latarniach Hel i Krynica Morska;
- kamer wizyjnych CCTV (*Closed-circuit television*);
- sensorów hydrometeorologicznych;
- systemu obowiązkowych meldunków z wykorzystaniem VHF.

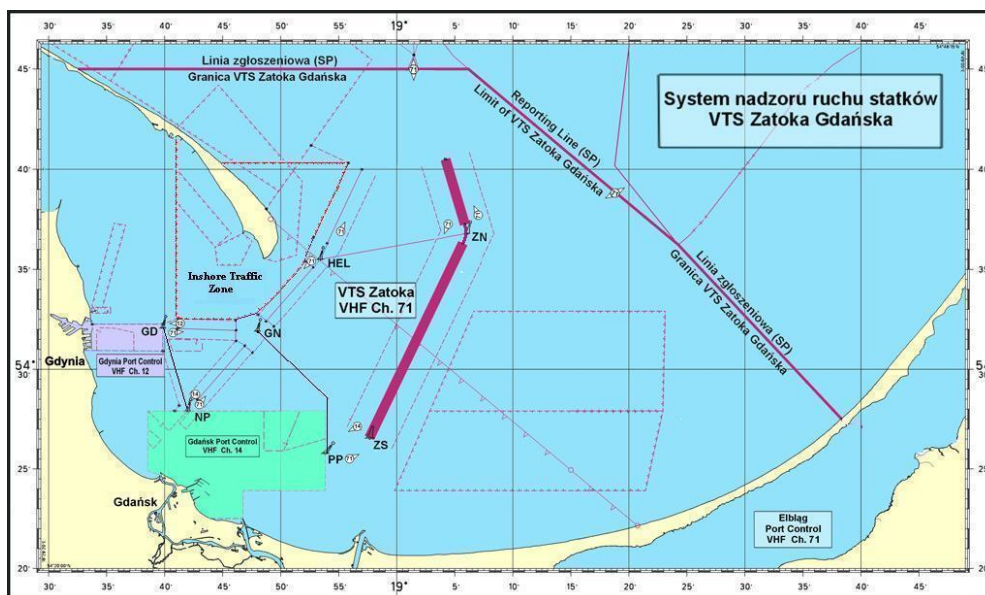
Obszar objęty działaniem systemu VTS Zatoka Gdańska przedstawia rysunek 1. Obejmuje on strefę wyznaczoną przez linie graniczne obowiązkowego systemu zgłaszania statków ‘GDANREP’, określone współrzędnymi geograficznymi (WWW-1):

$$\varphi = 54^{\circ}45,00'N \quad - \quad \lambda = 018^{\circ}32,56'E$$

$$\varphi = 54^{\circ}45,00'N \quad - \quad \lambda = 019^{\circ}06,10'E$$

$$\varphi = 54^{\circ}36,20'N \quad - \quad \lambda = 019^{\circ}24,20'E$$

$$\varphi = 54^{\circ}27,49'N \quad - \quad \lambda = 019^{\circ}38,30'E$$



Rys. 1. Obszar działania systemu VTS Zatoka Gdańska [WWW-1]

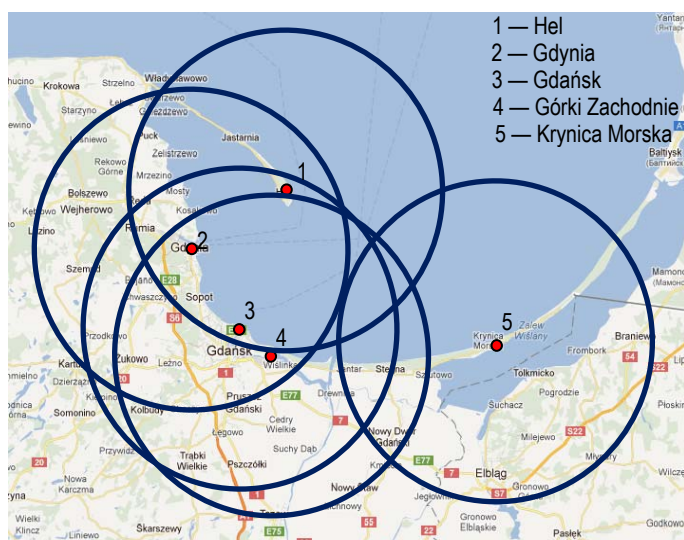
Źródło: opracowanie własne.

