

# *Polski Rejestr Statków*

## PRZEPISY

PUBLIKACJA NR 94/P

### NIEZATAPIALNOŚĆ I STATECZNOŚĆ AWARYJNA NOWYCH ZBIORNIKOWCÓW OLEJOWYCH, CHEMIKALIOWCÓW I GAZOWCÓW

**2016**  
styczeń

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.



GDAŃSK

*Publikacja Nr 94/P – Niezapalność i stateczność awaryjna nowych zbiornikowców olejowych, chemikaliowców i gazowców – styczeń 2016, stanowi rozszerzenie wymagań Części IV – Stateczność i niezapalność, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich oraz wszystkich innych Przepisów, w których jest przywołana.*

*Publikacja ta została zatwierdzona przez Zarząd Polskiego Rejestru Statków S.A. w dniu 3 grudnia 2015 r. i wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2016 r..*

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2015

PRS/AW, 12/2015

## SPIS TREŚCI

|   | str. |
|---|------|
| <b>1 Zakres zastosowania</b> .....                              | 5    |
| <b>2 Związane dokumenty IMO</b> .....                           | 5    |
| 2.1 Ogólne .....  | 5    |
| 2.2 Dotyczące zbiornikowców olejowych .....                     | 5    |
| 2.3 Dotyczące chemikaliowców .....                              | 5    |
| 2.4 Dotyczące gazowców .....                                    | 5    |
| 2.5 Zestawienie wymagań w zakresie stateczności awaryjnej ..... | 5    |
| <b>3 Zakres analizy i założenia do obliczeń</b> .....           | 6    |
| 3.1 Zakres analizy .....  | 6    |
| 3.2 Metodyka obliczeń .....                                     | 6    |
| <b>4 Wymagane dokumenty</b> .....                               | 6    |
| 4.1 Dokumentacja projektowa .....                               | 6    |
| 4.2 Dokumentacja zdawcza .....                                  | 7    |
| <b>5 Ograniczenia eksploatacyjne</b> .....                      | 7    |
| 5.1 Stany załadowania .....                                     | 7    |
| 5.2 Macierz dopuszczalnych stanów załadowania .....             | 8    |
| 5.3 Krzywe graniczne stateczności .....                         | 8    |
| 5.4 Bezpośrednie obliczenia na statku .....                     | 8    |
| <b>6 Wymagana precyzja obliczeń</b> .....                       | 8    |
| <b>7 Analiza niezatapialności</b> .....                         | 9    |
| 7.1 Metoda obliczeń .....                                       | 9    |
| 7.2 Wytyczne do obliczeń .....                                  | 9    |
| 7.3 Wpływ ładunku .....   | 9    |
| 7.4 Stopnie zatapialności (współczynniki zatopienia) .....      | 12   |
| 7.5 Poprawki na swobodne powierzchnie .....                     | 12   |
| 7.6 Otwory, przez które może nastąpić zalanie .....             | 13   |
| 7.7 Czas wyrównania przechyłu .....                             | 14   |
| 7.8 Przepisowe rozmiary uszkodzenia .....                       | 14   |
| 7.9 Uszkodzenia o rozmiarze mniejszym od maksymalnego .....     | 15   |
| <b>8 Rola ładunku w procesie zalewania</b> .....                | 16   |
| 8.1 Ładunek jednorodny .....                                    | 13   |
| 8.2 Ładunek niejednorodny .....                                 | 16   |
| 8.3 Symetria załadunku .....                                    | 16   |
| <b>9 Pośrednie stany zatopienia</b> .....                       | 16   |
| 9.1 Obliczenia sprawdzające .....                               | 17   |
| 9.2 Liczba stanów pośrednich .....                              | 17   |
| 9.3 Wymiana ładunku na wodę morską .....                        | 17   |
| 9.4 Poprawki na swobodne powierzchnie .....                     | 18   |
| <b>10 Końcowe stany zalewania</b> .....                         | 14   |
| 10.1 Przesuwne drzwi wodoszczelne .....                         | 14   |
| 10.2 Zawiasowe drzwi wodoszczelne .....                         | 14   |
| 10.3 Zamknięcia strugoszczelne .....                            | 15   |
| 10.4 Otwory uznane za otwarte .....                             | 15   |



