

Karolina STASZEWSKA¹

DRUGA GENERACJA KRYTERIÓW OCENY STATECZNOŚCI STATKÓW W STANIE NIEUSZKODZONYM WEDŁUG IMO

Artykuł przedstawia wnioski z prac Podkomitetu SLF nad rozwojem kryteriów stateczności drugiej generacji. Zaprezentowano aktualnie stosowane podejście do zapewnienia bezpieczeństwa statecznościowego statkom wraz z krytyczną jego oceną. Przedstawiono działania podejmowane przez IMO w celu poprawy bezpieczeństwa statecznościowego statków w stanie nieuszkodzonym. Zaprezentowano również koncepcję kryteriów podatności, na podstawie której opracowywane są kryteria drugiej generacji.

SECOND GENERATION INTACT STABILITY CRITERIA ACCORDING TO IMO

The paper presents conclusion of the work of the Sub-committee SLF on the development of second generation intact stability criteria. Present approach to stability assurance together with its critical assessment is presented. The paper also describes efforts which are being made by IMO to enhance safety of ships stability. The vulnerability concept as a basis of second generation intact stability criteria is described.

1. WSTĘP

W dawnych czasach podróże morskie obciążone były dużym ryzykiem utraty życia i mienia a także zanieczyszczenia środowiska naturalnego. W tamtym czasie ogromne ryzyko związane z podróżą morską na pokładzie statku było powszechnie znane i akceptowane, natomiast wiedza o tym jak budować bezpieczne statki oparta była jedynie na doświadczeniu, które zdobywano metodą prób i błędów. Błędami były oczywiście katastrofy morskie. Wnioski z zaistniałych wypadków pozwalały tworzyć zarys zaleceń dotyczących właściwych proporcji i wymiarów kadłuba statku oraz jego konstrukcji, takich, które miały zapewnić stateczność oraz dobre właściwości morskie. Zalecenia te były przekazywane z pokolenia na pokolenie między budowniczymi statków i były pilnie strzeżone.

W dzisiejszych czasach znaczne ryzyko towarzyszące podróżom morskim nie może już być akceptowane. Podejmuje się więc wszelkie działania zmierzające do jego redukcji.

¹Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacji Morskiej; 70-500 Szczecin; ul. Wały Chrobrego 1-2.
tel: + 48 91 480-93-87, e-mail: k.staszewska@am.szczecin.pl

I choć liczba wypadków, w których za bezpośrednią przyczynę uznano stateczność jest niewielka, to jednak przewrócenie się statku z reguły pociąga za sobą poważne skutki, takie jak śmierć załogi i pasażerów, zanieczyszczenie środowiska a także utrata ładunku i statku.

Bezpieczna eksploatacja statku w dużej mierze uzależniona jest od poziomu bezpieczeństwa statecznościowego, jaki dany statek w konkretnym stanie załadowania prezentuje. Dlatego aspekt bezpieczeństwa statecznościowego statku jest przedmiotem oceny dokonywanej zarówno na etapie projektowania jak i eksploatacji.

Stosowane obecnie kryteria oceny stateczności statku tworzone były w połowie XX wieku i już od momentu ich wprowadzenia poddawane były słusznej krytyce. Stąd działania podejmowane przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO), a właściwie Podkomitet SLF (Podkomitet ds. Stateczności, Linií ładunkowych i Bezpieczeństwa Statków Rybackich) zmierzające do zmodyfikowania obecnie obowiązujących kryteriów stateczności. Związane jest to z dążeniem do ujednoczenia standardów oceny stateczności statków w stanie nieuszkodzonym obowiązujących na całym świecie, jak również do wyeliminowania założeń i uproszczeń przyjętych w aktualnie stosowanych kryteriach, na rzecz kryteriów uwzględniających zachowanie się statku w warunkach morskich.

2. STATECZNOŚĆ STATKU W STANIE NIEUSZKODZONYM

Stateczność statku morskiego, a w szczególności jego stateczność poprzeczna w stanie nieuszkodzonym jest bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo działalności człowieka na morzu. Jest warunkiem użyteczności statku, jako środka transportu. Utrata stateczności statku prowadzi najczęściej do jego przewrócenia, co wiąże się ze stratą statku, ładunku i poważnym zagrożeniem życia ludzkiego [13]. Odpowiednią stateczność zapewnia się statkom poprzez spełnienie kryteriów oceny wymaganych odpowiednimi przepisami.

Obecnie stosowane kryteria opierają się na podejściu deterministycznym i mają charakter preskrypcyjny. Są one formułowane tak, że odpowiednie parametry powinny być większe niż/ lub mniejsze niż jakaś określona wielkość i wyrażane są w formie nierówności. Parametry stosowane do ilościowego opisu stateczności, będące miernikami stateczności opracowywane były w różnym czasie. Do najważniejszych z nich zaliczyć należy: wolną burtę, początkową wysokość metacentryczną, ramię prostujące oraz pole pod krzywą ramion prostujących.