Sygnal wizyjny z brzegowych stacji radarowych przekazywany jest do centrum VTS za pomocą rozległej sieci komputerowej typu WAN (*Wide Area Network*). Jest ona podzielona na podsieci, które zlokalizowane są w (WWW-1) Kapitanacie Portu Gdynia, Kapitanacie Portu Gdańsk Port Północny, wieży radarowej w Górkach Zachodnich, latarni morskiej w Krynicy Morskiej, latarni morskiej na Helu. Komunikują się one między sobą za pomocą łącz radiowych i światłowodowych:

Gdynia — Gdańsk Port Północny	> łącze światłowodowe
Gdynia — Hel	> radiolinia
Gdańsk — Krynica Morska	> radiolinia
Gdańsk — Górk Zachodnie	> radiolinia.

## POZYSKIWANIE I MODELOWANIE INFORMACJI NAUTYCZNEJ

Wieże brzegowych stacji radarowych znajdują się w pięciu lokalizacjach przedstawionych wcześniej. Na wszystkich wieżach pracują radary duńskiej firmy Terma. Każdy z obiektów składa się z komory sprzętowej oraz wieży, która stanowi podstawę dla anteny radaru. Antena radaru umieszczona jest na szczycie wieży i obraca się dwadzieścia razy na minutę. Zasięg użyteczny każdego radaru to 30 kilometrów. Rozmieszczenie i zasięgi pracy stacji brzegowych pracujących dla VTS Zatoka Gdańska przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Lokalizacja i zasięgi pracy stacji brzegowych pracujących dla VTS Zatoka Gdańska  
*Źródło: opracowanie własne.*

Każdy radar podłączony jest do procesora zobrazowania video RDP (*Radar Data Procesor*). Sygnał radiolokacyjny analogowy przetwarzany jest przez specjalistyczną kartę do postaci cyfrowej. Następnie przez sieć WAN skompresowany sygnał video przesyłany jest do dwóch centralnych procesorów systemu, które znajdują się w Kapitanacie Portu Gdynia. Poszczególne elementy sieci WAN realizują określone zadania [4].

Podsieć Gdańsk Port Północny i podsieć Krynica Morska w swojej strukturze zawierają po jednej dwustanowiskowej konsoli operatorskiej, procesor zobrazowania sygnału radarowego oraz urządzenia transmisji danych (router, switch, konwertery światłowodowe multiplexer). Konsole operatorskie stanowią komputery PC, bazujące na systemie operacyjnym WINDOWS NT 4. Przeznaczeniem pierwszej jest graficzne wyświetlanie aktualnej sytuacji radarowej, ze wszystkimi informacjami dodatkowymi, oraz prezentacja radionamiarów z podsystemu RDF. Druga jest terminalem bazy danych, na którym wprowadza się wszelkie informacje dotyczące ruchu statków w obszarze działania systemu. Centralny procesor odpowiada za konwersję analogowego sygnału radarowego na postać cyfrową, która przetwarzana jest w centralnych procesorach sygnałowych zlokalizowanych w centrum VTS.

Podsieć Górki Zachodnie i podsieć Hel w swojej strukturze obejmują procesor zobrazowania sygnału radarowego oraz urządzenia transmisji danych (router, hub, konwerter). Procesor dokonuje zamiany sygnału radarowego na postać cyfrową, która po dotarciu do centrum VTS przetwarzana jest w centralnych procesorach sygnałowych.

Podsieć Kapitanat Portu Gdynia/VTS Centrum podzielony jest na dwie części. Pierwsza zawiera jedną dwustanowiskową konsolę operatorską, procesor zobrazowania sygnału radarowego oraz urządzenia transmisji danych (hub). Urządzenia te pełnią taką samą funkcję jak elementy podsieci Gdańsk Port Północny. Druga, zlokalizowana w centrum VTS, składa się z dwóch dwustanowiskowych konsol operatorskich, serwera bazy danych, terminala monitorującego, centralnych procesorów rejestracji danych, terminala odtwarzania danych, procesorów VHF oraz urządzeń transmisji danych (router, switch, konwertery światłowodowe, multiplexer). W skład konsol wchodzi komputery klasy PC, bazujące na systemie operacyjnym WINDOWS NT 4. Przeznaczeniem pierwszych urządzeń jest graficzne wyświetlanie aktualnej sytuacji radarowej, ze wszystkimi informacjami dodatkowymi, oraz prezentacja radionamiarów z podsystemu RDF. Drugie są terminalami bazy danych, na których wprowadza się wszelkie informacje dotyczące ruchu statków w obszarze działania systemu VTS. Dodatkowo wyświetlane są informacje o aktualnej sytuacji hydrometeorologicznej.

