

JANOWSKI Artur<sup>1</sup>  
 KOWALEWSKI Marek<sup>2</sup>  
 PYRCHLA Jerzy<sup>3</sup>  
 SZULWIC Jakub<sup>3</sup>

## System informacji przestrzennej dla morskich rejonów przybrzeżnych. Logistyka i obronność

### WSTĘP

Dostrzeżenie potrzeby wykorzystania Systemów Informacji Przestrzennej (SIP, ang. *Geographic Information System*) w zarządzaniu np. infrastrukturą portową wydaje się naturalnym kolejnym krokiem rozwoju tej dziedziny. Planowanie zapewnienia bezpieczeństwa na akwenach portowych i przybrzeżnych wymaga korzystania z systemów integrujących informacje nawigacyjne z informacjami geodezyjnymi (w tym georeferencjami w systemie odniesień przestrzennych) i przyrodniczymi. Potrzebę tę wyraźnie widać, gdy przeanalizuje się zadania służb operacyjnych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo w obszarach morskich rejonów przybrzeżnych.

Przykładowe zadania to:

- planowanie użycia i wsparcia operacyjnych sił morskich Marynarki Wojennej,
- analiza i kontrola wyszkolenia sił operacyjnych planowanych do użycia,
- koordynacja działań sił przydzielonych do realizacji przedsięwzięć pokojowych i stabilizacyjnych;
- nadzór nad realizacją zadań z zakresu ratownictwa morskiego,
- współpraca z pozamilitarnymi instytucjami państwa w zakresie reagowania kryzysowego oraz doradztwa dla żeglugi,
- zapewnienie ciągłości działania Systemu Wykrywania Skażeń,
- zabezpieczenie hydrometeorologiczne sił operacyjnych,
- operacyjna kontrola nad realizacją zadań w ramach operacji antyterrorystycznej,
- rozpoczęcie implementacji systemów wspomaganie reagowania kryzysowego,
- wsparcie informacyjne w ćwiczeniach narodowych i międzynarodowych.

Wymienione zadania uwidaczniają, że służby planujące i koordynujące działania operacyjne muszą korzystać z danych pochodzących z systemu ECDIS (ang. *Electronic Chart Display & Information System* tj. system zobrazowania mapy elektronicznej i informacji nawigacyjnej), jak i danych pochodzących z SIP [1-2]. Także w inwestycjach realizowanych w strefie brzegowej morza wymagane jest powiązanie danych z systemów map morskich i lądowych. Zasadniczo prace takie prowadzi się w stosunku do odniesień lądowych [3-4], jednak doświadczenie i konieczność wsparcia dla transportu morskiego i operacji na morzu (tak wojskowych, jak i cywilnych) wskazuje na konieczność integracji danych i efektywnego zarządzania informacją oraz działaniami jej wymagającymi.