Wymagania w zakresie minimalnej wolnej burty opracowane i wdrożone do eksploatacji zostały w drugiej połowie XVIII wieku, chociaż znak woleje burty stosowany był już w średniowieczu. Obecnie przepisy wolnej burty mają formę wymagań międzynarodowych i zawarte są Międzynarodowej konwencji o liniach ładunkowych.

Początkowa wysokość metacentryczna, która jest miarą stateczności początkowej statku, zdefiniowana została w połowie osiemnastego wieku. Jednak dopiero od połowy XX wieku zaczęto określać minimalne jej wartości, po przekroczeniu których stateczność statku uznawana była za wystarczającą.

Krzywa ramion prostujących, jako funkcja przedstawiająca zależność ramienia prostującego od kąta przechyłu dla konkretnego stanu załadowania statku, razem z początkową wysokością metacentryczną są podstawowymi miernikami stateczności wykorzystywanymi aktualnie do zabezpieczania statku przed przewróceniem się. Graniczne parametry krzywej ramion prostujących, które muszą być zapewnione, aby uznać, iż statek

ma wystarczającą stateczność, opracowane zostały z wykorzystaniem badań statystycznych statków, które przewróciły się w określonych warunkach pogodowych. Natomiast określenie minimalnych wartości pól powierzchni pod krzywą ramion prostujących jest próbą uwzględnienia czynników dynamicznych działających na statek.

Wielkości związane ze statecznością muszą być określane i oceniane na etapie projektowania a następnie przed każdym wyjściem statku w morze. Ocena stanu załadowania statku przed wyjściem w morze należy do kadry zarządzającej, choć odpowiedzialność zawsze spoczywa na kapitanie jednostki. W przypadku, gdy wynik oceny jest negatywny, statek w danym stanie załadowania według prawa jest niezdatny do żeglugi. Ocena stateczności z punktu widzenia bezpieczeństwa statku dokonywana jest również w trakcie podróży morskiej.

Podstawowe publikacje, które zawierają obowiązujące każdy statek przepisy odnośnie stateczności (choć nie tylko) zostały opracowane przez IMO i należą do nich:

- Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu – Konwencja SOLAS
- Międzynarodowa konwencja o liniach ładunkowych – Konwencja Load Line
- Międzynarodowy Kodeks Stateczności w Stanie Nieuszkodzonym – 2008 IS Code [5].

Kodeks stateczności zawiera podstawowe kryteria oceny stateczności opracowane i przyjęte przez IMO. W obecnej formie *Kodeks* podzielony jest na dwie części. Część A zawiera wymagania obowiązkowe natomiast część B zalecenia oraz wytyczne uzupełniające. Od 1 lipca 2010 wymagania *Kodeksu* są obowiązkowe dla wszystkich statków objętych przepisami Konwencji SOLAS oraz Konwencji o Liniach Ładunkowych.

Poza wspomnianymi powyżej publikacjami, IMO opublikowała również okólnik MSC.1/Circ.1228 [4] zawierający „Znowelizowane wytyczne dla kapitana w zakresie unikania niebezpiecznych sytuacji w niesprzyjających warunkach pogodowych i stanie morza”. Publikacja ta ma formę zaleceń i często traktuje się ją jako uzupełnienie *Kodeksu stateczności* na potrzeby eksploatacji. Wytyczne te mają dostarczyć kapitanowi statku podstawowych informacji, pomocnych przy podejmowaniu decyzji w zakresie manewrowania statkiem w trudnych warunkach pogodowych oraz w celu unikania niebezpiecznych zjawisk związanych z falowaniem morza.

3. KRYTYKA OBOWIĄZUJĄCEGO PODEJŚCIA DO OCENY STATECZNOŚCI

Stosowane obecnie podejście do oceny stateczności statków w stanie nieuszkodzonym funkcjonuje już ponad pół wieku i niezmiennie poddawane jest krytyce.

Podstawowe mankamenty aktualnie stosowanych kryteriów są następujące:

- kryteria dalekie są od uwzględniania skomplikowanych zjawisk fizycznych związanych z hydromechaniką okrętu. Odnoszą się w zasadzie do krzywej ramion prostujących obliczanej dla wody spokojnej. Jedyną próbą uwzględnienia oddziaływania wiatru i fali na statek jest kryterium pogody, ale i temu kryterium zarzuca się przyjęcie zbyt uproszczonego modelu fizycznego i uwzględnienie tylko przypadku, gdy statek ustawiony jest burtą do wiatru przy zerowej prędkości.
- Opracowane zostały w latach 60-tych z wykorzystaniem metody opartej na statystyce wypadków statecznościowych zaistniałych w przeszłości. Ponieważ charakterystyki statków wówczas eksploatowanych różnią się od jednostek współcześnie budowanych, dlatego nie ma pewności, że tak uzyskane kryteria zapewnią nowoczesnym jednostkom odpowiedni poziom bezpieczeństwa.

