

Zdzisław Kopacz

Wacław Morgaś

Józef Urbański

Akademia Marynarki Wojennej

INFRASTRUKTURA NAWIGACYJNA. JEJ RODZAJE, KRYTERIA OCENY ORAZ ZASADY PROJEKTOWANIA

STRESZCZENIE

W artykule, stanowiącym element realizacji projektu badawczego pt. „Badanie Infrastruktury Nawigacyjnej w Funkcji Zarządzania Bezpieczeństwem Morskim i Ochrona na Południowym Bałtyku”, podjęto próbę zdefiniowania infrastruktury nawigacyjnej, jej rodzajów, kryteriów oceny oraz podstawowych zasad jej projektowania. Autorzy starali się uwzględnić w artykule wszystkie zasadnicze wymagania dotyczące bezpieczeństwa morskiego i ochrony antyterrorystycznej zawarte w międzynarodowych, ponadregionalnych (UE) i regionalnych (dot. Morza Bałtyckiego) aktach prawnych oraz deklaracji kopenhaskiej.

Słowa kluczowe:

infrastruktura nawigacyjna, kryteria oceny infrastruktury nawigacyjnej, projektowanie infrastruktury nawigacyjnej.

WSTĘP

Infrastruktura nawigacyjna to zbiór podstawowych, trwałych i odpowiednio rozmieszczonych obiektów i systemów nawigacyjnych niezbędnych dla zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa morskiego i ochrony antyterrorystycznej żeglugi [7].

Infrastruktura nawigacyjna rozkwitała równocześnie z rozwojem żeglugi. Także rozwój nauki i postęp technologiczny, szczególnie intensywny w ciągu ostatniego półwiecza, nie pozostaje bez wpływu na jej doskonalenie.

Głównym czynnikiem „wymuszającym” rozwój i doskonalenie infrastruktury nawigacyjnej jest jednak stały rozwój żeglugi, a obecnie również intensywny rozwój przewozu ładunków niebezpiecznych stanowiących olbrzymie potencjalne zagrożenie dla środowiska morskiego. Nowym, bardzo istotnym czynnikiem, motywującym, a nawet wymuszającym dalszy szybki rozwój infrastruktury nawigacyjnej, jest terroryzm morski. Wszystkie te czynniki powodują szczególny rozwój i doskonalenie tych rodzajów infrastruktury, które są niezbędne dla monitorowania ruchu statków, informacji i wsparcia nawigacyjnego.

W niniejszym artykule infrastruktura nawigacyjna jest analizowana w funkcji zarządzania bezpieczeństwem morskim i ochroną antyterrorystyczną żeglugi. Stąd konieczność zdefiniowania, co jest przedmiotem „zarządzania bezpieczeństwem morskim i ochroną”.

Pojęcie „zarządzanie” jest rozumiane jako oddziaływanie, tj. wpływanie na zachowanie, działanie oraz przebieg procesów ekonomicznych, społecznych itp. w celu uzyskiwania pożądaných wyników. Zarządzanie jest bliskoznaczne pojęciom „kierowanie”, „kontrolowanie”, „dowodzenie” itp., i bardzo często pojęcia te stosowane są zamiennie.

Zarządzanie obejmuje zwykle realizację następujących zadań:

- monitorowanie sytuacji;
- analizowanie wyników;
- wybór najbardziej odpowiednich sposobów (opcji) wpływania na przebieg działań (zachowań, realizację procesów itp.);
- realizowanie wybranych opcji wpływania na przebieg procesów.

Pojęcie „zarządzanie bezpieczeństwem morskim w oparciu o infrastrukturę nawigacyjną” jest to takie oddziaływanie na składniki systemu bezpieczeństwa morskiego i ochrony, funkcjonujące w oparciu o infrastrukturę nawigacyjną, aby utrzymać stopień zagrożeń dla ludzi, mienia i środowiska morskiego na akceptowalnym poziomie.

PODSTAWOWE RODZAJE INFRASTRUKTURY NAWIGACYJNEJ

Podział infrastruktury nawigacyjnej na jej rodzaje i ich elementy, z uwzględnieniem realizowanych funkcji, został przedstawiony w tabeli 1.

Tabela 1. Infrastruktura nawigacyjna, jej rodzaje i elementy

Infrastruktura batymetryczna		Infrastruktura sygnalizacyjno-ostrzegawcza oraz wizualnego pozycjonowania	Infrastruktura radionawigacyjnego pozycjonowania		Infrastruktura monitoringu ruchu statków, informacji i wsparcia nawigacyjnego	
Linieowe elementy infrastruktury	Obszarowe elementy infrastruktury		Infrastruktura naziemna	Infrastruktura kosmiczna	Infrastruktura wsparcia nawigacyjnego	Infrastruktura monitoringu ruchu statków i informacji
tory wodne	redy	stałe znaki sygnalizacyjno-ostrzegawcze	lokalne satelitarne systemy augmentacyjne, jak system DGPS	system GPS	systemy VTS	systemy automatycznej identyfikacji (AIS) systemy monitoringu i doradztwa
trasy głębokowodne	kotwicowiska	pływające oznakowanie nawigacyjne	radionawigacyjne systemy bliskiego zasięgu itp.	system GLONASS	systemy nawigacyjnej obsługi portów i przystani (pilotaż i nadzór nad ruchem w portach itp.)	
systemy rozgraniczenia ruchu itp.	obrotnice miejsca schronienia uszkodzonych tankowców itp.	latarnie morskie nabieżniki itp.		system GALILEO regionalne satelitarne systemy pozycjonowania, jak system EGNOS itp.		systemy wykrywania i śledzenia dalekiego zasięgu LRIT (w procesie powstawania – 2006) itp.

W odniesieniu do infrastruktury nawigacyjnej przyjęto następującą klasyfikację i odpowiadający jej system pojęć.

Infrastruktura nawigacyjna dzieli się na rodzaje. Każdy z nich spełnia określoną funkcję wyrażoną nazwą danego rodzaju infrastruktury. Wyróżnia się następujące rodzaje infrastruktury nawigacyjnej (por. tabela 1.):

- batymetryczną;
- sygnalizacyjno-ostrzegawczą i wizualnego pozycjonowania;
- radionawigacyjnego pozycjonowania;
- monitoringu ruchu statków, informacji i wsparcia nawigacyjnego.