Pierwszy centralny procesor działa w trybie aktywnym, drugi w trybie zapasowym. W przypadku uszkodzenia lub wyłączenia poszczególnych funkcji centralnego procesora (pracującego w trybie aktywnym) następuje automatyczne przełączenie na zapasowy procesor, który staje się procesorem aktywnym. Stanowią one podstawowe źródło danych dla stacji operatorskich systemu VTS Zatoka Gdańska i dla systemu radarowego realizują funkcję TPD (*Track Processing and Distribution*). Dane z radarowych stacji brzegowych po obróbce na centralnych procesorach wyświetlane są na stacjach operatorskich VTS Centrum oraz w stacjach Kapitanatu Portu Gdynia i Kapitanatu Portu Gdańsk Port Północny. Uzyskane dane prezentowane są w programie prezentacji graficznej ARAMIS na pierwszym stanowisku operatorskim. Drugie stanowisko prezentuje informację o statkach odbywających podróże w obszarze VTS (*Information Processing System*), moduł obsługi urządzeń łączności radiowej VHF oraz wizualizację wskazań czujników hydrometeorologicznych systemu VTS.

Serwer bazy danych pracuje w środowisku systemu operacyjnego WINDOWS NT4 SERVER. Zainstalowane na nim oprogramowanie firmy ORACLE stanowi platformę dla aplikacji IPS. Terminal pracuje w środowisku systemu operacyjnego UNIX 4.0 i służy do zdalnego administrowania oraz kontroli komputerów znajdujących się w sieci. Pozwala monitorować wszystkie parametry aplikacji uruchomionych na danych komputerach. Centralne procesory pracują pod kontrolą systemu operacyjnego UNIX 5.1. i odpowiadają za łączenie cyfrowych sygnałów wysyłanych przez procesory sygnału radarowego RDP oraz przetwarzanie ich w jednolitą informację radarową. Procesory VHF kontrolują pracę wszystkich stacji VHF/DSC. Procesor służy do rejestrowania wszystkich informacji dostępnych w systemie VTS Zatoka, wyłączając bazę danych ORACLE. Jednocześnie komputer ten przetwarza wszystkie informacje napływające z czujników hydrometeorologicznych.

## **OCENA MOŻLIWOŚCI POPRAWY MODELOWANIA INFORMACJI NAWIGACYJNEJ**

System VTS Zatoka Gdańska w obecnym kształcie działa od 2003 roku i jest okresowo unowocześniany i modernizowany. W ramach swojego funkcjonowania zawiera dodatkowe systemy, takie jak system automatycznej identyfikacji (AIS) oraz system wymiany informacji bezpieczeństwa żeglugi (SWIBŻ). Rozbudowa systemu

VTS Zatoka Gdańska zmierza do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa żeglugi oraz zdolności reagowania w sytuacjach krytycznych na akwenie Zatoki Gdańskiej.

Każdy system wraz z upływem czasu i zmianą regulacji prawnych dotyczących tego typu systemów „starzeje się” i traci swoje zdolności operacyjne. Rozwój technologii sprawia, że do systemu można wprowadzać nowe elementy, które zwiększają jego funkcjonalność i niezawodność. Jednym z takich rozwiązań mogłoby być zastosowanie kamer termowizyjnych jako dodatkowego źródła informacji nawigacyjnej. Dyżurny operator centrum VTS mógłby otrzymywać za pomocą kamer obraz rzeczywisty całego obszaru portu, co pozwoliłoby w wielu przypadkach dokonać właściwej oceny sytuacji nawigacyjnej i trafniejszego wypracowania decyzji dla manewrujących statków.

W wielu dziedzinach związanych z bezpieczeństwem i monitoringiem coraz częściej wykorzystywane są bezzałogowe statki powietrzne. W systemie VTS mogłyby pełnić rolę wielozadaniowych samolotów morskich. Możliwości takich jednostek są nieograniczone i zależą od zastosowanych na pokładzie urządzeń. Dzięki wyposażeniu w nowoczesny radar i system kamer można by kontrolować obszary o dużych promieniach, a montaż odpowiednich czujników pozwoliłby rozróżniać typy statków i realizować zadania z zakresu ochrony środowiska naturalnego akwenów wodnych.

Dodatkowym elementem zwiększającym bezpieczeństwo żeglugi mogłoby być podłączenie do systemu VTS Zatoka Gdańska radarowych stacji brzegowych pracujących w sieci Straży Granicznej. Pozwoliłyby one na zwiększenie zasięgu pracy oraz umożliwiły pracę w tak zwanej „gorącej rezerwie” w przypadku awarii stacji brzegowych VTS Zatoka Gdańska.