- Dane statystyczne, które poddano analizie na etapie formułowania obecnych wymagań były niezbyt obszerne (populacja statków z każdej badanej kategorii była mała) i często nie do końca zweryfikowane.
- Niezbyt zaawansowane narzędzia wspomagające projektowanie i obliczenia były dostępne na etapie formułowania obecnie obowiązujących kryteriów.
- Niektóre z istniejących kryteriów zbyt rygorystycznie ograniczają charakterystyki projektowe nowobudowanych statków. Szczególnie dotyczy to statków o dużej powierzchni nawiewu, które ze względu na swoją konstrukcję nie są w stanie spełnić kryterium pogody a doświadczenie uzyskane na podstawie np. badań modelowych pokazuje, że są to statki bezpieczne.
- Nowoczesne statki mogą być narażone na niepożądane zjawiska towarzyszące ruchowi jednostki na fali, których ze względu na brak doświadczeń z eksploatacji statków o podobnych parametrach nie można przewidzieć.

Osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo statecznościowego statku w eksploatacji powinny zdawać sobie sprawę z ograniczeń i wad stosowanych kryteriów oceny. Rutynowe stosowanie przepisów może bowiem prowadzić do fałszywego poczucia bezpieczeństwa i przekonania, że skoro kryteria są spełnione to, niezależnie od podejmowanych przez załogę decyzji operacyjnych, statek jest bezpieczny pod względem statecznościowym. Należy jednak zaznaczyć, że wprowadzenie i stosowanie obecnie obowiązujących przepisów przyczyniło się do znacznej poprawy bezpieczeństwa statecznościowego statków a zdarzające się wypadki nie zawsze są wynikiem wymienionych mankamentów, czasem po prostu przyczyną jest nie spełnienie wymaganych kryteriów. Poza tym zaletą przepisów preskrypcyjnych jest ich jednoznaczność i prostota.

4. DZIAŁANIA IMO W CELU POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA STATECZNOŚCIOWEGO STATKÓW W STANIE NIEUSZKODZONYM

Międzynarodowa Organizacja Morska jest wyspecjalizowaną agendą ONZ zajmującą się sprawami bezpieczeństwa życia na morzu i ochroną środowiska morskiego. IMO działa poprzez następujące organy: Zgromadzenie, Radę, pięć Komitetów oraz Sekretariat. Dwa z komitetów - Komitet Bezpieczeństwa na Morzu (MSC), oraz Komitet Ochrony Środowiska Morskiego (MEPC) realizują swoje zadania przy pomocy Podkomitetów. Podkomitety zostały powołane w celu wykonania prac w określonych dziedzinach. Do spraw Stateczności i Linii Ładunkowych oraz Bezpieczeństwa Statków Rybackich powołano Podkomitet SLF (Sub-Committee on Stability and Load Lines and on Fishing Vessels Safety). Podstawowym efektem działania Podkomitetu SLF są międzynarodowe przepisy bezpieczeństwa, które publikowane są w formie konwencji, kodeksów, rezolucji, wytycznych itp.

Uznając zarzuty wobec obecnie stosowanych kryteriów oraz słuszność stwierdzenia, że jedną z możliwych metod poprawy bezpieczeństwa statecznościowego statków, jest ustalenie jednolitych zasad i przepisów obowiązujących w ogólnoświatowej żegludze, Podkomitet SLF podjął (w 2002 roku) działania, które miały doprowadzić do opracowania ulepszonych kryteriów. Założono, że prace będą prowadzone w dwóch etapach – krótko- oraz długo-terminowym.