### 1 INTEGRACJA MAPY ENC I ORTOFOTOMAPY W SIP

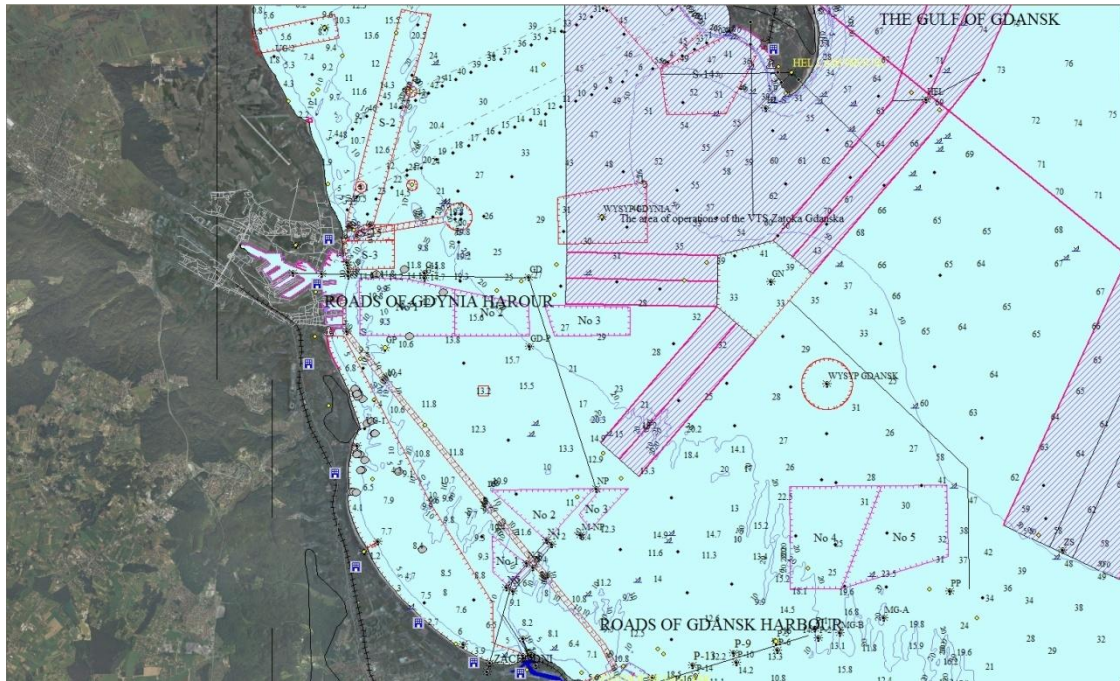
ECDIS to system zobrazowania wektorowego na mapie ENC (ang. *Electronic Navigational Chart* tj. elektroniczna mapa nawigacyjna) lub DNC (ang. *Digital Nautical Chart* tj. cyfrowa mapa nautyczna) [5], który integruje dane dotyczące prędkości jednostki pływającej względem wody oraz systemu odniesień przestrzennych, dane radarowe, identyfikacyjne i wskazuje aktualną pozycję na mapie. Najczęściej jest sprzęgnięty z Automatyczną Identyfikacją Statków (AIS, ang. *Automatic*

<sup>1</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Instytut Geodezji, ul. Oczapowskiego 2, 10-947 Olsztyn

<sup>2</sup> Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii, Zakład Oceanografii Fizycznej, al. Marszałka Józefa Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia

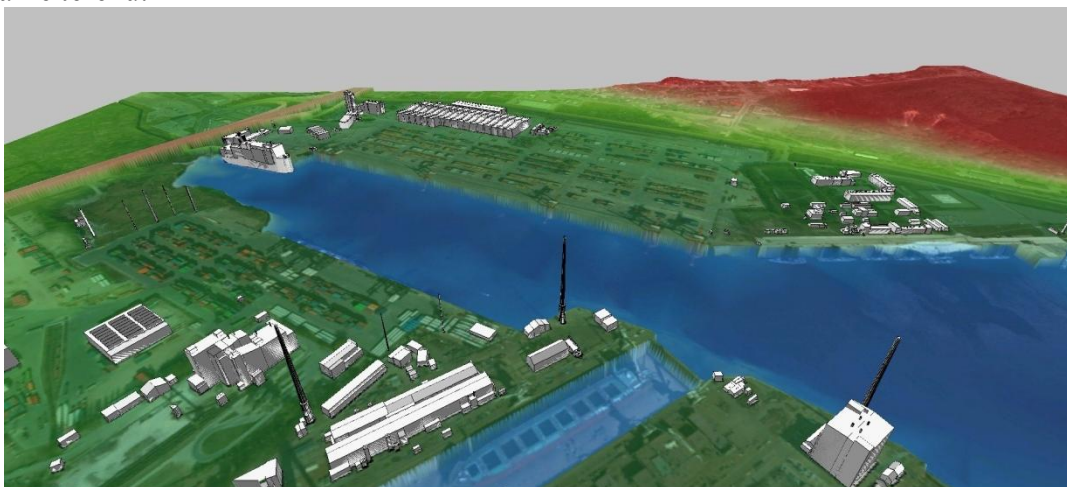
<sup>3</sup> Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Geodezji, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Identification Systems), Radarowym Systemem Antykolizyjnym (ARPA, ang. *Automatic Radar Plotting Aid*), Globalnym System Nawigacji Satelitarnej (GNSS, ang. *Global Navigation Satellite System*). Rozwiązania te powinny w czasie rzeczywistym dostarczać nieprzerwanie informacje o otoczeniu statku dla automatycznego pilota, będąc zabezpieczeniem antykolizyjnym i wejścia na mieliznę. ECDIS ma funkcje aplikacji umożliwiającej aktualne prezentowanie danych ENC/DNC, planowanej trasy żeglugi z jednoczesnym nagrywaniem trasy żeglugi zawierającej datę, czas, pozycję, kierunek i prędkość statku. Na rysunku 1 przedstawiono przykładową integrację ortofotomapy z danymi ENC.