## 1 ZAKRES STOSOWANIA

Publikacja Nr 94/P – Niezatapialność i stateczność awaryjna nowych zbiornikowców olejowych, chemikaliowców i gazowców stanowi przewodnik ułatwiający właściwe wykonanie analizy niezatapialności i stateczności awaryjnej w odniesieniu do następujących typów statków:

- zbiornikowców olejowych,
- chemikaliowców,
- gazowców,

i ma zastosowanie do statków, kontrakt na budowę których został podpisany w dniu 1 stycznia 2010 r. lub po tej dacie.

Dla statków zbudowanych w dniu 14.06.2013 r, lub po tej dacie, przewodnik ułatwiający właściwe wykonanie analizy niezatapialności i stateczności stanowi dokument IMO MSC.1/Circ. 1461 z 8 lipca 2013 r.

## 2 ZWIĄZANE DOKUMENTY IMO

### 2.1 Ogólne:

- SOLAS, rozdział II-1, prawidła 4, 5-1 i 19;
- Rezolucja MSC.143(77) *Adoption of Amendments to the Protocol of 1988 Relating to the International Convention on Load Lines, 1966* (prawidło 27, punkty (2), (3), (11), (12) i (13));
- Rezolucja MSC.245(83) *Recommendation on a Standard Method for Evaluation Cross-Flooding Arrangements*;
- Rezolucja MSC.281(85) *Explanatory Notes to the SOLAS Chapter II-1 Subdivision and Damage Stability Regulations*;
- MSC.1/Circ.1229 *Guidelines for the Approval of Stability Instruments* (paragraph 4).
- MSC.1/Circ.1245 *“Guidelines for Damage Control Plans and Information to the Master*.

### 2.2 Dotyczące zbiornikowców olejowych:

- MARPOL, Aneks 1, prawidło 28.

### 2.3 Dotyczące chemikaliowców:

- *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)*, (rozdział 2, punkty 2.1, 2.4, 2.5, 2.6.2, 2.7, 2.8 i 2.9);
- MSC/Circ.406/Rev.1 *Guidelines on Interpretation of the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) and the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC) and Guidelines for the Uniform Application of the Survival Requirements of the IBC and IGC Codes*.

### 2.4 Dotyczące gazowców:

- *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)* (rozdział 2, punkty 2.1, 2.4, 2.5, 2.6.2, 2.6.3, 2.7, 2.8 i 2.9);
- MSC/Circ.406/Rev.1 *Guidelines on Interpretation of the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) and the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC) and Guidelines for the Uniform Application of the Survival Requirements of the IBC and IGC Codes*.

### 2.5 Zestawienie wymagań w zakresie stateczności awaryjnej

Statki spełniające wymagania wyszczególnionych w poniższej tabeli międzynarodowych konwencji i specjalistycznych kodeksów nie podlegają statecznościowym wymaganiom *Konwencji SOLAS*, rozdział II-1, Część B.

| Typ statku            | Wolna burta  | Długość statku          | Spełnia wymagania               |
|-----------------------|--|-------------------------|---------------------------------|
| Zbiornikowiec olejowy | Statek typu „A” z wolną burtą mniejszą niż dla statku typu „B” | $L \leq 150$ m          | MARPOL, ANEKS I                 |
|                       |  | $L > 150$ m             | MARPOL, ANEKS I + ICLL, praw.27 |
|                       | Nie mniejsza niż dla statku typu „B”                           | Niezależnie od długości | MARPOL, ANEKS I                 |
| Gazowiec              | Statek typu „A” z wolną burtą mniejszą niż dla statku typu „B” | $L \leq 150$ m          | IGC                             |
|                       |  | $L > 150$ m             | IGC + ICLL, praw.27             |
|                       | Nie mniejsza niż dla statku typu „B”                           | Niezależnie od długości | IGC                             |
| Chemikaliowiec        | Statek typu „A” z wolną burtą mniejszą niż dla statku typu „B” | $L \leq 150$ m          | IBC                             |
|                       |  | $L > 150$ m             | IBC + ICLL, praw.27             |
|                       | Nie mniejsza niż dla statku typu „B”                           | Niezależnie od długości | IBC                             |

### 3 ZAKRES ANALIZY I ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

#### 3.1 Zakres analizy

Zakres analizy powinien być taki, aby zostało wykazane spełnienie odpowiednich kryteriów stateczności we wszystkich przewidywanych eksploatacyjnych stanach załadowania. Kapitan powinien mieć do dyspozycji wystarczającą liczbę zatwierdzonych stanów załadowania, aby mogły być przyjmowane jako wzorce przy ładowaniu statku.