Nowatorskim rozwiązaniem byłoby wykorzystanie brzegowych stacji radarowych i radarów na jednostkach pływających, które pracowałyby w ramach interaktywnej sieci radarowej (ISR) [5]. Taką siecią zarządzałyby stacja monitorująca, która zbierałaby informację radiolokacyjną ze wszystkich stacji brzegowych. Dokonywałaby ona sumowania obrazu radarowego przychodzącego jednocześnie ze wszystkich stacji brzegowych oraz jednostek pływających i modelowałaby pozyskane informacje w jeden przestrzenny obraz radarowy przedstawiający sytuację na obszarze działania VTS Zatoka Gdańska, a następnie wysyłałaby taką informację na jednostki pływające w obszarze działania stacji. Zakłada się, że taka interaktywna sieć radarowa mogłaby realizować następujące zadania:

- dystrybuować sygnał radiolokacyjny na jednostki pływające w obszarze działania VTS;
- pozyskiwać obraz radarowy z wielu stacji brzegowych jednocześnie;

- modelować uzyskiwane informacje z kilku radarów w jeden „przestrzenny” obraz echa obiektu na mapach elektronicznych;
- modelować uzyskane informacje w celu ustalenia dokładnej pozycji obiektu na mapie.

Realizacja większości zadań możliwa jest przy zastosowaniu nowoczesnych metod M-estymacji [1, 6] powszechnie stosowanych w geodezji i w zadaniach hydrograficznych wymagających wysokiego poziomu dokładności realizowanych prac.

Taki sposób pozyskiwania i modelowania informacji o obiektach ruchomych może stworzyć nową jakość oceny bezpieczeństwa żeglugi dzięki uzyskaniu pełniejszej i dokładniejszej informacji o ruchu obiektów poruszających się na akwenach objętych monitorowaniem w ramach systemu VTS Zatoka. Stosowanie podstaw teoretycznych oraz modeli funkcjonowania interaktywnych sieci radarowych będzie przedmiotem dalszych badań autorów.

### WNIOSKI

1. Duże natężenie ruchu, skupienie wielkiej liczby jednostek w akwenu oraz inne niebezpieczeństwa nawigacyjne, które stwarzają zagrożenie dla bezpieczeństwa żeglugi, wymagają ciągłego monitorowania obszaru i udoskonalania systemu. Oprócz przepisów prawnych regulujących sprawy bezpieczeństwa żeglugi i porządek na obszarze morskich portów, konieczna jest modernizacja infrastruktury systemów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo na akwenach wodnych.
2. Informacja radiolokacyjna o jednostkach pływających dostarczana jest z każdej stacji brzegowej do centrum VTS, gdzie następuje jej wizualizacja na konsolach operatorskich. Rozwój technologii oraz wymagania bezpieczeństwa żeglugi i ochrony środowiska wymuszają nowe kierunki w procesie przetwarzania informacji nautycznej.
3. Sumowanie sygnałów ze wszystkich dostępnych stacji radiolokacyjnych, modelowanie w jedno zobrazowanie oraz dystrybucja informacji na inne jednostki umożliwi wszystkim użytkownikom systemu VTS Zatoka Gdańska dostęp do pełnej informacji radarowej w obszarze działania systemu, co podniesie poziom bezpieczeństwa i ochrony żeglugi oraz usprawni ruch morski.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Czaplewski K., *Pozycjonowanie z zastosowaniem Interaktywnych Struktur Nawigacyjnych*, AMW, Gdynia 2004.
- [2] Mięsikowski M., Praczyk T., *Estymacja pozycji radarowej obiektu ruchomego na potrzeby służby VTS*, „Zeszyty Naukowe” Akademii Morskiej w Szczecinie, 2005, nr 6.
- [3] Narękwicz M., *Wybrane elementy systemu wspomaganie decyzji centrum lądowego VTS*, „Zeszyty Naukowe” Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie, 2003, nr 70.
- [4] Stupak T., *Data transmission in VTS Zatoka Gdańska*, 5<sup>th</sup> International Conference in Transport Systems Telematics TST '05, „Zeszyty Naukowe” Politechniki Śląskiej, Transport, 2005, z. 59.
- [5] Wąż M., *Synchroniczna sieć radarowa*, „Zeszyty Naukowe” AMW, 2011, nr 186A.
- [6] Wiśniewski Z., *Metody opracowania wyników pomiarów w nawigacji i hydrografii*, AMW, Gdynia 2004.
- [7] WWW 1, <http://www.umgdy.gov.pl> (30.03.2012).

## NAVIGATIONAL INFORMATION ACQUISITION FOR NEEDS OF VTS SYSTEMS

### ABSTRACT

In areas of heavy vessel traffic there exists a serious danger of collision or getting aground. The vessel traffic control system facilitates traffic and improves shipping safety. There is a network of shore-based stations used to properly operate the system. Their signals are used to develop charts of responsibility. This paper presents the up-to-date picture of navigational information acquisition with shore-based stations based on the example of VTS (*Vessel Traffic Service for Gulf of Gdańsk*) Gulf of Gdansk.

Keywords:

navigation, radar navigation, VTS, vessel traffic service.