Każdy rodzaj infrastruktury nawigacyjnej dzieli się na elementy infrastruktury, a każdy element może mieć postać:

- obiektu infrastruktury nawigacyjnej;
- systemu infrastruktury nawigacyjnej.

Obiekt infrastruktury nawigacyjnej to prosty element, na przykład: stały znak sygnalizacyjno-ostrzegawczy, pława, latarnia morska czy też obiekt infrastruktury batymetrycznej (tor wodny, obrotnica itp.). Obiekty infrastruktury nawigacyjnej mogą tworzyć systemy infrastruktury nawigacyjnej.

Systemy infrastruktury nawigacyjnej występują w jednej z trzech następujących postaci:

- zbioru jednakowych lub zbliżonych obiektów infrastruktury nawigacyjnej (system oznakowania nawigacyjnego, system rozgraniczenia ruchu, system nabieżników itp.);
- systemu technicznej infrastruktury nawigacyjnej (systemy radionawigacyjnego pozycjonowania, systemy AIS, systemy monitoringu radarowego itp.);
- systemu zarządzania, jak systemy VTS, informacji i doradztwa, itp.

Każdy system zarządzania składa się z trzech następujących części:

- technicznych systemów infrastruktury nawigacyjnej;
- operatorów systemu;
- procedur realizacji poszczególnych zadań systemu (serwisów świadczonych przez system zarządzania).

Infrastruktura nawigacyjna, a ściślej jej elementy, są odpowiednio rozmieszczone na obszarach morskich dostępnych dla żeglugi (pływania okrętów, statków, jednostek rybackich, sportowych, turystycznych itp.).

Obszary morskie przyjęto dzielić na trzy ich rodzaje, a mianowicie:

- pełne morze;
- akweny przybrzeżne;
- podejścia i wejścia do portów.

Chociaż powyższy podział jest nadal oficjalnie uznawany, to autorzy sądzą, że znacznie się zdezaktualizował i dziś ma on mniejsze znaczenie niż miał w przeszłości.

Rzeczywisty podział obszarów morskich pod względem nawigacyjnym, który się utrwała, musi brać pod uwagę nie tylko dokładność pozycjonowania, która przestała być problemem, ale przede wszystkim rodzaje i poziom zagrożeń na morzu będących rezultatem:

- wzrostu gęstości ruchu;
- wzrostu intensywności przewozu ładunków niebezpiecznych, co stanowi bardzo duże zagrożenie dla środowiska;
- wzrostu zagrożeń ze strony terroryzmu morskiego.

Powyższe spowodowało odmienny podział obszarów morskich pod względem nawigacyjnym na [15]:

1. Wszystkie nawigacyjnie dostępne obszary morskie, w których okręty i jednostki morskie mają możliwość prowadzenia nawigacji w sposób całkowicie autonomiczny, tj. tylko w oparciu o standardową infrastrukturę nawigacyjną. Taki proces prowadzenia nawigacji nazywany jest standardowym procesem nawigacyjnym. Możliwość prowadzenia okrętów i małych jednostek w oparciu o standardowy proces nawigacyjny powinna być zapewniana we wszystkich nawigacyjnie dostępnych obszarach morskich.
2. Obszary morskie o dużej gęstości ruchu, co skutkuje zwiększoną liczbą kolizji, wejść na mieliznę, kontaktów z przeszkodą itp., ale szczególnie obszary o bardzo dużym zagrożeniu dla środowiska ze strony tankowców przewożących ładunki niebezpieczne. W celu zmniejszenia wspomnianych zagrożeń powstały nadbrzeżne systemy nadzoru i kontroli ruchu, tj. systemy VTS. Ukształtowały się więc obszary morskie, w których standardowy proces prowadzenia nawigacji musi być wspierany przez nadbrzeżne systemy zarządzania ruchem, tj. przez systemy wsparcia nawigacyjnego, czyli VTS. Powyższe akweny morskie nazywane są „akwenami wsparcia nawigacyjnego”. Zalicza się do nich podejścia i wejścia do portów oraz akweny ścięśnione lub ograniczone pod względem nawigacyjnym.

Ukształtował się, i nadal kształtuje, podział obszarów morskich pod względem nawigacyjnym na dwa podstawowe rodzaje:

- obszary autonomiczne pod względem nawigacyjnym;
- obszary wsparcia nawigacyjnego.

Należy nadmienić, że zagrożenia powodowane intensyfikacją przewozów ładunków niebezpiecznych, a szczególnie zagrożenia ze strony terroryzmu morskiego, spowodowały konieczność monitorowania ruchu wzdłuż całego wybrzeża. Trzeba też podkreślić, że monitorowanie ruchu nie ogranicza się tylko do obszarów przybrzeżnych, a obejmuje coraz większe obszary morskie. W niedalekiej przyszłości wszystkie obszary morskie będą monitorowane za pomocą „systemów wykrywania i śledzenia dalekiego zasięgu”.

Zwiększające się zagrożenie bezpieczeństwa morskiego, powodowane intensywnym rozwojem przewozu ładunków niebezpiecznych, a zwłaszcza pojawienie się bardzo dużego zagrożenia dla żeglugi ze strony terroryzmu morskiego spowodowało, że podział obszarów morskich pod względem nawigacyjnym na obszary:

- autonomiczne po względem nawigacyjnym;
- wsparcia nawigacyjnego

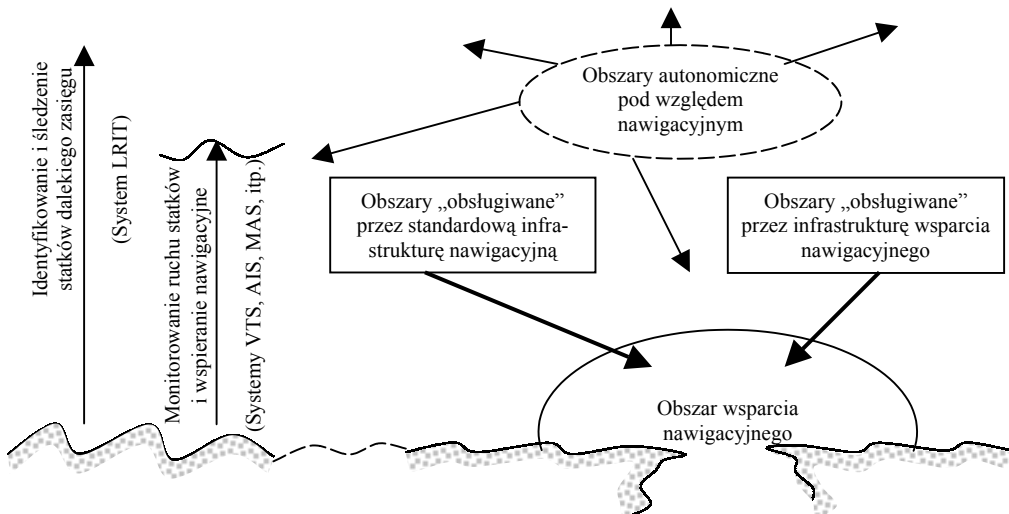
nakłada się nowy podział, ze względu na bezpieczeństwo przewozu ładunków niebezpiecznych oraz zagrożenie terrorystyczne, na:

- obszary nadbrzeżnego monitoringu ruchu statków, informacji i doradztwa [14];
- obszary dalekiego zasięgu monitoringu ruchu statków.

Biorąc pod uwagę powyższe, można stwierdzić, że infrastrukturę nawigacyjną, uwzględniającą istnienie dwóch różnych obszarów morskich ze względu na trudności realizacji procesu nawigacyjnego oraz dwóch obszarów ze względu na zasięg monitoringu ruchu statków – można podzielić na trzy następujące rodzaje, a mianowicie:

- infrastrukturę standardową;
- infrastrukturę wsparcia nawigacyjnego;
- infrastrukturę monitoringu ruchu statków, informacji i doradztwa.

Na rysunku 1. przedstawiono obszary „obsługiwane” przez powyższe rodzaje infrastruktury nawigacyjnej.



Rys. 1. Ilustracja obszarów morskich „obsługiwanych” przez standardową infrastrukturę nawigacyjną i przez infrastrukturę wsparcia nawigacyjnego, identyfikacji i śledzenia

W tabeli 2. zilustrowane zostały zależności pomiędzy podstawowymi rodzajami infrastruktury nawigacyjnej, przedstawionej w tabeli 1., oraz rodzajami infrastruktury nawigacyjnej w funkcji obsługiwanych przez nie obszarów morskich, przedstawionych na rysunku 1.

Tabela 2. Podział infrastruktury nawigacyjnej z punktu widzenia obsługi obszarów morskich różnych pod względem prowadzenia nawigacji oraz rodzaje infrastruktury monitoringu ruchu statków i informacji

Standardowa infrastruktura nawigacyjna (infrastruktura obszarów morskich autonomicznych pod względem nawigacyjnym) Infrastruktura standardowego procesu nawigacyjnego			Infrastruktura wsparcia nawigacyjnego	Infrastruktura monitorowania ruchu statków i informacji
Infrastruktura batymetryczna	Infrastruktura sygnalizacyjno-ostrzegawcza i wizualnego pozycjonowania	Infrastruktura radionawigacyjnego pozycjonowania	systemy VTS system nawigacyjnej obsługi portów i przybrzeżnia	systemy automatycznej identyfikacji statków (AIS) systemy monitoringu, informacji i doradztwa (MAS) system wykrywania i śledzenia dalekiego zasięgu (w procesie powstawania)
Infrastruktura obszarów wsparcia nawigacyjnego (infrastruktura obszarów morskich wspieranych nawigacyjnie) (infrastruktura wspomaganego procesu nawigacyjnego)				

Na podstawie tabeli 2. można stwierdzić, co następuje:

1. Standardowa infrastruktura nawigacyjna to:
 - infrastruktura batymetryczna;
 - infrastruktura sygnalizacyjno-ostrzegawcza oraz wizualnego pozycjonowania;
 - infrastruktura radionawigacyjnego pozycjonowania.
2. Infrastruktura obszarów wsparcia nawigacyjnego to:
 - standardowa infrastruktura nawigacyjna;
 - infrastruktura wsparcia nawigacyjnego.
3. Infrastruktura monitoringu ruchu statków i informacji to:
 - system monitoringu, informacji i doradztwa (VTS, AIS, MAS);

- system antyterrorystycznej ochrony statków i urzędów portowych;
- system wykrywania i śledzenia dalekiego zasięgu (w procesie powstawania).

Należy w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że infrastruktura monitoringu ruchu statków, informacji i wsparcia nawigacyjnego realizuje nie jedno, lecz cztery zadania, a mianowicie:

- stanowi podstawowy element ochrony antyterrorystycznej żegluga;
- istotnie zmniejsza zagrożenie dla środowiska morskiego powodowanego intensyfikacją przewozu ładunków niebezpiecznych;
- znacznie ułatwia poszukiwanie i ratownictwo ludzi i mienia na morzu (realizacja serwisu SAR oraz serwisu ratownictwa mienia);
- wspiera, pod względem informacji i doradztwa, zarządzanie ruchem statków w obszarach ścieśnionych i ograniczonych.

ZASADY I KRYTERIA OCENY INFRASTRUKTURY NAWIGACYJNEJ

Przedstawienie zagadnień określonych tym tytułem rozpoczniemy od przypomnienia klasyfikacji infrastruktury nawigacyjnej i odpowiadających jej pojęć oraz od zdefiniowania podstawowych terminów stosowanych w tej części opracowania, tj. „kryterium” i „oceny”.

Zgodnie z przyjętą klasyfikacją każdy rodzaj infrastruktury przedstawiony w tabeli 1. dzieli się na elementy. Z kolei element infrastruktury nawigacyjnej to obiekt tej infrastruktury lub system infrastruktury nawigacyjnej, przy czym rozróżnia się trzy podstawowe rodzaje tych systemów.