Rys. 1. Przykład integracji mapy ENC i ortofotomapy w SIP.

Strefa przybrzeżna i portowa obszarów morskich charakteryzuje się ogromną ilością geoprzestrzennych danych, dlatego SIP był zawsze uznawany jako integralny komponent w planowaniu i koordynowaniu ochrony przed zagrożeniami (np. wojennymi, terrorystycznymi, naturalnymi) w przybrzeżnej strefie morskiej [6-8]. Integracja danych została przedstawiona na rysunku 1 i 2 [9]; pozwala ona na budowanie modeli przestrzennych uwzględniających infrastrukturę i ukształtowanie terenu.



Rys. 2. Numeryczny model terenu portu Gdynia i uzupełniony ortofotomapą i modelem pokrycia terenu.

Ochrona infrastruktury zlokalizowanej w strefie przybrzeżnej, jak i na brzegu, ma bezpośredni wpływ na efektywność gospodarki morskiej. Szczególne znaczenie ma zabezpieczenie infrastruktury krytycznej, gdyż jej zniszczenie lub uszkodzenie może spowodować szczególne zagrożenie dla

zdrowia ludzi, bezpieczeństwa środowiska i handlu. Za infrastrukturę krytyczną można uznawać: elektrownie i system zaopatrywania w energię elektryczną, stacje nadawcze i węzły komunikacyjne, instytucje opieki medycznej, systemy zaopatrzenia w wodę i oczyszczalnie ścieków, przemysł chemiczny itp. Dzięki możliwości przypisania takim obiektom stopnia ważności w strukturach SIP, zarządzanie nimi staje się łatwiejsze. Dla przewidywania zagrożeń dla infrastruktury przybrzeżnej i handlu morskiego niezbędne są dane odwzorowujące:

- profile plaży, pokrycie terenu przez florę, użytkowanie gruntów; dane takie są pozyskane przez LIDAR (ang. *LightDetection and Ranging*) tj. transportowany drogą lotniczą i trójwymiarowy skaner laserowy, naziemny (ang. *Terrestrial Laser Scanning, TLS*) lub mobilny (ang. *Mobile Laser Scanning, MLS*),
- wszystkie obiekty zlokalizowane z dala od brzegu, w granicach morskich wód przybrzeżnych,
- wszystkie prace inżynierskie w analizowanej przestrzeni,
- warunki oceanograficzne i meteorologiczne.

Należy zauważyć, że źródłem danych są ośrodki badawcze i pomiarowe dysponujące różnicowanymi urządzeniami i standardami ich dystrybucji, stąd powstała koncepcja stworzenia integrującego systemu sieciocentrycznego zbudowanego na platformie SIP [8].

W ostatnim czasie Amerykański Urząd Badań Atmosfery i Oceanów (ang. *National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA*) oficjalnie wybrał system ESRI (ang. *Environmental Systems Research Institute*) do usprawnienia procesu tworzenia map morskich. System, nazwany *Nautical Chart System II (NCS II)* będzie wykorzystywał narzędzia *Production Line Tool Set (PLTS) Nautical Solution* dla ArcGIS, do tworzenia map morskich. Zapewni on całkowite pokrycie mórz mapami NOAA sporządzonymi w formacie odpowiadającym *Electronic Navigational Chart (ENC)*, zgodnie ze standardami S-57 Międzynarodowej Organizacji Hydrograficznej (ang. *International Hydrographic Organization, IHO*).

