

Józef Urbański
Wacław Morgaś
Cezary Specht
Akademia Marynarki Wojennej

BEZPIECZEŃSTWO MORSKIE — OCENA I KONTROLA RYZYKA

STRESZCZENIE

W artykule podjęto dyskusję oraz próbę przedstawienia podstawowych zagadnień Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA), a mianowicie analizę ryzyka i kontrolę ryzyka. Szczególnie dokładnie przedstawiono metody i techniki identyfikacji zagrożeń dla życia, mienia i środowiska morskiego oraz ocenę wielkości ryzyka. Zaprezentowano również miary i kryteria oceny ryzyka, w tym poziomy, które w praktyce uważa się za dopuszczalne.

Słowa kluczowe:

bezpieczeństwo morskie, ocena ryzyka, kontrola ryzyka.

WSTĘP

Analiza ryzyka, tj. identyfikacja zagrożeń oraz ocena wielkości ryzyka, metody i techniki służące do tego celu, a także miary i kryteria oceny jego wielkości, stanowi nie tylko podstawowe, ale również najbardziej złożone i najtrudniejsze zagadnienie Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA). Dotyczy to również problemu „kontroli ryzyka”. Pojęcie „bezpieczeństwo morskie” przyjęto definiować następująco [5, 16]:

Bezpieczeństwo morskie to bezpieczeństwo życia, zdrowia i mienia od zagrożeń środowiskowych i eksploatacyjnych, a także bezpieczeństwo środowiska morskiego przez zanieczyszczeniami będącymi produktami ubocznymi działalności ludzkiej na morzu.

Bezpieczeństwo morskie to taki stan warunków na morzu, przy których zagrożenie dla zdrowia, życia i mienia oraz środowiska morskiego nie przekracza akceptowalnego poziomu ryzyka.

Jeszcze w niedalekiej przeszłości nie było konieczności, ale również i możliwości oceniania poziomu zagrożeń na morzu, tj. oceniania ryzyka, a tym bardziej możliwości kontroli, wpływania na zmniejszenie jego poziomu.

Dopiero po II wojnie światowej, kiedy niebywale wzrósł transport ładunków niebezpiecznych, zwłaszcza ropy i gazu ziemnego, a także kiedy nastąpił szybki rozwój wydobycia wspomnianych surowców na szelfie kontynentalnym i pojawiły się towarzyszące tej działalności katastrofy tankowców oraz platform wydobywczych, niebywale wzrosło zagrożenie dla środowiska morskiego. Jego ochrona przed zanieczyszczeniami stała się podstawowym problemem, któremu należało przeciwdziałać.

W latach 1960–1980 nieodzowna, ale i możliwa do realizacji, stała się ocena poziomu zagrożeń, tj. wielkości ryzyka. Powstały, ściślej, zostały zaadaptowane i przystosowane do potrzeb oceny bezpieczeństwa morskiego metody i techniki oceny poziomu ryzyka stosowane już w tym czasie w przemyśle chemicznym i jądrowym. Wynikiem było opracowanie w drugiej połowie lat 90. przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO) oraz wydanie na początku XXI wieku wytycznych do przeprowadzania Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA) [5].

INSTYTUCJE I PODSTAWOWE METODY OCENY BEZPIECZEŃSTWA MORSKIEGO

Podstawową międzynarodową instytucją odpowiedzialną za poziom bezpieczeństwa morskiego na morzach i oceanach świata jest wspomniana już Międzynarodowa Organizacja Morska, która jest również specjalistyczną agencją Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ).

Obok IMO istnieje jednak wiele innych międzynarodowych organizacji morskich, których przedmiotem zainteresowania i działalności jest bezpieczeństwo morskie. Najbardziej znaczącą spośród nich, z punktu widzenia przedmiotu niniejszego artykułu, jest IALA, tj. Międzynarodowe Stowarzyszenie Zarządów Latarni Morskich i Oznakowania Nawigacyjnego [8].

W skali międzynarodowej, czyli w skali światowego wszechoceanu, za bezpieczeństwo morskie odpowiada IMO. Wyrazem powyższego jest opracowanie i wydanie przez dwa jej komitety, tj. Komitet Bezpieczeństwa Morskiego i Komitet Ochrony Środowiska Morskiego w 2002 roku „Wytycznych do przygotowania Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA) dla potrzeb procesu decyzyjnego Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO)” [5, 15].

W dalszych rozważaniach zakładamy, że znane są ogólne założenia metodologii i procesu realizacji FSA.

Wspomniana międzynarodowa organizacja IALA zajmuje się również bezpieczeństwem morskim oraz metodami oceny ryzyka i jego kontroli, ale niemal wyłącznie w portach, na torach (drogach) wodnych oraz w innych ograniczonych akwenach. W ramach organizacji IALA w 2005 roku zostały opublikowane oraz zalecone do stosowania dwie metody służące do oceny i kontroli ryzyka. Są to [9, 25]:

- metoda PAWSA;
- metoda IWRAP.

Metoda PAWSA, której nazwa stanowi akronim nazwy *Ports and Waterways Safety Assessment*, uważana jest za metodę jakościową analizy, oceny i kontroli ryzyka w portach i na torach wodnych oraz na dostępnych do żeglugi śródlądowych drogach wodnych. Metoda ta została opracowana przez Straż Przybrzeżną Stanów Zjednoczonych [9, 25].