Pod pojęciem „kryterium” rozumiemy: miernik wielkości lub wartości, standard itp., tj. każdą przyjętą miarę oceny odnoszącą się do infrastruktury nawigacyjnej.

Pod pojęciem „ocena” rozumiemy: opinię, zdanie, oszacowanie oraz sąd wartościujący, tj. sąd o wielkości, wartości lub przydatności obiektu, systemu, procedury, procesu nawigacyjnego, zwłaszcza odnoszącego się do infrastruktury nawigacyjnej.

Istnieją dwa podstawowe rodzaje oceny infrastruktury nawigacyjnej, a mianowicie:

1. Ocena jakości realizacji funkcji właściwych elementom (obiektom, systemom) poszczególnych rodzajów infrastruktury nawigacyjnej. Stosowane do tego celu

miary oceny, tj. kryteria oceny, umożliwiają porównanie jakości podobnych elementów infrastruktury nawigacyjnej, np. różnych torów wodnych, różnych znaków pływającego oznakowania nawigacyjnego, różnych systemów pozycjonowania itp.

2. Ocena poszczególnych rodzajów i elementów infrastruktury z punktu widzenia ich jakości i udziału w zarządzaniu bezpieczeństwem morskim oraz ochroną antyterrorystyczną żeglugi, co jest przedmiotem realizowanego projektu badawczego. Stosowane w tym celu miary oceny, tj. kryteria oceny, muszą umożliwiać porównywanie różnych rodzajów infrastruktury między sobą, w tym również możliwości częściowego zastępowania jednego rodzaju elementów infrastruktury nawigacyjnej przez inny rodzaj, jeżeli dane elementy infrastruktury realizują zbliżone zadania.

Każdy element infrastruktury (obiekt lub system infrastruktury) realizuje właściwy mu rodzaj lub rodzaje zadań. Inne jest zadanie toru wodnego, inne systemu pozycjonowania, a jeszcze inne systemu VTS. Należy jednak stwierdzić, że elementy niektórych rodzajów infrastruktury nawigacyjnej realizują tylko jeden rodzaj zadań. Dotyczy to zwłaszcza batymetrycznych elementów infrastruktury nawigacyjnej. Natomiast elementy innych rodzajów infrastruktury nawigacyjnej oprócz właściwych im zadań realizują również, w pewnym stopniu, dodatkowe zadania. Dotyczy to między innymi elementów infrastruktury radionawigacyjnego pozycjonowania oraz elementów infrastruktury sygnalizacyjno-ostrzegawczej i wizualnego pozycjonowania. Niektóre współczesne elementy infrastruktury stanowią wręcz infrastrukturę wielozadaniową. Dotyczy to zwłaszcza nawigacyjnych systemów zarządzania, jak system VTS, system nawigacyjnej obsługi portów i przystani, itp.

Naszym zadaniem jest jednak analiza miar oceny, tj. kryteriów oceny poszczególnych rodzajów i elementów infrastruktury nawigacyjnej, bez wnikania, w jakim stopniu są one zastępowalne.

Charakterystyki elementów tego samego rodzaju infrastruktury odznaczają się identycznym zbiorem parametrów taktycznych i operacyjnych. Mogą się różnić jedynie wartościami tych parametrów.

Parametry techniczne i ich wartości są bardzo istotne, zwłaszcza dla projektantów danego rodzaju elementu infrastruktury, konstruktorów (budowniczych) oraz obsługi technicznej. Użytkownicy morza, tj. użytkownicy danego rodzaju infrastruktury, są zainteresowani głównie parametrami operacyjnymi, a zwłaszcza wartościami tych parametrów. Na przykład dla systemów pozycjonowania podstawowe parametry operacyjne to: dostępność, dokładność pozycji, wiarygodność systemu, wielkość strefy działania, częstość pozycjonowania itp.

Każdy element infrastruktury nawigacyjnej charakteryzuje się tym, iż może on być zdefiniowany za pomocą właściwego mu zbioru parametrów technicznych i operacyjnych. Każdy element infrastruktury radionawigacyjnego pozycjonowania czy infrastruktury sygnalizacyjno-ostrzegawczej i wizualnego pozycjonowania ma swój właściwy mu zbiór parametrów technicznych i operacyjnych. Natomiast przedziały wartości, jakie podobne zbiory parametrów mogą osiągać, określają zwykle, do której generacji dany element infrastruktury nawigacyjnej należy. Nie dotyczy to elementów infrastruktury batymetrycznej, lecz tylko technicznych rodzajów infrastruktury, które podlegają procesowi modernizacji. Należy tu jedynie dodać, że wspomniane zbiory parametrów technicznych i operacyjnych poszczególnych elementów (obiektów i systemów) infrastruktury nawigacyjnej znacznie się między sobą różnią, i to zarówno pod względem rodzaju parametrów, jak też pod względem liczby danych występujących w tych zbiorach. Wystarczy porównać zbiory właściwe poszczególnym rodzajom znaków i innych obiektów nawigacyjnych ze zbiorami danych dotyczących systemów pozycjonowania czy też nawigacyjnych systemów zarządzania (system VTS itp.).

Biorąc pod uwagę, że zbiory parametrów technicznych i operacyjnych odpowiednich dla poszczególnych elementów infrastruktury nawigacyjnej są ogólnie znane i łatwo dostępne, nie będą one przedmiotem dalszych rozważań.

Spróbujemy natomiast przedyskutować i przedstawić ocenę oraz mierniki, tj. kryteria oceny, poszczególnych rodzajów infrastruktury nawigacyjnej oraz jej elementów z punktu widzenia jakości tych rodzajów infrastruktury i ich udziału w zarządzaniu bezpieczeństwem morskim oraz ochroną antyterrorystyczną żeglugi, co – jak już wspomniano – stanowi przedmiot realizowanego projektu badawczego.