## 2 WŁĄCZENIE INFORMACJA O ŚRODOWISKU

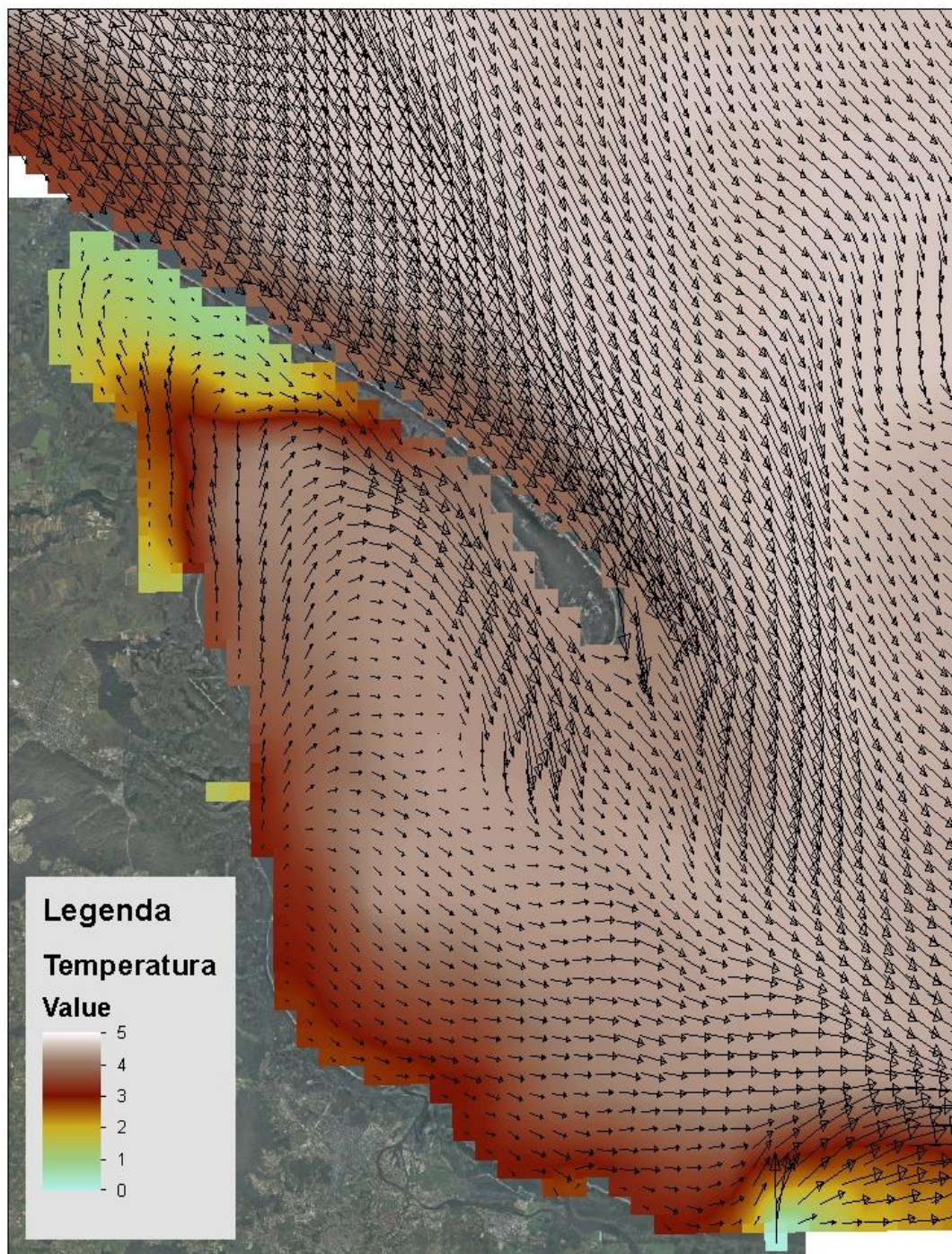
W kontekście użytkowym dla planowania działań w warunkach morskich, ważnym elementem systemu jest znajomość aktualnej oraz krótkookresowej prognozy zmian warunków meteorologicznych i hydrologicznych. Zastosowanie nowoczesnych technik przetwarzania informacji przestrzennych, tj. SIP, pozwala na jego integrację z serwisami morskich prognoz meteorologicznych i hydrodynamicznych, bazujących na nowoczesnych modelach numerycznych: hydrodynamicznych, pogody i falowania. Przykład wizualizacji przedstawiono na rysunku 3 [9].