Jeśli zachodzi konieczność ładowania statku w sposób odbiegający od zatwierdzonych stanów załadowania, kapitan powinien zostać zaopatrzony w instrument umożliwiający dokonanie oceny poprawności ładowania. Do instrumentów takich należą:

- zatwierdzona przez PRS krzywa granicznych wartości  $KG_{max}/GM_{min}$ ,
- pokładowy system komputerowy, zatwierdzony przez PRS,
- instrument taki powinien umożliwić sprawdzenie spełnienia wymagań dotyczących stateczności w stanie nieuszkodzonym i po zalaniu przedziału, dla całego zakresu zanurzeń eksploatacyjnych.

#### 3.2 Metodyka obliczeń

- W obliczeniach stanów ładunkowych, początkowa wysokość metacentryczna  $GM$  i krzywa ramion prostujących powinny być skorygowane o wpływ swobodnych powierzchni płynów w zbiornikach.
- Nadbudówki i pokładówki, nie uznane jako zamknięte, mogą być uwzględniane w obliczeniach stateczności do kąta, przy którym prowadzące do nich otwory wchodzą w wodę.
- W obliczeniach stateczności po zalaniu należy stosować metodę utraconej wyporności.
- Zakres instrukcji ładunkowej oraz ewentualnych narzędzi pomocniczych, jak krzywa graniczna  $KG_{max}/GM_{min}$ , lub/i komputerowy system ładunkowy, powinien obejmować cały zakres możliwych ładunków i sposobów ich rozmieszczenia.

### 4 WYMAGANE DOKUMENTY

#### 4.1 Dokumentacja projektowa

4.1.1 Przed rozpoczęciem budowy statku należy dostarczyć do PRS następujące dokumenty:

- linie teoretyczne;
- krzywe hydrostatyczne (rysunek lub tabela);
- pantokareny (rysunek lub tabela);
- plan przedziałów wodoszczelnych z danymi dotyczącymi objętości, środków geometrycznych i współczynników zatopienia oraz wytycznymi do obliczeń;
- plan integralności szczelności z danymi dotyczącymi otworów, ich zamknięć, przejść przez grodzie wodoszczelne oraz lokalizacji wskaźników stanu i sterowania;
- wstępną *Informację o stateczności*, zawierającą stany załadowania wymagane przez *Przepisy*;

- wstępną analizę niezatapialności i stateczności awaryjnej, zawierającą definicje stanów awaryjnych, informację o przepisowych rozmiarach uszkodzeń oraz wyniki obliczeń dla stanów załadowania wg *Informacji o stateczności* i wszystkich przewidzianych scenariuszy awaryjnych. W obliczeniach należy uwzględnić rzeczywiste rozplanowanie ładunku, gęstości ładunku i zapasów płynnych oraz wpływ swobodnych powierzchni cieczy na stateczność.

**4.1.2** W razie potrzeby, niezależnie od obliczeń wykazujących spełnienie kryteriów stateczności awaryjnej, należy przedstawić analizę skutków ewentualnego postępującego zalewania (*cross and down flooding*). Analizę taką należy wykonać zgodnie z załącznikiem do MSC.281(85).

**4.1.3** Jeśli istnieje podejrzenie, że stateczność w jakimkolwiek stanie pośrednim (przed wyrównaniem lub podczas wymiany ładunku na wodę zaburtową) może być gorsza niż w stanie końcowym, odpowiednie obliczenia stanów pośrednich należy przedstawić do rozpatrzenia przez PRS.