Aby można porównywać poszczególne rodzaje infrastruktury nawigacyjnej między sobą oraz określać ich udział w zarządzaniu bezpieczeństwem morskim i ochroną antyterrorystyczną, należy stosować tylko jedno wspólne kryterium oceny, tj. ten sam rodzaj wielkości (rodzaj parametru) dla wszystkich rodzajów infrastruktury nawigacyjnej i jej elementów. Taka miara oceny, czyli takie kryterium oceny, istnieje i jest ono coraz powszechniej stosowane również w nawigacji morskiej dla oceny poziomu zagrożeń na morzu, tj. poziomu ryzyka (R). Kryterium to stanowi podstawę Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA), ale jest także stosowane dla potrzeb oceny jakości projektowania i eksploatacji okrętów (statków) [1, 3, 5, 9, 11, 13, 16].

Wskaźnik poziomu zagrożenia, tj. wskaźnik wielkości ryzyka (R), jest to iloczyn częstości występowania danego rodzaju zagrożenia (danego rodzaju wypad-

ku morskiego) (C) oraz skutku danego rodzaju wypadku morskiego(S) wyrażanego za pomocą spodziewanej liczby wypadków śmiertelnych lub wartością pieniężną. Wypadek śmiertelny może być i jest wyrażany również za pomocą wartości pieniężnej. Tak więc, wartość wskaźnika ryzyka R wyraża się następująco: $R = C \times S$.

Zasady przeprowadzenia oceny jakości poszczególnych rodzajów i elementów infrastruktury nawigacyjnej dla potrzeb kontroli i zarządzania ryzykiem zostały dość szczegółowo przedstawione w [5]. Z tego względu, aby uniknąć powtórzeń, zagadnienie to zostanie tu pominięte.

OGÓLNE ZASADY PROJEKTOWANIA INFRASTRUKTURY NAWIGACYJNEJ

Działalność nazywana „projektowanie” występuje w bardzo wielu dziedzinach działalności ludzkiej, począwszy od budownictwa lądowego, morskiego, okrętowego, poprzez projektowanie urządzeń i systemów technicznych, przedmiotów rzemiosła artystycznego, sztuk plastycznych, a skończywszy na projektowaniu procesów produkcyjnych, administracyjnych i im podobnych. Najbardziej ogólna definicja pojęcia projektowanie jest następująca: „to proces przetwarzania wymagań na taką ich postać, która może być zrealizowana”.

Naszym celem jest przedstawienie zasad projektowania infrastruktury nawigacyjnej, która, jak to zostało opisane w części pierwszej niniejszego artykułu, jest bardzo zróżnicowana zarówno co do jej rodzajów, jak i elementów. Należy zatem w pierwszej kolejności określić, co będzie przedmiotem naszych dalszych rozważań i wnioskowania.

Pojęcie projektowanie dla większości ludzi, a zwłaszcza osób zatrudnionych w przemyśle morskim, kojarzy się najczęściej z przygotowaniem rysunków, opisów, obliczeń i kosztorysów dotyczących budowy danego obiektu, urządzenia lub systemu, tj. z projektowaniem technicznym. Jednakże opracowanie projektu technicznego (wykonawczego, realizacyjnego) stanowi zwykle ostatni etap procesu projektowania.

Początkowym etapem jest zwykle przygotowanie projektu koncepcyjnego, tj. przygotowanie koncepcji, a więc funkcjonalnej, logicznej struktury danego obiektu lub systemu, oraz szczegółowego planu „przetworzenia” tej koncepcji w finalny produkt, a także określenie niezbędnych dla tego celu zasobów (w tym finansowych), zakupu urządzeń i systemów, itp.

Następny etap procesu projektowania to przygotowanie technicznego projektu wstępnego, który stanowi uszczegółowienie najbardziej odpowiedniego wariantu rozwiązania problemu będącego przedmiotem projektowania koncepcyjnego (opracowania koncepcji). Kolejny etap to opracowanie szczegółowego projektu technicznego, który podobnie jak i projekt wstępny jest przedstawiony w postaci rysunków wykonawczych, opisów, obliczeń, kosztorysów i innych niezbędnych dokumentów projektowych. Często do procesu projektowania zalicza się także nadzór autorski nad realizacją projektu oraz uruchamianiem i testowaniem. Wyraża się to głównie wnoszeniem korekt do projektu na poszczególnych etapach jego realizacji.

Należy jednak podkreślić, że „projektowanie infrastruktury nawigacyjnej” jest specyficznym rodzajem projektowania. Przedmiotem i celem projektowania infrastruktury nawigacyjnej na obszarach morskich jest taki jej dobór i rozmieszczenie, aby zapewnione było bezpieczeństwo morskie i ochrona antyterrorystyczna działalności ludzkiej na tych obszarach, a szczególnie bezpieczeństwo morskie i ochrona antyterrorystyczna podstawowego rodzaju tej działalności, tj. żeglugi. W projektowaniu infrastruktury nawigacyjnej rozróżnia się trzy etapy projektowania, których wytworem są trzy rodzaje projektów:

- projekty koncepcyjne;
- wstępne projekty techniczne;
- szczegółowe (końcowe) projekty techniczne.

Pierwszy rodzaj projektu, tj. opracowanie projektu koncepcyjnego, dotyczy zwykle jednego, kilku lub wszystkich rodzajów infrastruktury nawigacyjnej na określonych obszarach morskich, które mogą być bardzo zróżnicowane pod każdym względem. Ale projektowanie koncepcyjne może również dotyczyć systemu będącego elementem infrastruktury nawigacyjnej, a mianowicie:

- systemów stanowiących zbiór jednakowych lub zbliżonych elementów (np. systemu torów wodnych, rozgraniczenia ruchu, pływającego oznakowania nawigacyjnego, nabeżników itp.);
- systemów technicznych (np. radionawigacyjnych systemów pozycjonowania, systemu AIS itp.);
- systemów zarządzania (VTS lub podobnego).