Etap krótkoterminowy (zakończony w 2008 roku) doprowadził do podzielenia *Kodeksu stateczności* na dwie części, z których pierwsza uzyskała, poprzez zapisy

w znolizowanych Konwencjach SOLAS oraz Load Line, status obowiązujący a druga pozostaje zaleceniem. Wcześniej przepisy statecznościowe zebrane były w „Kodeksie stateczności w stanie nieuszkodzonym dla wszystkich typów statków objętych wymaganiami IMO” przyjętym w 1993 roku rezolucją A. 749 (18) [3]. Ten kodeks po przyjęciu miał status zalecenia. W 1998 roku do kodeksu wprowadzone zostały pierwsze poprawki. Obecnie po podzieleniu na dwie części (A i B) *Kodeks stateczności* prezentuje aktualny poziom wiedzy w odniesieniu do bezpieczeństwa statecznościowego statków. Drobne korekty treści, których dokonano nie spowodowały zmiany w stosowanych kryteriach. Podstawę nowego *Kodeksu stateczności* stanowią nadal kryteria opracowane w latach 60-tych i 70-tych ubiegłego wieku. Nowością jest jednak to, że znolizowany *Kodeks* zawiera klauzulę zezwalającą Administracji na zastosowanie w stosunku do pojedynczego statku lub grupy statków alternatywnych metod oceny stateczności, udowadniających, że bezpieczeństwo statku jest wystarczające.

Etap długoterminowy, polegać miał na opracowaniu kryteriów tzw. „performance based”, czyli kryteriów uwzględniających charakterystyki ruchu statku w różnych warunkach pogodowych i nawigacyjnych. Dyskusja tocząca się na forum Podkomitetu SLF dotyczyła dwóch możliwych opcji rozwiązania problemu i odpowiedzi na pytanie jak miałyby wyglądać takie kryteria. Pierwsza propozycja zakładała, że powinny to być kryteria deterministyczne, oparte na ulepszonym, bardziej dokładnym, modelu fizycznym przewracania się statku na wzburzonym morzu. Druga propozycja zakładała, że kryteria miałyby być oparte na obliczaniu prawdopodobieństwa przewrócenia się statku.

W wyniku dyskusji podjęto decyzję, że w obecnym stanie wiedzy i możliwości obliczeniowych nie jest uzasadnione opracowywanie metody opartej na analizie ryzyka dla wszystkich statków. Uzgodniono więc, że zadanie długoterminowe będzie realizowane przez opracowanie kryteriów zgodnie z koncepcją podatności. Zadanie, które początkowo realizowane było pod nazwą „rozwój nowej generacji kryteriów stateczności statków w stanie nieuszkodzonym” zostało na posiedzeniu Podkomitetu SLF w 2011 roku przemianowane na „rozwój drugiej generacji kryteriów stateczności...”, tak aby w przyszłości określenie „nowej generacji” nie budziło wątpliwości. Jednoznaczność nazewnictwa jest ważna w kontekście ciągłego dążenia IMO do poprawy bezpieczeństwa oraz dostosowywania obowiązujących przepisów do aktualnego stanu wiedzy i ewoluujących konstrukcji statków wprowadzanych do eksploatacji

Prace nad rozwojem drugiej generacji kryteriów stateczności statków w stanie nieuszkodzonym trwają nadal i w chwili obecnej ich zakończenie planowane jest na rok 2012. Warto zaznaczyć, że jest to tylko jedno z wielu realizowanych przez Podkomitet ds. Stateczności, Linii ładunkowych i Bezpieczeństwa Statków Rybackich (SLF) zadań.

5. DRUGA GENERACJA KRYTERIÓW STATECZNOŚCI WG IMO – KONCEPCJA KRYTERIÓW PODATNOŚCI

Głównym zadaniem towarzyszącym próbie tworzenia nowych kryteriów statecznościowych jest identyfikacja zagrożeń, czyli scenariuszy, które mogą doprowadzić do utraty stateczności statku. Analiza wypadków statecznościowych, którym uległy statki o nowoczesnych konstrukcjach pokazuje, że statki takie, pomimo spełniania obowiązujących je kryteriów nie zawsze są bezpieczne. Zdefiniowano więc, początkowo 4,

obecnie już 5 scenariuszy zdarzeń, mogących potencjalnie zagrozić bezpieczeństwu statecznościowemu statku w trakcie żeglugi na morzu – tzw. stability failure modes.

Awarie statecznościowe rozpatrywane w tym temacie dotyczą oczywiście stateczności statków w stanie nieuszkodzonym. Pod pojęciem awarii statecznościowej należy rozumieć stan, w którym statek w swoim ruchu przekracza graniczne wartości kątów przechyłu oraz przyspieszeń.

Wg koncepcji IMO [7] druga generacja kryteriów oceny stateczności statków w stanie nieuszkodzonym ma dostarczyć minimalnych wymagań odnoszących się do konstrukcji statków tzw. niekonwencjonalnych, które pozwolą zabezpieczyć statek przed utratą stateczności podczas ruchu statku na fali. Jako wymagające uwzględnienia w nowych kryteriach zaliczono następujące potencjalne scenariusze awarii statecznościowych:

- utratę stateczności na grzbiecie fali,
- rezonans parametryczny,
- zjawisko surf-ridding-u oraz broaching-u (brak polskich określeń zjawiska, które polega na unoszeniu statku przez falę i w konsekwencji ustawieniu się statku burtą do fali i wiatru),
- utratę napędu, oraz
- nadmierną stateczność statku.