Metoda IWRAP, której nazwa stanowi akronim nazwy *IALA Waterway Risk Assessment Programme*, jest uważana za metodę ilościową analizy, oceny i kontroli ryzyka na torach wodnych i innych akwenach ścieśnionych. Metoda ta opracowana została przez Straż Przybrzeżną Kanady, Uniwersytet Technologiczny Danii oraz Centrum Symulatorów Morskich Uniwersytetu w Warnemünde [9].

Obecnie (2007) istnieją zatem trzy metody oceny bezpieczeństwa morskiego, a mianowicie:

- metodologia Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA), zalecana do stosowania przez IMO;
- metoda PAWSA;
- metoda IWRAP, zalecana do stosowania przez IALA.

Przedmiotem dalszych rozważań będzie tylko metodologia FSA, ma ona bowiem charakter ogólny, co oznacza, iż może być stosowana do oceny bezpieczeństwa morskiego w każdym akwenie, również do oceny bezpieczeństwa morskiego w portach, na torach wodnych oraz innych akwenach ścieśnionych.

Należy tu nadmienić, o czym wspomniano w [16], że nazewnictwo stosowane przez IALA różni się niekiedy od nazewnictwa zalecanego przez IMO, tj. od nazewnictwa występującego w metodologii FSA. W naszych rozważaniach stosować będziemy nazewnictwo zgodne z metodologią FSA, natomiast nazwy tych samych zagadnień stosowane przez IALA, w miejscach, gdzie jest to niezbędne, będą podawane w nawiasach.

Należy zwrócić uwagę na jeszcze jedno ważne zagadnienie związane z identyfikacją zagrożeń i oceną ryzyka dla środowiska morskiego. Metodologia FSA jest wprawdzie uniwersalna, gdyż odnosi się do wszystkich rodzajów wypadków morskich, a także do wszystkich rodzajów okrętów, łącznie z tankowcami, przedstawia

również metody i techniki niezbędne do oceny ryzyka, tj. częstości występowania poszczególnych rodzajów wypadków morskich i ich skutków, ale jej metody i techniki umożliwiają ustalenie tych skutków tylko w odniesieniu do ludzi i mienia. Według metod i technik FSA nie można ocenić skutków wypadków morskich w odniesieniu do środowiska morskiego. Organizacja IMO zaleca w związku z tym, aby do ustalania wielkości ryzyka dla środowiska morskiego korzystać z „metodologii ustalania kryteriów akceptowalności ryzyka dla środowiska morskiego” [20], zawartych w załączniku C [21], opracowanych przez norweski Urząd do Standardów Technicznych, znanych pod nazwą standardów NORSOK [21].

MIEJSCE ANALIZY RYZYKA I KONTROLI RYZYKA W METODOLOGII FSA

Metodologia oraz proces Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA) obejmuje pięć etapów, zwanych krokami [5, 15]. W tabeli 1. przedstawiono nazwy poszczególnych kroków procesu FSA, zadania realizowane w tym czasie oraz miejsce „analizy ryzyka”. W nawiasach podano nazwy kroków procesu FSA stosowane w literaturze IALA [8, 9].

Tabela 1. Kroki procesu FSA oraz miejsce „analizy ryzyka” w tym procesie

Lp.	Nazwa kroku procesu FSA	Zadania realizowane w danym kroku	Uwagi
1.	Identyfikacja zagrożeń (identyfikacja ryzyka)	Ustalenie zagrożeń mogą oraz ich prawdopodobnych przebiegów, czyli prawdopodobnych scenariuszy wypadków morskich, a także prawdopodobnych przyczyn i skutków tych wypadków	} Analiza ryzyka (ocena ryzyka)
2.	Ocena ryzyka (ilościowa ocena ryzyka)	Określenie współczynników ryzyka, tj. częstości występowania wypadków morskich (F), skutków tych wypadków (C) oraz wielkości ryzyka (R)	
3.	Ustalenie opcji kontroli ryzyka	Określenie, w jaki sposób można zmniejszyć poziom ryzyka, tj. kontrolować ryzyko	
4.	Ocena kosztów i zysków	Określenie kosztów i zysków oraz efektywności kosztów każdej opcji kontroli ryzyka i na tej podstawie dokonanie hierarchizacji opcji kontroli ryzyka	
5.	Przygotowanie zaleceń dla procesu decyzyjnego	Zaproponowanie do realizacji tych opcji kontroli ryzyka, które zdaniem ekspertów są najbardziej efektywne pod względem operacyjnym i ekonomicznym	

Występujące w tabeli określenia wymagają uściślenia, tj. dokładniejszego zdefiniowania następujących pojęć [15, 16]:

- zagrożenie;
- wypadek morski i jego rodzaj;
- ryzyko;
- kontrola ryzyka.

Zagrożenie, zgodnie z [15], to potencjalna sytuacja grożąca życiu ludzkiemu, zdrowiu, mieniu lub środowisku morskemu. Tak więc mówiąc o zagrożeniu, mamy na myśli zagrożenie dla życia i zdrowia ludzkiego, zagrożenie mienia, tj. zagrożenie dla okrętu i jego ładunku, oraz zagrożenie dla środowiska morskiego. Ale należy mieć na uwadze, że zagrożenia przejawiają się poprzez wypadki morskie.