Z powyższego wynika, że projektowanie koncepcyjne jest projektowaniem dwupoziomowym. Pierwszy, wyższy poziom projektowania dotyczy wszystkich lub

kilku rodzajów infrastruktury nawigacyjnej na określonym obszarze morskim. Natomiast drugi, niższy dotyczy różnych systemów będących elementami infrastruktury nawigacyjnej. Przygotowanie tego rodzaju projektów koncepcyjnych jest zawsze konieczne w odniesieniu do systemów zarządzania (VTS itp.). Są to bowiem systemy niejednorodne (systemy techniczne, operatorzy, procedury). W odniesieniu do innych rodzajów systemów infrastruktury nie zawsze jest to konieczne. W rzadkich tylko przypadkach występuje konieczność przygotowania projektów koncepcyjnych dla pojedynczych obiektów nawigacyjnych, na przykład latarni morskich czy staw, chociaż niekiedy może zrodzić się taka potrzeba.

Przygotowanie projektu koncepcyjnego infrastruktury nawigacyjnej to przygotowanie projektu, który przedstawia optymalne propozycje dotyczące wyboru i rozmieszczenia elementów infrastruktury nawigacyjnej oraz zakresu udoskonalenia jej elementów batymetrycznych wspólnie umożliwiających utrzymanie na obszarach morskich zagrożeń związanych z infrastrukturą nawigacyjną na akceptowalnym poziomie. Nieodłączną częścią składową projektu koncepcyjnego jest również kosztorys jego realizacji.

Należy tu wyraźnie podkreślić, że zarówno przedmiot, jak i treść projektu koncepcyjnego, poza kosztorysem, zawiera prawie wyłącznie elementy nawigacyjne, tj. wybór infrastruktury i pozycji rozmieszczenia elementów poszczególnych rodzajów infrastruktury, przebieg i parametry liniowych elementów infrastruktury batymetrycznej (tory wodne, systemy rozgraniczenia ruchu itp.), położenie i parametry obszarowych elementów infrastruktury nawigacyjnej, strefy dokładności systemów radionawigacyjnych itp. Dlatego też koncepcyjne projekty infrastruktury nawigacyjnej są nazywane też „projektami infrastruktury nawigacyjnej określonego akwenu”, np. projekt oznakowania nawigacyjnego Zatoki Gdańskiej, Zatoki Pomorskiej, Środkowego Wybrzeża itp. Tego rodzaju projekty nazywane są również „planami nawigacyjnego zagospodarowania określonego akwenu, np. Zatoki Gdańskiej.

W dalszej części artykułu ograniczymy się głównie do przedstawienia ogólnych zasad przygotowania projektów koncepcyjnych infrastruktury nawigacyjnej, a ściślej do „projektu infrastruktury nawigacyjnej określonych obszarów morskich”, na przykład obszarów morskich RP.

Koncepcyjny projekt systemów będących elementami infrastruktury nawigacyjnej, tj. zbiorów podobnych lub zbliżonych obiektów (np. system oznakowania nawigacyjnego, system nabeżników, rozgraniczenia ruchu itp.), systemów tech-

nicznych (np. systemy pozycjonowania, systemy AIS itp.) lub systemów zarządzania (system VTS itp.), odnosi się do drugiego, niższego poziomu projektowania koncepcyjnego. Dlatego też różni się on znacznie od projektów koncepcyjnych pierwszego, wyższego poziomu, które dotyczą projektowania różnych rodzajów infrastruktury i które muszą również uwzględniać relacje występujące między tymi rodzajami infrastruktury. Chociaż naszym głównym celem jest przedstawienie podstawowych zasad opracowywania projektów koncepcyjnych pierwszego, wyższego poziomu projektowania, to odniesiemy się także, w ogólnym zarysie, do projektów koncepcyjnych drugiego, niższego poziomu, zwłaszcza projektów koncepcyjnych systemów zarządzania.

Opracowanie projektu koncepcyjnego podobnie jak każdego innego rodzaju projektu rozpoczyna się od szczegółowej analizy zadania w celu ustalenia:

- granic obszarów morskich oraz właściwości fizyczno-geograficznych, nawigacyjno-hydrograficznych, oceanograficznych i hydrometeorologicznych tych obszarów;
- podstawowych parametrów portów i przystani oraz podejść do nich;
- podstawowych użytkowników morza, a zwłaszcza podstawowego użytkownika, tj. żeglugi, oraz jej aktualnych i prognozowanych parametrów, szczególnie załadunków i wymiarów statków;
- specyficznych wymagań oraz ograniczeń.

Ponadto należy przyjąć, że wszystkie rodzaje infrastruktury nawigacyjnej spełniają (względnie winny spełniać) wymagania IMO oraz IALA (Międzynarodowe Stowarzyszenie Środków Wyposażenia Nawigacyjnego Akwenów i Zarządów Latarni Morskich).

Zalóżmy zatem, że należy opracować projekt koncepcyjny infrastruktury nawigacyjnej polskich obszarów morskich z uwzględnieniem perspektywicznych potrzeb żeglugi, a zwłaszcza transportu ładunków niebezpiecznych.

Funkcje wszystkich rodzajów, tj. infrastruktury nawigacyjnej jako całości, można sprowadzić do pięciu następujących:

- określanie pozycji;
- określanie granic;
- określanie niebezpieczeństw;
- ułatwianie lub zwiększanie dostępności batymetrycznej do akwenów i portów;
- zwiększenie efektywności ochrony antyterrorystycznej żeglugi.

Podstawowe metody i techniki koncepcyjnego projektowania infrastruktury nawigacyjnej to:

- metody logicznego modelowania funkcji infrastruktury nawigacyjnej;
- metody i techniki obliczeń, kalkulacji i ocen właściwe dla poszczególnych rodzajów infrastruktury (inne są dla batymetrycznych elementów infrastruktury, a inne dla systemów pozycjonowania);
- metody obliczania współczynników ryzyka, tj. współczynników poziomu zagrożeń na morzu [9].

Wymienione metody i techniki obliczeń oraz kalkulacji odnoszą się do dwóch podstawowych zasad analizowania i wnioskowania, a mianowicie:

- od szczegółu do ogółu;
- od ogółu do szczegółu.

Główną zasadą stosowaną w procesie koncepcyjnego projektowania infrastruktury nawigacyjnej jest zasada od ogółu do szczegółu. Charakteryzuje się ona ważnymi właściwościami dla diskutowanych tu potrzeb:

- wyklucza konieczność powtarzania i korygowania wyników w dalszych etapach projektowania;
- jest zgodna z historycznym procesem powstawania i doskonalenia poszczególnych rodzajów infrastruktury nawigacyjnej;
- jest zgodna z podziałem infrastruktury nawigacyjnej na infrastrukturę standardową oraz infrastrukturę wsparcia nawigacyjnego.