Modele numeryczne pozwalają na bardziej precyzyjne zobrazowanie warunków środowiskowych w stosunku do tradycyjnych, tekstowych komunikatów meteorologicznych lub hydrologicznych. Umożliwiają ponadto zautomatyzowanie procesu migracji danych do SIP, pozwalając na wizualizację danych hydro-meteorologicznych jako jednej z warstw systemu. Daje to operatorowi systemu możliwość jednoczesnej analizy informacji przestrzennej o położeniu poszczególnych obiektów (stałych i ruchomych) [10] wraz z informacją o warunkach meteorologicznych (np. prędkość wiatru, temperatura powietrza itp.) i hydrodynamicznych (np. wysokość fali, prędkość prądu, temperatura wody, poziom morza, itp.). Zintegrowanie informacji o zmiennym stanie środowiska z danymi względnie stałymi pochodzącymi np. z ortofotomapy przyczyni się do lepszego wspomaganie decyzji w sytuacjach kryzysowych [11].

Począwszy od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku w Instytucie Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego (IOUG) rozwijano szereg prognostycznych modeli numerycznych.

W latach 1992-1993 powstał dwuwymiarowy model transportu zanieczyszczeń [12], który opisywał rozptył azotu i fosforu całkowitego zakładając, iż są to substancje biernie. W latach 1995-1997 powstał trójwymiarowy model hydrodynamiczny (M3D) Zatoki Gdańskiej i Morza Bałtyckiego [13]. Został on uruchomiony operacyjnie najpierw dla Bałtyku i Zatoki Gdańskiej [14], następnie dla Zatoki Pomorskiej i Zalewu Szczecińskiego [15, 16].





Rys. 3. Wizualizacja danych hydrometeorologicznych (temperatura wody, prądy powierzchniowe) zintegrowanych z ortofotomapą w SIP.

W wersji operacyjnej modelu obliczenia przeprowadzane są równoległe dla trzech obszarów o różnych krokach przestrzennych: dla Bałtyku – z krokiem 5 mil morskich, Zatoki Gdańskiej – z krokiem 1 mili morskiej oraz dla Zatoki Pomorskiej i dla Zalewu Szczecińskiego do Polic – z krokiem 0,5 mili morskiej [17]. Obliczenia w omawianych obszarach odbywają się równoległe, a wymiana informacji na wspólnej granicy odbywa się na każdym kroku czasowym [18]. W pionie zastosowano podział na 18 warstw o nieregularnej grubości. W celu lepszego odwzorowania powierzchniowej przydennej warstwy przyściennej zastosowano tam warstwy o mniejszej grubości niż pozostałe. Model uwzględnia średnie miesięczne dopływy ze 168 największych rzek zlewni Bałtyku z okresu 1990-2000 r.



Połączenie danych hydrometeorologicznych z ortofotomapą i mapą nawigacyjną w SIP wpisują się w priorytetowe kierunki badań naukowych. Dotyczą one obszaru technologicznego związanego z rozszerzeniem sfery bezpieczeństwa morskiego państwa o sferę bezpieczeństwa publicznego w zakresie transportu ładunków i pasażerów. Opracowywane środowisko pozwala analizować między innymi takie zagadnienia, jak:

- rozwój metod wspomaganie dowodzenia ochroną portu,
- optymalizacja pozyskiwania i dystrybucji informacji podczas działań prewencyjnych oraz w ramach zarządzania kryzysowego w rejonie Zatoki Gdańskiej,
- budowa i badania systemu informacji geograficznej jako zaplecza decyzyjnego,
- budowa i badania morskiego sieciocentrycznego systemu informacji geograficznej,

w tym:

- a) integracja systemów,
- b) planowanie misji,
- c) systemy rozpoznania środowiska.

### 3 MAPA ZINTEGROWANA DLA LOGISTYKI DZIAŁAŃ PRZYBRZEŻNYCH

Złożoność problemów i mnogość czynników, które należy uwzględnić w czasie działań w morskiej strefie przybrzeżnej powodują, że tworzenie zintegrowanego systemu wymaga jednoczesnego opracowania i wdrożenia nowoczesnych narzędzi informatycznego wsparcia procesu dowodzenia, w tym logistyki działań morskich. W odniesieniu do operacyjno-taktycznych aspektów systemu oznaczałoby to między innymi ułatwienie dostępu do wszelkich niezbędnych danych i informacji osobom odpowiedzialnym za poszczególne zadania oraz o usprawnienie przepływu i synchronizację informacji między poszczególnymi systemami. Ponadto, w związku z niejawnym charakterem danych wykorzystywanych przy planowaniu działań oraz informacji przekazywanych pomiędzy jednostką a stanowiskiem kierowania, zintegrowany system musi zapewniać ochronę danych niejawnych, zapewniając dostęp do nich tylko osobom dysponującym odpowiednimi uprawnieniami.