Wypadek morski, zgodnie z [15], to niezamierzone wydarzenie powodujące śmierć, okaleczenie, utratę okrętu lub jego uszkodzenie, względnie szkodę wyrządzoną środowisku morskemu. Rodzaj wypadku morskiego określany jest zgodnie z nazwą stosowaną w wykazach statystycznych wypadków morskich towarzystw ubezpieczeniowych. Przyjęto rozróżniać następujące rodzaje wypadków morskich:

- kolizje;
- kontakt z przeszkodą;
- zatonięcie;
- pożar/wybuch;
- uszkodzenie kadłuba;
- uszkodzenie w maszynowni;
- straty wojenne;
- wejście na mieliznę;
- wyciek ropy;
- nieszczęśliwe wypadki z ludźmi;
- inne nieszczęśliwe wypadki.

Ryzyko, zgodnie z [15], to wielkość poziomu zagrożenia wyrażona za pomocą iloczynu częstości występowania nieszczęśliwego wypadku (F) oraz dotkliwości skutków tego wypadku (C). Wartość zagrożenia (R) wyraża następująca zależność: $R = F \times C$.

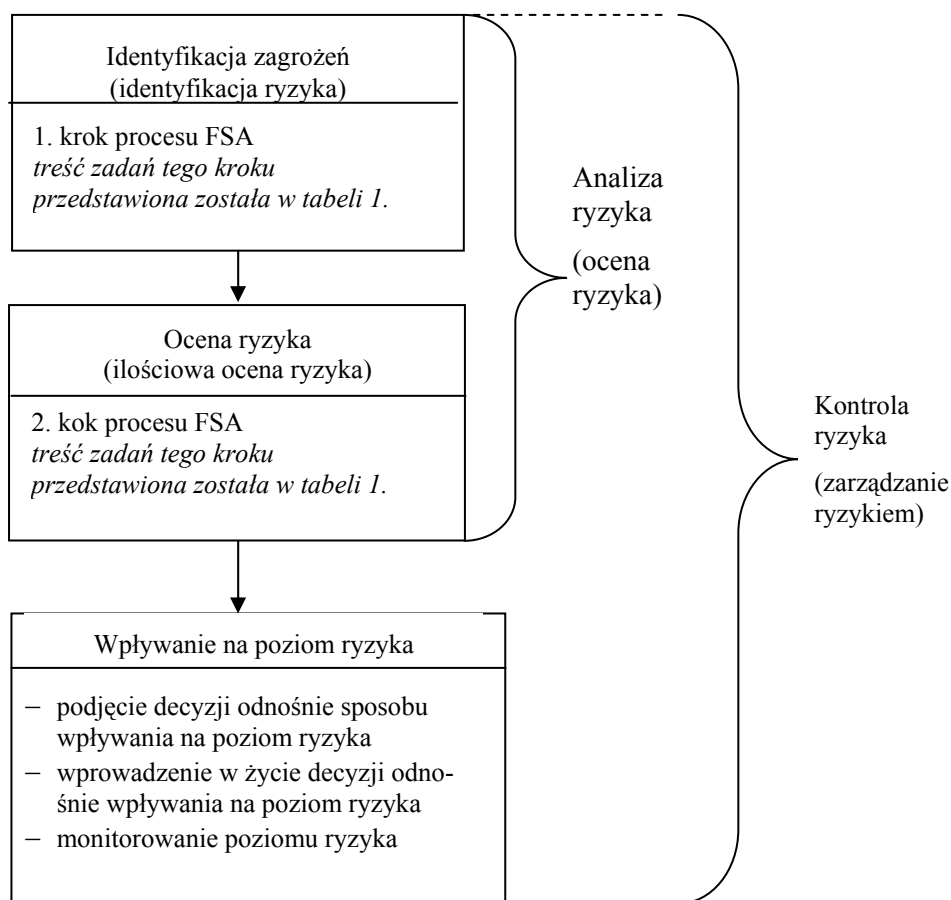
Miary wielkości ryzyka oraz kryteria akceptowalności ryzyka przedstawione zostaną w ostatniej części artykułu.

Kontrola ryzyka nie została zdefiniowana w metodologii procesu FSA. Pojęcie to, ale nazwane „zarządzanie ryzykiem”, zdefiniowano natomiast w podręczniku

IALA [8]. Opierając się na treści procesu FSA, można przyjąć, że kontrola ryzyka to analiza ryzyka w celu jego utrzymania na akceptowalnym poziomie.

Na rysunku 1. przedstawiono zagadnienia, a ściślej zadania, tworzące treść pojęcia kontrola ryzyka. Obejmuje ono realizację następujących zagadnień:

- identyfikację zagrożeń;
- ocenę ryzyka;
- podjęcie decyzji odnośnie sposobu wpływania na obniżenie poziomu ryzyka;
- wprowadzenie w życie decyzji odnośnie kontroli ryzyka,
- monitorowanie ryzyka.



Rys. 1. Zagadnienia tworzące treść pojęcia „kontrola ryzyka” [8, 11]

Można zatem przyjąć, że kontrola ryzyka obejmuje:

- ocenę bezpieczeństwa morskiego zgodnie z metodologią procesu FSA, jeżeli przyjmiemy, że „podjęcie decyzji odnośnie sposobu wpływania na poziom ryzyka” wymaga przygotowania tej decyzji, tj. realizację 3., 4. i 5. kroku procesu FSA (patrz tabela 1.);
- podjęcie odpowiedniej decyzji;
- wprowadzenie w życie decyzji odnośnie kontroli ryzyka;
- monitorowanie ryzyka.