Wprawdzie wspomniane funkcje infrastruktury nawigacyjnej wymieniają funkcję infrastruktury batymetrycznej dopiero na czwartym miejscu, to należy podkreślić, że wszystkie rodzaje infrastruktury służące do realizacji czterech pierwszych funkcji powstawały jednocześnie. Jednak tylko infrastruktura batymetryczna stanowi logicznie punkt początkowy i daje podstawę do projektowania wszystkich innych rodzajów infrastruktury. Dlatego też od niej należy rozpoczynać projektowanie.

Koncepcyjne projektowanie infrastruktury nawigacyjnej rozpoczyna się od analizy i ustaleń odnośnie liniowych elementów infrastruktury batymetrycznej, tj.:

- torów wodnych;
- tras głębokowodnych;
- systemów rozgraniczenia ruchu i innych,

dla których należy ustalić ich przebieg i głębokości, a ściślej dopuszczalne zanurzenie okrętów korzystających z danego elementu infrastruktury. Należy również ustalić niezbędne szerokości tych elementów.

Następnym krokiem w projektowaniu infrastruktury nawigacyjnej jest zanalizowanie propozycji punktowych elementów infrastruktury batymetrycznej:

- redy;
- kotwiczowiska;
- obrotnic;
- miejsc schronienia tankowców i innych.

Dla istniejących już elementów infrastruktury batymetrycznej należy określić niezbędny zakres prac modernizacyjnych, natomiast dla nowych elementów – położenie, granice, dopuszczalne zanurzenie itp.

Kolejnym etapem koncepcyjnego projektowania infrastruktury nawigacyjnej jest ustalenie miejsc i dobór odpowiednich elementów infrastruktury sygnalizacyjno-ostrzegawczej i wizualnego pozycjonowania. Należy tu ustalić rodzaje pław, stosownie do miejsca i funkcji oraz stanu warunków hydrometeorologicznych, bardzo ważne są nabieżniki i rodzaj generowanych sygnałów (światłne, radarowe, akustyczne itp.). Trzeba ustalić dla nich wartości parametrów, jakie powinny generować oraz przybliżone miejsca ich rozmieszczenia. W projekcie koncepcyjnym należy też przyjąć założenie, że wszystkie elementy infrastruktury sygnalizacyjno-ostrzegawczej i wizualnego pozycjonowania nie tylko mogą, ale rzeczywiście ułatwiają możliwości realizacji funkcji określania pozycji, zwłaszcza dla takich rodzajów użytkowników morza jak małe jednostki sportowe i turystyczne.

Sprawą niezmiernie istotną, jakkolwiek obecnie (2006) niewspółmiernie łatwiejszą do rozwiązania niż miało to miejsce 10 – 20 lat temu, jest spełnienie potrzeb użytkowników morza w zakresie pozycjonowania. Można i należy przyjąć, że podstawowe potrzeby w zakresie pozycjonowania zaspokaja radionawigacyjny satelitarny system GPS oraz uzupełniający go regionalny stacjonarny system pozycjonowania EGNOS. W najbliższej przyszłości (ok. 2012 – 2015) podstawowym systemem pozycjonowania, przynajmniej w Europie, stanie się satelitarny system nawigacyjny GALILEO. Zadanie projektowania w tym względzie sprowadza się więc do rezerwowych i specjalnych, lokalnych systemów pozycjonowania. Systemem takim jest DGPS oraz radionawigacyjne, nadbrzeżne systemy pozycjonowania, głównie dla potrzeb realizacji specjalnych zadań (system SYLEDIS itp.; por. tabela 1.). Projekt koncepcyjny nawigacyjnej infrastruktury pozycjonowania musi również uwzględnić potrzeby małych jednostek sportowych i turystycznych. Potrzeby tych

ostatnich są obecnie zaspokajane za pomocą elementów infrastruktury sygnalizacyjno-ostrzegawczej i wizualnego pozycjonowania.

Infrastruktura wsparcia nawigacyjnego stanowi dodatkowy rodzaj infrastruktury względem standardowej infrastruktury nawigacyjnej, która była przedmiotem powyższych rozważań. Nie jest ona infrastrukturą jednorodną. Podstawowe systemy tego rodzaju infrastruktury to:

- systemy VTS;
- infrastruktura nawigacyjnej obsługi portów i przystani;
- systemy AIS (por. tabele).

Należy jednak mieć na uwadze, że infrastruktura wsparcia nawigacyjnego w akwenach wsparcia realizuje dwie funkcje, a mianowicie:

- udzielanie wsparcia nawigacyjnego okrętom w akwenach ścieśnionych i ograniczonych, w tym na podejściach i wejściach do portów;
- monitorowanie ruchu statków oraz zbieranie i wymiana informacji dla potrzeb ochrony antyterrorystycznej żeglugi.

Ta druga funkcja jest zadaniem pomocniczym realizowanym głównie w interesie infrastruktury monitoringu ruchu statków i informacji.

Jak już wspomniano w tym artykule, duża intensyfikacja przewozów ładunków szczególnie niebezpiecznych dla środowiska morskiego, ale głównie pojawienie się bardzo dużego zagrożenia terrorystycznego dla żeglugi, spowodowała konieczność szybkiego rozwoju i doskonalenia infrastruktury monitoringu, ruchu statków i informacji, i to nie tylko w strefie przybrzeżnej, ale również na całej powierzchni obszarów morskich dostępnych dla żeglugi oraz dla sportów wodnych, turystyki itp. W tekście przedstawiono elementy infrastruktury monitoringu ruchu statków i informacji oraz zadanie tej infrastruktury.

Projekt koncepcyjny infrastruktury wsparcia nawigacyjnego kończy się ustaleniem usytuowania i stref działania podstawowych systemów wspomagania nawigacyjnego, tj.:

- systemów VTS;
- systemów AIS.