W tabeli zamieszczonej poniżej przedstawione zostały charakterystyki wymienionych awarii statecznościowych.

Tab.1. Charakterystyki awarii statecznościowych w kryteriach drugiej generacji

CHARAKTER AWARII STATECZNOŚCIOWEJ	
Utrata stateczności na grzbiecie fali	W sytuacji, gdy statek znajdzie się na grzbiecie fali następuje zmiana kształtu podwodnej części kadłuba a to z kolei powoduje zmniejszenie się ramion prostujących statek. Zmniejszenie się ramion prostujących jest proporcjonalne do wysokości fali, na której statek płynie. Najmniej korzystna sytuacja występuje, kiedy długość statku jest porównywalna z długością fali jak również, gdy prędkość statku jest zbliżona do prędkości rozchodzenia się fali.
Rezonans parametryczny	Sytuacja ma miejsce wówczas, gdy częstość spotkaniowa statku z falą jest równa mniej więcej połowie częstości kołysań własnych statku. Mogą nastąpić wówczas duże amplitudy kołysania oraz związane z nimi przyspieszenia. Zjawisko to występuje przede wszystkim przy żegludze pod falę.
Zjawisko Surf-ridding-u oraz Broaching-u	Następuje, gdy statek płynie zgodnie z kierunkiem rozchodzenia się fali. Gdy statek znajdzie się na stromym zboczu fali może dojść do unoszenia statku przez tę falę (surfing). Bardzo często towarzyszy temu utrata stateczności kursowej i ustawienie się statku burtą do fali (broaching). Zjawisko to następuje w sposób gwałtowny i może prowadzić do bardzo dużych amplitud kołysania a nawet przewrócenia się statku

Statek bez napędu	Rozważana jest sytuacja, gdy statek pozbawiony napędu narażony jest na działanie falowania morza i wiatru. Obecnie stosowane kryterium pogody uważa się w tym zakresie za niewystarczające, ponieważ opiera się na uproszczonym modelu fizycznym i rozważa jedynie scenariusz, w którym statek przy zerowej prędkości ustawiony jest bokiem do wiatru i narażony na działanie fali.
Nadmierna stateczność	Sytuacja taka ma miejsce, gdy wartość początkowej wysokości metacentrycznej jest na tyle duża, że okres kołysań bocznych statku jest krótki. W konsekwencji statek kołysze się szybko i gwałtownie, czemu towarzyszą duże przyspieszenie ruchu i znaczne siły bezwładności. Taka sytuacja jest przykra dla ludzi i szkodliwa dla wiązań statku oraz jego wyposażenia jak również dla mocowania i samego ładunku. Szczególnie niebezpieczna jest sytuacja, gdy okres kołysań własnych statku jest równy z pozornym okresem fali (rezonans). Obecnie obowiązujące kryteria statecznościowe normują jedynie minimalną wymaganą wartość początkowej wysokości metacentrycznej.

Niebezpieczeństwo przewrócenia się statku rośnie, gdy w opisanych powyżej sytuacjach na statek działają dodatkowo momenty przechylające pochodzące od wiatru lub wody zgromadzonej na pokładzie.

Przedstawione powyżej scenariusze awarii statecznościowych mogą mieć różne konsekwencje. W zależności od tych konsekwencji można zakwalifikować awarie jako prowadzące do całkowitej lub częściowej utraty stateczności.