METODY I TECHNIKI IDENTYFIKACJI ZAGROŻEŃ I OCENY RYZYKA

Metody i techniki stosowane dla analizy ryzyka, tj. identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka (poziomu zagrożeń), zostały — jak już wspomniano — zaadaptowane głównie z przemysłu chemicznego i jądrowego. Należy jednak nadmienić, że chociaż skutki zagrożeń występujących na morzu mogą być nie mniej groźne niż w tych obszarach, to jednak źródła zagrożeń, zarówno eksploatacyjnych, jak i środowiskowych, chociaż liczne, są bardziej widoczne i dostępne bezpośrednio, a więc łatwiejsze do zanalizowania. Z tego też względu metody i techniki identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka stosowane w transporcie morskim są prostsze niż metody stosowane w wymienionych gałęziach przemysłu.

Z punktu widzenia przedmiotu zagrożeń metody i techniki analizy ryzyka można podzielić na następujące:

- identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka dla ludzi;
- identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka dla mienia (kadłuba, wyposażenia oraz ładunku);
- identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka dla środowiska morskiego.

Należy jednak podkreślić, że w praktyce zagrożenia dla ludzi i mienia są identyfikowane jednocześnie i za pomocą tych samych metod i technik, a także wyrażane za pomocą tych samych miar wielkości ryzyka.

Z punktu widzenia źródeł zagrożeń metody i techniki analizy ryzyka można podzielić na dwie grupy, a mianowicie:

- metody i techniki analizy ryzyka powodowanego czynnikami eksploatacyjnymi i środowiskowymi;
- metody i techniki analizy ryzyka powodowanego czynnikiem ludzkim, tj. metody i techniki oceny niezawodności ludzkiej.

Metody i techniki analizy ryzyka powodowanego czynnikami eksploatacyjnymi i środowiskami, z punktu widzenia złożoności tych metod i technik, dzielą się na trzy rodzaje, a mianowicie:

- metody i techniki jakościowe;
- metody i techniki ilościowe (metody i techniki rozgałęzione);
- metody analizy ryzyka systemów dynamicznych [5, 15, 26].

Metody i techniki jakościowej analizy ryzyka służą wyłącznie dla identyfikacji zagrożeń. Metody i techniki ilościowe, zwane również rozgałęzionymi metodami analizy ryzyka (*Tree-based techniques*), stosowane są głównie do oceny ryzyka (poziomu zagrożeń). Mogą one być również szeroko stosowane do identyfikowania zagrożeń. W poniższej tabeli przedstawione zostały metody i techniki badawcze służące do identyfikowania wszystkich rodzajów zagrożeń, łącznie z zagrożeniem dla środowiska oraz do oceny ryzyka, ale tylko życia i mienia.

Tabela 2. Metody i techniki analizy ryzyka stosowane w procesie FSA [26]

Metody i techniki analizy ryzyka powodowanego warunkami i czynnikami eksploatacyjnymi i środowiskowymi	Metody i techniki analizy i oceny wpływu czynnika ludzkiego, tj. analizy i oceny niezawodności ludzkiej
<p>I. Metody i techniki jakościowe</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Metoda wstępnej oceny ryzyka: HAZID (<i>Hazard Identification</i>) 2. Metoda badań zagrożeń oraz operatybilność: HAZOP (<i>Hazard and Operability Studies</i>) 3. Metoda analizy defektu i skutku: EMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>) technika badawcza „Co będzie, jeśli” 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Techniki przewidywania częstości błędu ludzkiego: THERP (<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i>) 2. Technika zmniejszania oceny błędu ludzkiego: HEART (<i>Human Error Assessment Reduction Technique</i>)
<p>II. Metody i techniki ilościowe, tj. metody i techniki rozgałęzione</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza „drzewa błędów” 2. Analiza „drzewa zdarzeń” 3. Metoda drzewa udziału w ryzyku: RCT (<i>Risk Contribution Tree</i>) 4. Technika oceny organizacji zarządzania bezpieczeństwem: SMORT (<i>Safety Management Organization Review Technique</i>) 	

Metody oceny ryzyka systemów dynamicznych służą głównie do analizy i oceny ryzyka złożonych systemów dynamicznych (systemy produkcyjne przemysłu chemicznego, elektrownie jądrowe itp.). W transporcie morskim metody te stosowane

są do analizy oceny ryzyka bezzałogowych siłowni, siłowni jądrowych, wewnątrzokrętowych systemów bezpieczeństwa itp. Systemy te nie będą jednak przedmiotem dalszych rozważań.

W dalszej części artykułu zostaną omówione tylko metody i techniki badawcze w zastosowaniu do:

- identyfikacji zagrożeń;
- oceny ryzyka.

Na podstawie tabeli 2. można stwierdzić, że do identyfikacji zagrożeń stosuje się jakościowe metody i techniki analizy ryzyka oraz metody i techniki analizy i oceny „czynnika ludzkiego”: THERP i HEART. Z kolei do oceny ryzyka, czyli oceny poziomu zagrożenia, ale tylko dla ludzki i mienia, stosuje się jakościowe metody i techniki analizy ryzyka, czyli „rozgałęzione metody i techniki analizy ryzyka” (zwłaszcza trzy pierwsze) oraz metody i techniki analizy i oceny „czynnika ludzkiego”: THERP i HEART.

Powyższe metody i techniki analizy ryzyka są stosunkowo dokładnie przedstawione w [5, 6, 7, 15, 26], natomiast ich zastosowanie w praktyce zostało opisane w [3].