Pozostałe systemy infrastruktury wsparcia nawigacyjnego, jak na przykład systemy nawigacyjnej obsługi portów i przystani, które są bezpośrednio związane z infrastrukturą portów, nie są przedmiotem projektowania koncepcyjnego.

Jak już wspomniano, nieodłączną częścią składową projektowania koncepcyjnego jest szacunkowy, przybliżony kosztorys realizacji projektu koncepcyjnego. Przedstawione rozważania dotyczą głównie projektowania koncepcyjnego pierwszego, wyższego poziomu. Jednakże w procesie tego projektowania nie mogą być jednoznacznie rozstrzygnięte i przedstawione propozycje odnośnie wszystkich systemów będących elementami rodzajów infrastruktury nawigacyjnej. Dotyczy to zwłaszcza systemów zarządzania, ale również innych systemów, np. systemów oznakowania nawigacyjnego, systemu nabeżników itp.

W projektowaniu koncepcyjnym systemów będących elementami infrastruktury mamy więc do czynienia albo z jednolitymi lub bliskimi elementami infrastruktury, ale na dużym obszarze, albo z różnymi elementami infrastruktury, ale na ograniczonym obszarze (systemy VTS itp.)

Zadaniem projektów koncepcyjnych tego rodzaju systemów infrastruktury jest dokładne ustalenie rodzaju obiektów infrastruktury (np. rodzajów pław stosownie do ich zadań), rozmieszczenie obiektów tych systemów oraz określenie wartości parametrów nawigacyjnych generowanych przez te systemy.

Podstawowe różnice między koncepcyjnym projektowaniem dotyczącym różnych rodzajów infrastruktury, tj. projektowaniem pierwszego (wyższego) poziomu, a projektowaniem koncepcyjnym systemów będących elementami infrastruktury, tj. projektowaniem drugiego (niższego) poziomu, polegają nie tylko na zakresie realizowanych prac, ale głównie na stosowanych metodach i technikach projektowania. Do opracowania projektów koncepcyjnych systemów będących elementami infrastruktury nie ma bowiem potrzeby stosowania metod analizy ryzyka różnych rodzajów zagrożeń. Przy projektowaniu koncepcyjnych systemów będących elementami infrastruktury dane wyjściowe są albo dokładnie znane, albo mogą być dokładnie oszacowane bez potrzeby uciekania się do metod analizy ryzyka.

WNIOSKI

W artykule, stanowiącym element projektu badawczego dotyczącego badania infrastruktury nawigacyjnej w funkcji zarządzania, autorzy starali się przedstawić obecny stan wiedzy dotyczącej infrastruktury nawigacyjnej, jej rodzajów i funkcji oraz zasad oceny jej jakości i projektowania.

Autorzy mają nadzieję, że ich rozważania, stwierdzenia i propozycje stanowią mały krok do przodu w doskonaleniu wiedzy o problemach współczesnej infrastruktury nawigacyjnej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rulemaking process*, MSC/Circ. 1023 and MPEC Circ. 392, April 2002.
- [2] IALA NAVIGUIDE, 4th edition, 2002.
- [3] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Formalna Ocena Bezpieczeństwa Morskiego*, Gdynia 2006.
- [4] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J. *Nawigacyjne wsparcie działalności ludzkiej na morzu*, „Zeszyty Naukowe” AMW, 2005, nr 2, s. 43 – 66.
- [5] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Próba zilustrowania zasad stosowania Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA)*, „Zeszyty Naukowe” AMW, 2006, nr 4, s. 15 – 34.
- [6] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Skoordynowany System Bezpieczeństwa Morskiego, Ochrony i Obrony jako ważny czynnik w walce ze światowym terroryzmem*, „Myśl Wojskowa”, 2006, nr 1.
- [7] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *The Infrastructure of Maritime Navigation, to Content, Designing and Development Trends*, „Zeszyty Naukowe WSM Szczecin”, No 65, Explo-Ship 2002.
- [8] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Wybrane Zagadnienia Międzynarodowego Systemu Bezpieczeństwa Morskiego*, Gdynia 2005.
- [9] Materiały Sesji Komitetu Bezpieczeństwa Morskiego IMO dotyczące Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego oraz projektu badawczego SAFEDOR; materiały MSC 81/18 2006.
- [10] *Naval Cooperation and Guidance for Shipping (NCAGS)*, „Study Draft. NATO, PIP”, Unclassified, January 2003.
- [11] *Overview of SAFEDOR and 1st year activities*, www.safedor.org, maj 2006.
- [12] Podstawowe międzynarodowe konwencje dotyczące bezpieczeństwa morskiego (UNCLOS III, SOLAS 74, COLREG 72, MARPOL 73/78, STCW 78/95, SAR 79 wraz z ich kodeksami) oraz Convention on the Protection of the Maritime Environment of the Baltic Sea Area (HELCON 92), a także odpowiednie dyrektywy Parlamentu i Rady Unii Europejskiej oraz uchwały Komisji Helsińskiej (HELCOM), zwłaszcza deklaracja kopenhaska.
- [13] *Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA)*, „Workshop Guide”, Office of Vessel Traffic Management, United States Coast Guard, July 2005.
- [14] *Resolution A.950 (23) on Maritime Assistance Services (MAS)*, 5 December 2005.
- [15] *Resolution A.953 (23) on Worldwide Radionavigation System*, 5 December 2005.

- [16] *Risk Analysis of Navigational Safety in Danish Waters*, „Danish Maritime Authority and Royal Danish Administration of Navigation and Hydrography”, June 2002; www.imodocs.imo.org/ENGLISH-paf/MSC/81/82.pdf, maj 2006.

ABSTRACT

The paper, constituting the element of the research project on: „Study of the Function of Navigational Infrastructure in the Process of Management of Maritime Safety and Security in the Southern Part of the Baltic Sea”, an attempt was made to present the today's state of navigational infrastructure, criteria of its evaluation and principles of its design. The authors made efforts to take into consideration all the international, supraregional and regional requirements related to maritime safety and antiterrorist security, as included in legal documents and Copenhagen Declaration.

Recenzent prof. dr hab. inż. Andrzej Felski