Tab.2. Podział awarii statecznościowych ze względu na skutki

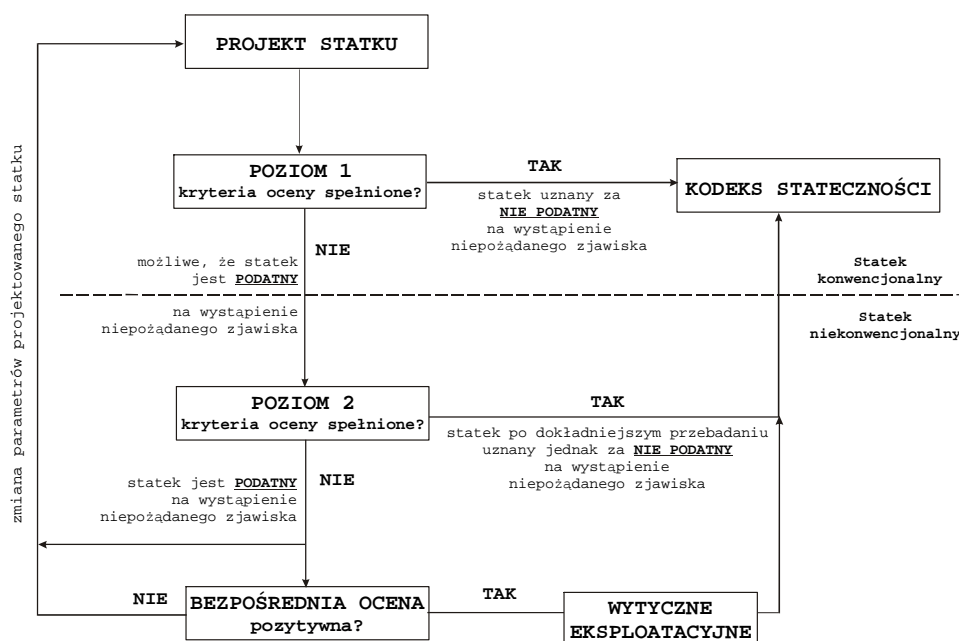
TYP AWARII STATECZNOŚCIOWEJ	SKUTKI
Całkowita utrata stateczności	Przewrócenie się statku, statek staje się niezdolny do eksploatacji oraz istnieje duże prawdopodobieństwo utraty życia przez członków załogi i pasażerów
Częściowa utrata stateczności	Występują bardzo duże kołysania statku i/lub nadmierne przyspieszenia kołysań, które choć nie doprowadzą do utraty statku, to jednak mogą utrudnić normalną jego eksploatację oraz mogą stwarzać zagrożenie dla załogi, pasażerów, ładunku lub wyposażenia statkowego.

Projekt kryteriów drugiej generacji oparty jest na koncepcji podatności. Zakłada się w nim trzy poziomy oceny. Dwa pierwsze poziomy mają się opierać na ocenie podatności statku natomiast trzeci poziom, mający uwzględniać zachowanie się statku podczas ruchu na fali, oparty ma być na bezpośredniej ocenie stateczności.

Kryteria powinny być sformułowane w taki sposób, aby statek przechodził na kolejne poziomy oceny tylko wówczas, gdy zakwalifikowany zostanie jako statek niekonwencjonalny. Statek niekonwencjonalny można zdefiniować jako statek, który na pierwszym poziomie kryteriów oceny podatności uznany zostaje jako narażony na występowanie niekonwencjonalnych awarii statecznościowych, czyli takich zagrożeń

stateczności, które nie zostały w dostateczny sposób uwzględnione w aktualnie obowiązujących przepisach.

Schemat postępowania w trakcie badania podatności statku na każdą z rozpatrywanych awarii statecznościowych będzie taki sam. Natomiast stosowane kryteria oceny i procedury opracowywane będą indywidualnie dla kolejnych poziomów oceny oraz odpowiednio dla każdej z potencjalnych awarii statecznościowej. Schemat oceny podatności statku może wyglądać następująco:



Rys.1. Trójstopniowy system oceny podatności statku

Pierwszy i drugi poziom oceny podatności powinny mieć charakter uniwersalny tak, aby można je było zastosować w odniesieniu do różnych statków. Trzeci poziom oceny, przewidziany jest dla statków, które nie spełniły kryteriów podatności na pierwszych dwóch poziomach. Na poziomie bezpośredniej oceny stateczności statek poddawany jest badaniu według specjalnie dla niego opracowanej procedury. Wynikiem przeprowadzenia bezpośredniej oceny stateczności statku powinna być decyzja o zmianach w projekcie jednostki albo, jeśli wynik badania będzie pozytywny, opracowanie dla badanej jednostki wytycznych eksploatacyjnych. Aby ominąć etap bezpośredniej oceny, należy zmienić parametry statku tak, aby konstrukcja spełniała kryteria pierwszego lub drugiego poziomu podatności. Statek uzyskuje pozytywną ocenę na poziomie trzecim, jeśli Administracja, której ocenie podlega statek uzna, że wyniki z bezpośredniej oceny są zadowalające, czyli, że statek prezentuje satysfakcjonujący poziom bezpieczeństwa w odniesieniu do awarii na którą jest podatny. Jeśli administracja uzna to za konieczne, opracowane wytyczne eksploatacyjne powinny zostać uzupełnione o niezbędne szkolenie załogi statku.