Powyższe dwie przeciwstawne potrzeby wymagają dużej skrupulatności, precyzji podczas realizacji projektu, by uczynić narzędzia wsparcia informatycznego – zwłaszcza bazy danych i systemy komunikacji – z jednej strony otwartymi i elastycznymi, a z drugiej zaś bezpiecznymi. Wymusza to zastosowania odpowiednich nowoczesnych technologii informatycznych, uwzględniających konieczność przesyłania informacji.

Tendencja łączenia elementów w większe całości nie dotyczy tylko i wyłącznie systemów dowodzenia. Charakterystycznym zjawiskiem w produkcji zbrojeniowej stało się wiązanie zamówień na tzw. usługi kompleksowe. Firma przemysłowa nie oddaje do eksploatacji pojedynczego systemu, który wkomponowywany jest do całości platformy, ale traktuje zamówienie jako całość. Żmudny proces uzyskania kompatybilności systemów realizowany jest od fazy projektowej do fazy wykonawczej pod jednym kierunkiem i przez cały czas budowy w powiązaniu z realizacją innych systemów w sieci. Innym charakterystycznym dla produkcji zbrojeniowej elementem jest stosowanie gotowych technologii rozwiniętych dla innych (cywilnych) zastosowań. Jest również normalną praktyką, że używane w siłach zbrojnych cząstkowe systemy lub techniki (np. TDL ang. *Tactical Data Link*, CEC, ang. *Co-operative Engagement Capability*) znajdują zastosowanie w bardziej rozwiniętych technologiach. Istotą systemów TDL jest tzw. *Track-Management* czyli prosta wymiana, a raczej udostępnianie danych o tzw. *tracks* (celach). W przypadku CEC chodzi o nowe możliwości wymiany obrazu sytuacji, gdzie celem nadrzędnym jest uzyskanie w zespole okrętów (ang. *Task Force*) wspólnego i identycznego np. obrazu sytuacji powietrznej potrzebnego do użycia wszystkich systemów uzbrojenia [19]. Jest to więc coś więcej niż TDL, ponieważ wszystkie okręty zespołu dysponują takim samym obrazem sytuacji. Uzyskiwane to jest poprzez wymianę danych z sensorów. Wszystkie one pracują we wspólnej sieci. Wymiana tych „surowych” danych następuje w czasie poniżej sekundy, a więc w przybliżeniu w czasie rzeczywistym (ang. *near real time*). Reasumując, obydwie procedury tj. CEC (jest ona w swej istocie procedurą pierwotną w



stosunku do *Track-Management*) i TDL dotyczą automatyzacji użycia uzbrojenia oraz uzyskiwania obrazu sytuacji taktycznej. Kolejnym krokiem (rozszerzeniem) w kierunku rozwinięcia sieci powiązań jest automatyzacja procesu dowodzenia i przekazywania informacji na szczeblu operacyjnym dla uzyskania operacyjno-strategicznego obrazu sytuacji w trakcie realizacji zadań operacyjnych i strategicznych [8].

Organizowany ze względu na swoją specyfikę system ochrony i obrony wybrzeża, jednostek pływających w jego pobliżu, jak również znajdującej się na wybrzeżu (portowej) infrastruktury krytycznej wydaje się być najbardziej podatnym i jednocześnie wymagającym implementacji struktur sieciocentrycznych.

Z samej swojej istoty system ten stanowił powiązania systemów na długo przed tym, jak pojawiło się pojęcie NCW (ang. *Network Centric Warfare* tj. sieciocentryczne działania wojenne). Z drugiej strony jego kompleksowość sprawiła, że do tej pory specjaliści zadają sobie pytanie: „Czy ten system systemów powstał?”. Jednocześnie złożoność ww. systemu sprawia, że wskazanym było by szukanie rozwiązań częściowych (dla jego elementów strukturalnych). Bazując na bogatych doświadczeniach krajów sąsiadujących z Polską i ich rozwiązaniach regionalnych można stworzyć zaczątki sieci powiązań. W tym aspekcie system wymiany informacji geograficznej wydaje się być elementem najbardziej dojrzałym do prób implementacji sieciocentryczności na gruncie polskim.