**4.1.4** Jeśli dokumentacja projektowa zawiera krzywą graniczną  $KG_{\max}/GM_{\min}$ , to powinna być ona wykonana zgodnie z zasadami podanymi w 5.3.

## 4.2 Dokumentacja zdawcza

Po zakończeniu budowy statku należy przedstawić do zatwierdzenia następującą dokumentację:

- .1 uaktualnioną dokumentację projektową (wg 4.1) bazującą na parametrach statku pustego, używanych z próby przechyłów,
- .2 *Plan zabezpieczenia niezatapialności* statku (*Damage control plan*) wykonany zgodnie z zasadami określonymi w cyrkularzu MSC.1/Circ.1245,
- .3 broszurę z informacjami dotyczącymi zabezpieczenia niezatapialności statku (*Damage control booklet*) stanowiącą poręczne uzupełnienie *Planu zabezpieczenia niezatapialności*; zasady przygotowania takiej broszury określone są w cyrkularzu MSC.1/Circ.1245.

## 5 OGRANICZENIA EKSPLOATACYJNE

Wynikające z analizy niezatapialności ograniczenia eksploatacyjne powinny być jednoznacznie określone w dokumentacji statecznościowej statku. Do takich ograniczeń zalicza się:

- specyfikację dopuszczalnych typów ładunków,
- ograniczenia dotyczące jednoczesnego przewozu różnych typów ładunku,
- dopuszczalny zakres gęstości ładunku,
- ograniczenia dotyczące stopnia zapelnienia zbiorników ładunkowych,
- ograniczenia dotyczące sekwencji za- i rozładunku oraz asymetrii ładowania,
- ograniczenia dotyczące stosowania balastu wodnego.

### 5.1 Stany załadowania

Jako dopuszczalne stany załadowania uznaje się:

- stany zgodne z zatwierdzonymi w *Informacji o stateczności*; lub
- stany załadowania spełniające warunki granicznych parametrów stateczności zgodnie z zatwierdzoną krzywą  $KG_{\max}/GM_{\min}$ , obejmującą sytuacje przed i po awarii, jeśli taka krzywa istnieje (wg 5.3); lub
- stany załadowania zweryfikowane za pomocą pokładowego instrumentu i oprogramowania zatwierdzonego przez PRS (wg 5.4).

Stany załadowania nie spełniające żadnego z powyższych warunków są niedozwolone lub wymagają uzyskania każdorazowo odrębnego zatwierdzenia przez PRS.

### 5.2 Macierz dopuszczalnych stanów załadowania

W przypadku braku stosownego oprogramowania oraz krzywej granicznej  $KG_{\max}/GM_{\min}$ , dla umożliwienia większej elastyczności przy ładowaniu statku, w miejsce przepisowych stanów załadowania można w *Informacji o stateczności* statku zamieścić macierz szczegółowo zdefiniowanych parametrów ładunkowych (zanurzenie, przegłębienie,  $KG$ , rozkład ładunku i jego gęstość), które należy zastosować tak, aby była zachowana zgodność z właściwymi kryteriami stateczności statku, zarówno w stanie nieuszkodzonym, jak i uszkodzonym.

### 5.3 Krzywe graniczne stateczności

Krzywe graniczne  $KG_{max}/GM_{min}$  są jednym z możliwych narzędzi kontroli prawidłowości planowanego stanu załadowania. Przygotowanie takich krzywych jest szczególnie uciążliwe w przypadku statków do przewozu ładunków płynnych. Wymaga to wykonania rozbudowanej analizy obliczeniowej uwzględniającej następujące elementy:

- przewidywane schematy ładunkowe, wynikające z segregacji ładunków i dopuszczalności pozostawiania pustych zbiorników ładunkowych (zgodnie z zapisem w symbolu klasy statku),
- przewidywany zakres gęstości ładunku,
- dopuszczalny zakres przegłębień statku,
- eksploatacyjny zakres zanurzeń,
- dopuszczalny zakres częściowego zapełnienia zbiorników ładunkowych.

Analiza powinna być wykonana na etapie projektowania statku i powinna uwzględniać kryteria stateczności zarówno statku nieuszkodzonego, jak i uszkodzonego. Obliczenia należy przeprowadzać bez korekty na wpływ swobodnych powierzchni.