Tab.3. Charakterystyka poziomów oceny według kryteriów podatności

POZIOM	CEL	METODA OCENY
POZIOM 1	Odpowiedź na pytanie czy statek jest konwencjonalny czy też niekonwencjonalny.	Proste wzory lub procedury oceny, o poziomie skomplikowania zbliżonym do kryteriów zawartych w <i>Kodeksie stateczności</i> . Kryteria powinny być proste – oparte na charakterystykach hydrostatycznych statku.
POZIOM 2	Odpowiedź na pytanie czy statek jest podatny na zdefiniowane zagrożenie (potwierdzenie oceny dokonanej na Poziomie 1.) oraz uzasadnienie zastosowania metody oceny bezpośredniej.	Metoda bardziej skomplikowana od stosowanej na Poziomie 1, bardziej zbliżona do hydromechaniki, ale mimo wszystko nadal zawierająca uproszczenia. Dąży się do tego, aby metoda nie wymagała zbyt dużego wysiłku obliczeniowego i była prosta w stosowaniu.
(POZIOM 3) OCENA BEZPOŚREDNIA	Ocena poziomu bezpieczeństwa oraz przygotowanie wytycznych eksploatacyjnych	Skomplikowana procedura. Zakłada się wykorzystanie aktualnego stanu wiedzy w celu uwzględnienia zachowania się statku podczas ruchu na fali i przy oddziaływaniu wiatru. Należy uwzględnić obszar oraz warunki eksploatacji statku podlegającego ocenie. Dostępne metody oceny to np. symulacje komputerowe, badania modelowe.
WYTYCZNE EKSPLOA- -TACYJNE	Pomoc przy podejmowaniu decyzji manewrowych mających zapewnić bezpieczną eksploatację statku podatnego na rozpatrywaną awarię	nie dotyczy

Opracowana na podstawie opisanej powyżej koncepcji druga generacja kryteriów oceny stateczności statku będzie stanowiła uzupełnienie obecnych kryteriów. Oznacza to, że każdy statek będzie musiał spełniać wszystkie obowiązujące go kryteria zawarte w części A *Kodeksu stateczności* a dodatkowo będzie musiał spełnić kryteria pierwszego poziomu podatności dla każdej z uwzględnionych awarii statecznościowych. Jeśli statek na pierwszym poziomie oceny zakwalifikowany zostanie jako niekonwencjonalny wówczas podlegał będzie dalszej procedurze oceny w ramach kryteriów drugiej generacji.

Warto zauważyć, że nowo opracowywane kryteria mają strukturę modułową, co pozwala na dodawanie, usuwanie lub zastępowanie poszczególnych elementów bez konieczności zmiany uzgodnionego już systemu kryteriów.

Możliwe jest, że w przyszłości kryteria drugiej generacji będą stanowiły alternatywę lub zastąpią obecnie stosowane kryteria. Aby tak się stało, omówiony zestaw kryteriów musiałaby zostać uzupełniony o kolejne z potencjalnych awarii statecznościowych tak, aby

uwzględniał wszystkie zagrożenia dla stateczności danego typu statków. Ten etap musiałby jednak zostać poprzedzony pomyślnym stosowaniem kryteriów drugiej generacji w formie uzupełnienia *Kodeksu stateczności*.

6. KRYTERIA PODATNOŚCI -WYZWANIA NA PRZYSZŁOŚĆ

Prace nad konkretnymi kryteriami oraz procedurami oceny, które powinny być przypisane kolejnym poziomom oceny odpowiednio dla każdej z rozpatrywanych awarii statecznościowych nadal trwają. Wraz z rozwojem wiedzy i dostępnych narzędzi obliczeniowych pozwalających na coraz dokładniejsze odwzorowanie ruchu statku na wzburzonym morzu, będzie można zastępować opracowane wcześniej kryteria nowymi - udoskonalonymi. Jednocześnie Podkomitet SLF dopuszcza możliwość uzupełnienia w przyszłości zestawu rozpatrywanych scenariuszy awarii statecznościowych o kolejne.

Zauważa się także potrzebę ujednoczenia struktury kryteriów drugiej generacji tak, aby uniknąć ewentualnych rozbieżności w rozumieniu koncepcji kryteriów podatności. Nad opracowaniem konkretnych kryteriów pracuje bowiem równoległe kilka delegacji uczestniczących w sesjach Podkomitetu SLF, w tym również delegacja z Polski.

Jak dotąd nie uzgodniono szczegółowych zasad opracowywania wytycznych eksploatacyjnych. Istnieją sugestie, aby konkretne wytyczne wzorowane były na wytycznych zawartych w okólniku MSC.1/Circ.1228 [4]. Takie Wytyczne Eksploatacyjne powinny być opracowane z uwzględnieniem wyników uzyskanych z Bezpośredniej Oceny Stateczności (POZIOM 3) i sporządzane dla konkretnego statku. Wydaje się, że w przypadku awarii polegającej na utracie przez statek napędu opracowywanie Wytycznych Eksploatacyjnych nie jest konieczne.

Na forum SLF pojawiają się również wątpliwości co do konieczności poddawania wszystkich statków ocenie podatności na Poziomie 1, na każdy z uwzględnionych w kryteriach scenariuszy awarii statecznościowych. Wątpliwość dotyczy statków, dla których doświadczenie z eksploatacji podobnych jednostek, wskazuje, że nie będą one narażone na określony typ awarii statecznościowej.