## WNIOSKI

Polskie interesy bezpieczeństwa mają również wymiar morski. Gospodarka morska może zaoferować polskiej polityce wiele opcji działania. Nie będąc potęgą morską Polska możewnieść wkład do europejskiej i atlantyckiej potęgi morskiej. Warunkiem jednakże wnoszenia tego udziału jest osiągnięcie zbalansowanego potencjału, adekwatnego do wymiaru polskich sił morskich oraz wprowadzenie technik sieciocentrycznych. Trzeba jednakże stwierdzić, że literatura specjalistyczna, jaka jest poświęcona uwzględnianiu informacji przestrzennej w trakcie planowania ochrony portów, jest znikoma i nie dotyczy warunków nawigacyjnych Morza Bałtyckiego.

Właściwym sposobem radzenia sobie z brakiem map integrujących przestrzenne dane środowiskowe w procesie planowania działań operacyjnych w rejonie wód przybrzeżnych jest usieciwienie sposobów powiązania informacji. Przedstawiony sposób można z powodzeniem wykorzystać dla stworzenia podstaw planowania ochrony portu poprzez uzupełnianie map elektronicznych o dane środowiskowe. Uzyskana tym sposobem platforma sieciocentryczna pozwala również na jej wykorzystanie do symulowania działań.

### Streszczenie

*Autorzy wskazują na możliwość poprawienia jakości zarządzania decyzjami oraz dowodzeniem na wypadek działań wojennych lub wypadków morskich poprzez jednoznaczne i metodyczne połączenie cyfrowych map morskich wykonanych w standardzie ENC/S-57 i DNC/VPF oraz danych z zasobu geodezyjnego dotyczącego obszaru lądowego. Aktualnie nie funkcjonuje w Polsce system informacji przestrzennej obejmujący polskie wybrzeże, który mógłby zostać wykorzystany do zarządzania działaniami morskimi w odniesieniu do dokładności i skali przypisywanej systemom informacji przestrzennej. Wydaje się zasadne szybkie wsparcie merytoryczne połączone ze współpracą ośrodków wojskowych i cywilnych nad wdrożeniem systemu zarządzania i dowodzenia, opartego na integracji powszechnie dostępnych danych fotogrametrycznych (np. ortofotomap, opracowań ze skaningu mobilnego i naziemnego oraz bazy infrastruktury).*

*Autorzy w artykule wskazują koncepcję. Artykuł jest swoistą zapowiedzią monografii autorskiej obejmującej Sieciocentryczny System Informacji Geograficznej Zatoki Gdańskiej do wspomagania działań operacyjnych morskich służb państwowych.*

## Spatial information system for marine coastal areas. Logistics and defense

### Abstract

*The authors indicate the possibility of improving the quality of managing decisions and commanding in case of war or marine accidents by clear and methodical combination of digital nautical charts prepared in ENC/S-57 and DNC/VPF standard and data from the geodetic source concerning the land area. Currently, in Poland*



*there is no functioning system of spatial information covering the Polish coast, which could be used for the management of marine actions in terms of accuracy and scale attributed to spatial information systems. It seems reasonable the fast professional support combined with the cooperation of military and civilian centers over the implementation of the management and command system, based on the integration of commonly available photogrammetric data (e.g. orthophoto maps, studies of the mobile and terrestrial scanning the infrastructure database).*