Należy tu podkreślić, że zagrożenie dla ludzi, mienia i środowiska morskiego nie występuje bezpośrednio, nie przejawia się wprost. Zagrożenie tego rodzaju jest zawsze związane z okrętem (statkiem) i jego rodzajem, a więc z jego wielkością, wyposażeniem, rodzajem przewożonego ładunku itp., a także z pozostałymi czynnikami eksploatacyjnymi oraz czynnikami środowiskowymi. Zagrożenie dla ludzi, mienia i środowiska przejawia się zatem poprzez wypadki morskie, tj. poprzez najbardziej typowe ich przebiegi, wyrażone scenariuszami tych wypadków. Proces identyfikacji zagrożeń jest procesem złożonym, dlatego dla potrzeb identyfikacji zagrożeń sporządzane są specjalne arkusze HAZID (*Hazard Identification*). Stosowane są one w realizacji 1. kroku procesu FSA. Przedstawione zostały między innymi w [3]. Bardzo często pojęciem „metoda HAZID” określa się wszystkie jakościowe metody i techniki identyfikacji zagrożeń (por. tabela 2.).

PODSTAWOWE MIARY I KRYTERIA OCENY RYZYKA

Dalej zostaną przedstawione i krótko scharakteryzowane następujące zagadnienia:

- podstawowe miary i oceny ryzyka;
- podstawowe kryteria akceptowalności ryzyka;
- inne miary i kryteria stosowane w procesie FSA.

Podstawowe miary oceny ryzyka to:

- częstości występowania wypadku nadzwyczajnego;
- skutki wypadku nadzwyczajnego;
- wielkość ryzyka.

Podstawowe kryteria oceny ryzyka to:

- kryteria akceptowalności ryzyka dla ludzi i mienia;
- kryteria akceptowalności ryzyka dla środowiska morskiego.

Inne miary i kryteria stosowane w procesie FSA to:

- miary oceny efektywności kosztów;
- kryteria akceptowalności opcji kontroli ryzyka dla ludzi i mienia;
- kryteria akceptowalności opcji kontroli dla środowiska morskiego.

Ocena ryzyka to ocena poziomu zagrożeń dla ludzi, mienia i środowiska morskiego. Zagrożenia te przejawiają się poprzez wypadki morskie wyrażone ich najbardziej prawdopodobnymi scenariuszami. Ocena ryzyka to ocena częstości występowania wypadków morskich (F), skutków tych wypadków (C) oraz wielkości ryzyka (R), czyli poziomu zagrożenia dla ludzi, mienia i środowiska morskiego. Aby porównywać wielkości ryzyka powodowanego bardzo różnymi wypadkamiorskimi dla ludzi i mienia, poziomy zagrożeń muszą być wyrażone w jednakowej mierze. Ogólnie przyjęto, że miara wielkości ryzyka (R) jest to liczba śmiertelnych wypadków, jakie mogą się zdarzyć w jednostce czasu, zwykle w ciągu jednego roku. Wielkość ryzyka może być również wyrażona za pomocą pieniądza, gdyż na podstawie danych towarzystw ubezpieczeniowych łatwo ocenić wartość utraty życia. Jednakże ta ostatnia miara nie jest uniwersalna, gdyż wartość utraty życia (wartość odszkodowania) jest różna w różnych częściach świata.

Częstość występowania wypadku morskiego (F) i jego skutek (C), tj. dotkliwość tego wypadku, a więc i wielkość ryzyka (R) dla ludzi i mienia, określana jest najczęściej za pomocą danych archiwalnych dotyczących wypadków morskich, np. danych Towarzystwa Ubezpieczeniowego Lloyd. Dane statystyczne nie zawsze są jednak dostępne i nie zawsze są wystarczające. Z tego też względu występują trudności określania scenariuszy wypadków, zwłaszcza ich skutków. Identyfikowanie zagrożeń oraz ocenę ryzyka powierza się zatem ekspertom.

Częstość występowania wypadków morskich (F) ustalana jest w stosunku do odpowiedniego czasu, zwykle dotyczy to jednego roku. Natomiast wskaźnik częstości (FJ) występowania wypadku morskiego wskazuje, czy ta częstotliwość jest mała, czy duża.

Skutek wypadku morskiego (C), tzn. jego dotkliwość, wyrażana jest za pomocą liczby wypadków śmiertelnych. Z kolei wskaźnik dotkliwości wypadku morskiego (CJ) wskazuje, czy dotkliwość skutku wypadku jest mała, duża, czy katastrofalna.

Wielkość ryzyka (R) jest to wielkość poziomu zagrożenia. Określa się ją za pomocą częstości wypadku morskiego (F) i dotkliwości jego skutku (C): $R = F \times C$. Wielkość ryzyka wyraża liczbę wypadków śmiertelnych w ciągu roku. Natomiast wskaźnik ryzyka (RJ) informuje, czy ryzyko jest duże, średnie, czy też bardzo małe.

Wielkość ogólna ryzyka będącego skutkiem różnych rodzajów wypadków morskich jest sumą wielkości ryzyka:

$$R_s = \sum_{i=1} R_i ,$$

gdzie R_i — wielkość ryzyka i-tego rodzaju zagrożenia (wypadku morskiego).

Należy nadmienić, że wielkość ryzyka (R) wyrażana jest często w innych jednostkach miary, jak liczba lat trwania inwalidztwa lub choroby: DALY (*Disabled Adjournd Life Years*) czy potencjalna możliwość utraty życia: PLL (*Potential Loss of Lives*). Nie są to jednak uniwersalne wskaźniki ryzyka.