Podnoszą się również głosy, że być może nie uda się opracować uniwersalnych kryteriów projektowych w odniesieniu do dynamiki ruchów statku, a opracowane kryteria będą mogły odnosić się jedynie do statków określonego typu, eksploatowanych na określonych akwenach.

7. WNIOSKI

Problem podniesienia bezpieczeństwa statecznościowego poprzez stosowanie odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych jest jednym z ważniejszych jego aspektów. W chwili obecnej rozwiązania te muszą spełniać wymagane przepisami kryteria stateczności, które to kryteria nie mogą zostać uznane za zadowalające. Bazując na nie zawsze doskonałej statystyce odzwierciedlają bowiem stan miniony lub opierając się na mocno uproszczonych, zdeterminowanych modelach matematycznych nie ujmują wielu istotnych dla bezpieczeństwa statku czynników rozmijając się z bardzo złożoną rzeczywistością. Poza tym aktualnie stosowane kryteria mogą ograniczać charakterystyki projektowe nowobudowanych statków.

Z inicjatywy IMO podjęto już pewne kroki zmierzające do poprawy bezpieczeństwa statecznościowego statków morskich, m.in. poprzez ujednoczenie wymagań

statecznościowych w odniesieniu do statków objętych konwencją SOLAS oraz umożliwienie stosowania alternatywnych metod oceny stateczności, udowadniających, że bezpieczeństwo statku jest wystarczające. Obecnie realizowane jest zadanie mające na celu opracowanie kryteriów statecznościowych tzw. drugiej generacji, które oparte na koncepcji podatności będą uzupełnieniem obowiązujących kryteriów o element uwzględniający problematykę właściwości morskich statku. Wydaje się, że kryteria te są możliwe do opracowania w rozsądnie krótkim czasie.

Biorąc pod uwagę fakt, że zjawisko przewracania się statku na fali nieregularnej jest zjawiskiem silnie nieliniowym oraz to, że najczęściej wypadki, w tym również statecznościowe, są następstwem łańcucha zdarzeń, w którym charakterystyki projektowe statku stanowią tylko jeden z elementów można stwierdzić, że druga generacja kryteriów stateczności statków w stanie nieuszkodzonym nie będzie ostatnią. Tak złożoną rzeczywistość daje się bowiem opisać jedynie w kategoriach losowych.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Belenky V., de Kat., Umeda N.: *Toward Performance-Based Criteria for Intact Stability*, Marine Technology, Vol. 45, No.2, April 2008.
- [2] Dudziak J.: *Okręt na fali*, Wydawnictwo Morskie Gdańsk 1980.
- [3] IMO (1993): *Code on Intact Stability for all types of ships covered by IMO instruments*. Res. A.749 (18), London, 1993.
- [4] IMO (2007), MSC. 1/Circ. 1228: *Revised guidance to the master for avoiding dangerous situations in adverse weather and sea conditions*, London, 2007.
- [5] IMO (2008), MSC. 267(85): *International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code)*, London, 2008.
- [6] IMO (2008), MSC. 1/Circ. 1281: *Explanatory Notes to the International Code on Intact Stability*, 2008, London, 2008.
- [7] IMO (2009), SLF 51/4/1: *REVISION OF THE INTACT STABILITY CODE – Report of the intersessional Correspondence Group on Intact Stability*, London, 2008.
- [8] IMO (2010), SLF 52/3/1: *DEVELOPMENT OF NEW GENERATION INTACT STABILITY CRITERIA – Report of the intersessional Correspondence Group on Intact Stability*, London, 2009.
- [9] IMO (2011), SLF 53/3/2: *DEVELOPMENT OF NEW GENERATION INTACT STABILITY CRITERIA – Incorporation of excessive stability in the list of stability failure modes as separate item*, London, 2010.
- [10] IMO (2011), SLF 53/3/5: *DEVELOPMENT OF NEW GENERATION INTACT STABILITY CRITERIA – Comments on the structure of new generation intact stability criteria*, London, 2010.
- [11] Kobyliński L.: *Future generation stability criteria- prospects and possibilities*, STAB 2009, St.Petersburg, 2009.
- [12] Kobyliński L., Kastner S.: *Stability and Safety of Ships, Volume 1: Regulation and Operation*, ELSEVIER, 2003.
- [13] Szozda Z.: *Kształtowanie się przepisów dotyczących zapewniania stateczności poprzecznej statków w stanie nieuszkodzonym*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie nr 3 (75), Szczecin 2004.
- [14] Szozda Z.: *Stateczność statku morskiego*, Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2004.