*The authors of the article suggest the concept. The article is a kind of the announcement of monographs covering The Network-Centric System of Geographic Information of the Zatoka Gdańska aimed at the support of marine operations of state services.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Pyrchla J.: Wpływ danych geoinformatycznych na planowanie akcji ratowniczych w polskiej strefie SAR. Roczniki Geomatyki, Tom VIII, Zeszyt 1, s. 91-102, Warszawa, 2010.
2. Pyrchla J., Zieliński M.: Morski sieciowy system informacji geograficznej jako element ochrony portowej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 24, s. 323-332, ISBN 978-83-61576-22-8, 2012.
3. Janowski A., Szulwic J.: Numeryczny Model Terenu Mierzei Wiślanej i dna morskiego-opracowanie autorskiej aplikacji. Zeszyty Naukowe Wydziału ETI Politechniki Gdańskiej. Technologie Informacyjne 16, s. 335-340, 2008.
4. Janowski A., Szulwic J.: Photogrammetric and computerized report on site model in feasibility study of navigability channel on Vistula Spit. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 17(5a), s. 52-57, 01/2008.
5. Pietrzak S.: Porównanie cyfrowych map morskich wykonanych w standardzie ENC/S-57 i DNC/VPF w kontekście ich wykorzystania w systemach ECDIS. Przegląd Hydrograficzny, Vol. 5, 2008.
6. Pyrchla J., Przyborski M.: Fuzja systemów ECDIS i GIS na terenach portów. Roczniki Geomatyki Tom IX, Zeszyt 1, Warszawa. 115-120, 2011.
7. Serafin M., Przyborski M., Pyrchla J., Janowski A.: Rola GIS w badaniach środowiska morskiego. Logistyka, ISSN 1231-5478, 3/2014.
8. Stateczny A., Bodus-Olkowska I., Włodarczyk-Sielicka M., Zaniewicz G.: Aspekty opracowania precyzyjnych elektronicznych map nawigacyjnych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 23, s. 387-396, ISSN 2083-2214, ISBN 978-83-61576-19-8, 2012.
9. Kowalewski M., Przyborski M., Pyrchla J., Siedlik J., Leyk M., Zieliński M.: Sieciowy System Informacji Geograficznej Zatoki Gdańskiej wspomaganie działań operacyjnych morskich służb państwowych. ISBN 978-83-934609-8-4 (w druku), Gdańsk, 2014.
10. Pyrchla J.: Geoinformacja a ratownictwo morskie w świetle badań dryfu małych obiektów w rejonie Bałtyku Południowego, V Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Geoinformacja obrazowa w świetle aktualnych potrzeb”, Międzyzdroje, 15-17.10.2008, Vol. 18, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, s. 2008.
11. Pyrchla J.: Zastosowanie teorii zbiorów rozmytych do reprezentacji informacji wzrokowych wspomagających lokalizację obiektów na powierzchni morza. Rozprawy, Monografie, Tom 184, ISSN 0867-6631, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008.
12. Jędrasik J., Kowalewski M.: Transport model of pollutants in Gdansk Bay. Stud. i Mater.; Oceanol., 64 (3), s. 61-75, 1993.
13. Kowalewski M.: A three-dimensional, hydrodynamic model of the Gulf of Gdańsk; Oceanol. Stud., Vol. 26 (4); 77-98, 1997.
14. Kowalewski M.: An operational hydrodynamic model of the Gulf of Gdańsk, in Research works based on the ICM's UMPL numerical prediction system results, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, s. 109-119, 2002.
15. Kowalewska-Kalkowska H., Kowalewski M.: Operational hydrodynamic model for forecasting of extreme Hydrological events in the Oder Estuary, Nordic Hydrology, Vol. 36(4), s. 411-422, 2005



16. Kowalewski M., Kowalewska-Kalkowska H.: Performance of operationally calculated hydrodynamic forecasts during storm surges in the Pomeranian Bay and Szczecin Lagoon, *Boreal Environment Research*, Res. 16 (suppl. A), s. 27-41, 2011.
17. Pyrchla J., Kowalewski M.: Dokładność przestrzennych danych z hydrodynamicznych modeli Bałtyku a bezpieczeństwo w polskim rejonie odpowiedzialności SAR, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 19, s. 373-385, ISBN 978-83-61576-09-9, 2009.
18. Kowalewska-Kalkowska H., Kowalewski M.: Hydrological forecasting in the Oder Estuary using a three-dimensional hydrodynamic model, *Hydrobiologia*, Vol. 554(1), s. 47-55, 2006.
19. Zieliński M.: Cooperative Engagement Capability(CEC), a obrona zespołu okrętów. Materiały z XI Konferencji nt.: Automatyzacja dowodzenia, Pieczyska 24-26 września 2003.