Ryzyko dla środowiska morskiego (R) ustalone jest wg innych zasad niż ryzyko dla ludzi i mienia. Wielkość ryzyka (R) dla środowiska morskiego określa się na podstawie szacowanego czasu powrotu środowiska do normalnego stanu (*recovery*), natomiast czas powrotu do normalnego stanu zależy od wielkości rozlewu. Zalecona przez IMO metodyka ustalania czasu powrotu środowiska do normalnego stanu (regeneracja) opracowana została, jak już wspomniano, przez Norwegię i nazwana standardami NORSOK [21]. W poniższej tabeli zgodnie z nimi podano czasy regeneracji środowiska.

Tabela 3. Rodzaje skażenia środowiska morskiego

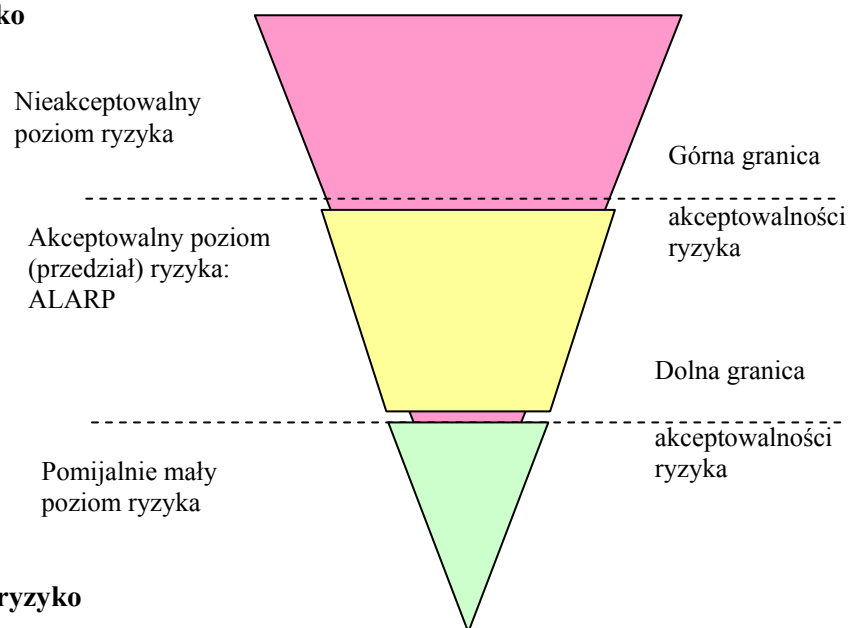
Wielkość skażenia środowiska morskiego	Czas powrotu do normalnego stanu	Akceptowalna częstość	Akceptowalna roczna wartość częstości
Mała	½ roku	< 1 wydarzenia na 10 lat	0,1
Średnia	2 lata	< 1 wydarzenia na 40 lat	$2,5 \times 10^{-2}$
Znaczna	5 lat	< 1 wydarzenia na 100 lat	1×10^{-2}
Bardzo duża	20 lat	< 1 wydarzenia na 400 lat	$2,5 \times 10^{-3}$

Podobnie jak w przypadku oceny miar wielkości ryzyka, również w odniesieniu do akceptowalności ryzyka istnieją odmienne kryteria dla ludzi i mienia, a odmienne dla środowiska morskiego.

Kryteria akceptowalności ryzyka dla ludzi i mienia wyrażane są za pomocą spodziewanej liczby wypadków śmiertelnych w ciągu roku. Przy czym indywidualne kryteria akceptowalności ryzyka różnią się od społecznych. Te ostatnie odnoszą się do zespołów ludzkich, tj. do katastrof morskich, i są co najmniej o rząd wielkości wyższe niż indywidualne poziomy akceptowalności. Rozróżnia się trzy poziomy akceptowalności ryzyka (rys. 2.):

- nieakceptowalny;
- akceptowalny;
- pomijalnie mały.

Duże ryzyko



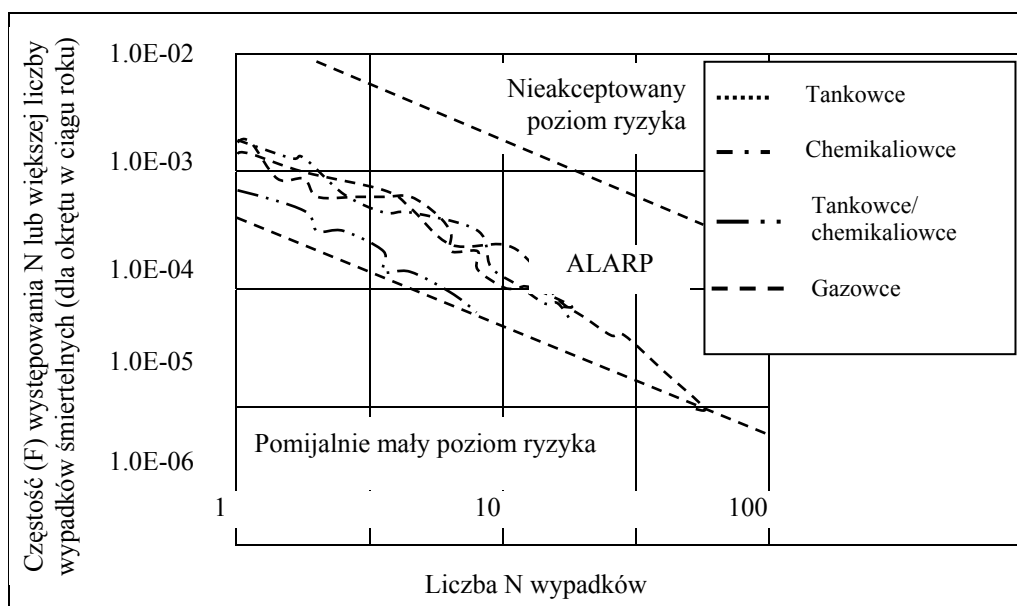
Rys. 2. Kryteria akceptowalności ryzyka dla ludzi i mienia

Akceptowalny poziom ryzyka, a ściślej przedział ryzyka, powszechnie nazywany jest poziomem ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*). W tabeli 4. podano zalecone przez Międzynarodową Organizację Morską kryteria akceptowalności indywidualnego ryzyka [20].

Tabela 4. Kryteria akceptowalności indywidualnego ryzyka

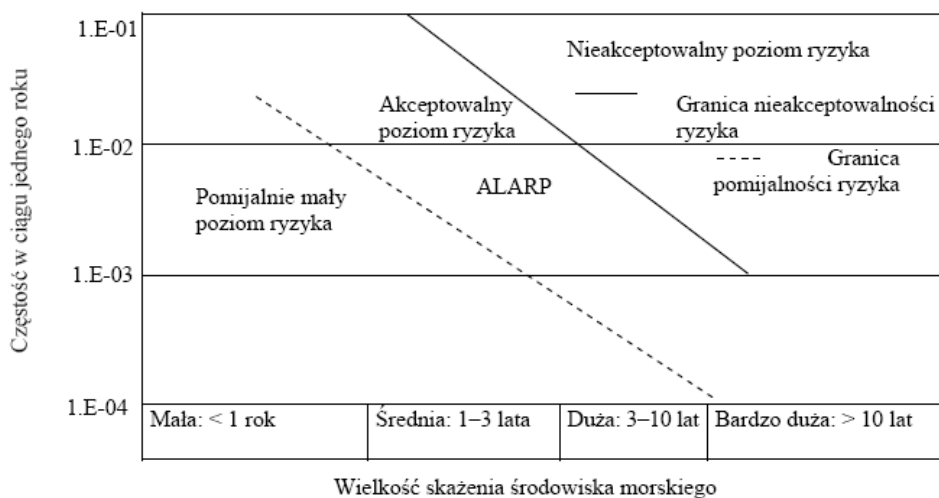
Parametry decyzyjne		Kryteria akceptowalności	
		Dolna granica poziomu akceptowalności (ALARP)	Górna granica poziomu akceptowalności (ALARP)
		Znikomy, tj. ogólnie akceptowalny poziom ryzyka wyrażony liczbą wypadków śmiertelnych w ciągu roku	Maksymalnie tolerowana liczba wypadków śmiertelnych w ciągu roku
Ryzyko indywidualne	Dla członków załogi	10^{-5}	10^{-3}
	Dla pasażerów	10^{-5}	10^{-4}
	Dla osób trzecich, tj. ludzi na brzegu itp.	10^{-5}	10^{-4}
	Wielkości docelowe dla nowych okrętów	10^{-5}	Powyższe wartości powinny być zmniejszone o rząd wielkości
Ryzyko społeczne	Dla grup osób	Zostanie ustalone z uwzględnieniem czynników ekonomicznych (por. uwagi do rys. 3.)	

Ryzyko społeczne to ryzyko wypadku śmiertelnego dla kilku lub kilkunastu osób. Wielkość ryzyka społecznego w dużym stopniu zależy od rodzaju okrętu (statku), na którym znajdują się ludzie.



Rys. 3. „Wykres FN”, który wyraża zależności pomiędzy częstością (F) występowania wypadku śmiertelnego dla N lub większej liczby osób a liczbą (N) wypadków śmiertelnych [20]

Na rysunku 4. przedstawione zostały kryteria akceptowalności ryzyka dla środowiska morskiego [21, 22].



Rys. 4. Kryteria akceptowalności ryzyka dla środowiska

WNIOSKI

Bezpieczeństwo morskie, tj. bezpieczeństwo życia, mienia i środowiska morskiego, staje się coraz bardziej istotnym problemem. Kontrola ryzyka, czyli ocena poziomu bezpieczeństwa morskiego oraz wybór możliwości, a także skutecznych sposobów wpływania na poziom tego bezpieczeństwa, stają się przedmiotem coraz większej troski i działalności międzynarodowych (IMO, IALA), ponadregionalnych (UE), regionalnych (Morze Bałtyckie) i narodowych (administracje i urzędy morskie państw) organizacji oraz instytucji.

Przedmiotem niniejszego artykułu są zasady, metody i techniki oraz normy i procedury stosowane w dwóch pierwszych krokach procesu FSA, tj. w procesie identyfikacji zagrożeń oraz w procesie oceny wielkości ryzyka. Autorzy starali się przedstawić najbardziej istotne elementy, te zagadnienia, które są w niedostatecznym stopniu przedstawione w literaturze przedmiotu. Ocena ryzyka i kontrola ryzyka stają się bowiem nowym, coraz bardziej istotnym obszarem profesjonalnych umiejętności, wiedzy i działalności naukowej nawigacji morskiej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Chung Pine Lu and 3 others, *Navigation Safety Analysis in Taiwanese Ports*. „The Journal of Navigation”, 2006, No 2.
- [2] Dyrzcz Cz., *Terroryzm początku XX wieku jako zagrożenie bezpieczeństwa międzynarodowego i narodowego*, AMW, Gdynia 2005.
- [3] *Formal Safety Assessment (FSA of Bulk Carriers Safety)*, Study of Bulk Carriers Safety carried out by Japan, MSC 75/5/2.
- [4] Gucma S., *Nawigacje pilotażowe*, Fundacja Rozwoju Przemysłu Okrętowego i Gospodarki Morskiej, Gdańsk 2004.
- [5] *Guidelines for Formal Safety Assessment (FSO) for use in IMO rule-making process*, MSC/Circ. 1023 and MPEC /Circ. 392, 2002.
- [6] *Human Factors*, materiały internetowe, 19.07.2006.
- [7] *Human Reliability Analysis*, materiały internetowe, 19.07.2006.
- [8] *IALA NAVGUIDE*. 5th Edition, 2006.
- [9] *IALA Recommendation 0-134 on the IALA Risk Management. Tools for Ports and Restricted Waterways*, May 2006.
- [10] Jukins B. D. *Risk Analysis. Risk Management*, materiały internetowe, 19.07.2006.
- [11] Kontovas Ch. A., *Formal Safety Assessment, Critical Review and Future Role*, Diploma Thesis, University of Athens, 2005.
- [12] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *The Maritime Safety System; Its Components and Elements*, „The Journal of Navigation”, 2001, No 2.
- [13] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Morski system Bezpieczeństwa i Ochrony oraz sposoby jego doskonalenia*. „Budownictwo Okrętowe”, 2004, cz. 1, nr 2 i cz. 2, nr 4.
- [14] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Skoordynowany System Bezpieczeństwa Morskiego, Ochrony i Obrony jako ważny czynnik w wojnie ze światowym terroryzmem*, „Myśl Wojskowa”, 2006, nr 1.
- [15] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Formalna ocena Bezpieczeństwa Morskiego*, AMW, Gdynia 2006.
- [16] Kopacz Z., Morgaś W., Urbański J., *Próba zilustrowania zasad zastosowania Formalnej Oceny Bezpieczeństwa Morskiego (FSA)*, „Zeszyty Naukowe” AMW, 2006, nr 4.
- [17] Królikowski A., Urbański J., Duda D., Morgaś W., Kopacz Z., *System Bezpieczeństwa Morskiego na obszarach morskich RP; Kilka propozycji odnośnie jego doskonalenia*, materiały XIII Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Rola nawigacji w zabezpieczeniach działalności ludzkiej na morzu”, AMW, 2002.

- [18] Kubiak K., *Ucieczka przed gazowym szantażem. Bałtycki szlak transportu surowców energetycznych*, Dolnośląska Szkoła Edukacji TWP we Wrocławiu, 2006.
- [19] Łusznikow E. M., Ferlas Z., *Bezpieczeństwo Żeglugi*, Wyższa Szkoła Morska, Szczecin 1999.
- [20] Materiały 83. Sesji Komitetu Bezpieczeństwa Morskiego (MSC 83(2007)) dotyczące FSA.
- [21] *NORSOK Standards. Risk and Emergency Preparedness Analysis*, Z-013, 1998.
- [22] *Overview of the project SAFEDOR (Design, Operation and Regulation for Safety)*, materiały informacyjne MSC 83/INF i materiały internetowe.
- [23] *Naval Cooperation and Guidance for Shipping (NCAGS,)* Study draft NATO PIP, Unclassified, January 2002.
- [24] Podstawowe międzynarodowe konwencje morskie i bezpieczeństwa morskiego (UNCLOS III, SOLAS 74, COLREG 72, MARPOL 73/78, STCW 78/95, SAR 79 i in.) wraz z odpowiednimi kodeksami do SOLAS 74 i MARPOL 73/78, *Convention on the Protection of the Maritime Environment of the Baltic Sea*, 1992, a także odpowiednie dyrektywy Parlamentu i Rady Unii Europejskiej oraz uchwały (deklaracje) Komisji Helsińskiej.
- [25] *Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA)*, Workshop Guide Office of Vessel Traffic Management, USCG, July 2005.
- [26] *Risk Analysis Methodologies*, materiały internetowe.
- [27] Rosquist T., Tuominen R. *Qualification of Formal Safety Assessment. An Explamatory Study*, „Safety Sciences”, 2003.
- [28] Ustawy RP dotyczące bezpieczeństwa morskiego i ochrony: ustawa Kodeks Morski 1961; ustawa o obszarach morskich RP i administracji morskiej 1991; ustawa o ochronie granicy państwowej 1990; ustawa o Straży Granicznej 1990; ustawa o portach i przystaniach morskich 1997; ustawa o bezpieczeństwie morskim 2000; ustawa o prawie ochrony środowiska 2001; ustawa o organizacji i sposobie zwalczaniu zanieczyszczeń na morzu 2002; ustawa o ochronie żeglugi i portów (projekt).
- [29] Walczak A., *Piractwo i terroryzm morski*, Szczecin 2004.

ABSTRACT

In this paper, an attempt has been made to discuss and present the most important issues of the Formal Safety Assessment (FSA). Especially such notions as: risk analysis, risk control, methods and techniques of risk analysis and evaluation, as well as risk acceptance criteria have been discussed and presented.

Recenzent prof. dr inż. kpt. ż.w. Aleksander Walczak