W informacji o stateczności należy umieścić rodzinę krzywych granicznych odpowiadających elementom, które mogą być traktowane rozdzielnie. Zaleca się jednak wykonać obwiednię uwzględniającą najbardziej niekorzystną sytuację.

### 5.4 Bezpośrednie obliczenia na statku

Jeżeli zastosowano na statku instrumenty komputerowe z zatwierdzonym programem do obliczeń stateczności, to powinny być one przystosowane do obliczeń stateczności zarówno statku nieuszkodzonego, jak i uszkodzonego. Mogą mieć zastosowanie następujące typy oprogramowania:

- uproszczone, umożliwiające kontrolę stateczności poprzez porównanie aktualnej wysokości metacentrycznej lub pionowej wysokości środka masy dla planowanego stanu załadowania z wcześniej przygotowaną i zatwierdzoną krzywą  $KG_{max}/GM_{min}$ ,
- pełne, umożliwiające przeprowadzenie pełnego zakresu obliczeń stateczności i niezatapialności, łącznie z pośrednimi etapami zatapiania.

Posiadanie na statku instrumentu i oprogramowania do bezpośrednich obliczeń stateczności nie zwalnia z obowiązku posiadania zatwierdzonej dokumentacji w klasycznej formie.

## 6 WYMAGANA DOKŁADNOŚĆ OBLICZEŃ

Dopuszczalna tolerancja obliczeniowa dla poszczególnych parametrów podana została w tabeli 1:

| Parametry związane z kształtem          | Dopuszczalna odchyłka |
|---|-----------------------|
| Wypór, wyporność                        | 2%                    |
| Wzdłużne położenie środka wyporu od PR  | 1% / 50 cm            |
| Pionowe położenie środka wyporu         | 1% / 5 cm             |
| Poprzeczne położenie środka wyporu      | 0,5% B / 5 cm         |
| Wzdłużne położenie środka wodnicy od PR | 1% / 50 cm            |
| Jednostkowy moment przegłębiający       | 2%                    |
| Poprzeczna wysokość metacentryczna      | 1% / 5 cm             |
| Wzdłużna wysokość metacentryczna        | 1% / 50 cm            |
| Ramię kształtu (pantokarena)            | 5 cm                  |
| Parametry związane z przedziałem        | Dopuszczalna odchyłka |
| Objętość                                | 2%                    |
| Wzdłużne położenie środka od PR         | 1% / 50 cm            |
| Pionowe położenie środka przedziału     | 1% / 5 cm             |
| Poprzeczne położenie środka przedziału  | 0,5 B / 5 cm          |
| Moment od swobodnej powierzchni cieczy  | 2%                    |
| Poziom zapełnienia przedziału           | 2%                    |

Odchyłka w % = [(wartość podstawowa – wartość obliczona)/wartość podstawowa] x 100,  
gdzie „wartość podstawowa” oznacza wartość podaną w zatwierdzonej *Informacji o stateczności* lub wartość wynikającą z modelu komputerowego wykonanego programem uznanym przez PRS



## 7 ANALIZA NIEZATAPIALNOŚCI

### 7.1 Metodyka obliczeń

W obliczeniach niezatapialności i stateczności awaryjnej należy posługiwać się metodą stałej wyporności/utraconej pływalności. Oznacza to, że uszkodzone pomieszczenie traktuje się jako wyłączone z objętości statku. W konsekwencji uszkodzony statek uzyskuje nowe położenie równowagi, tak aby zachowana została zasada stałej wyporności. Następuje to poprzez zwiększenie zanurzenia oraz przechyłu i/lub przegłębienia statku uszkodzonego. Dla tego nowego położenia równowagi po awarii określa się charakterystyki stateczności (wysokość metacentryczną  $GM$  i krzywą ramion prostujących  $GZ$ ).

Przy obliczeniach pośrednich stanów zatopienia stosuje się metodę przyjętego ciężaru.

### 7.2 Wytyczne do obliczeń

#### 7.2.1 Metoda równoważenia statku – swobodne trzymowanie

7.2.2 Krzywa ramion prostujących  $GZ$  powinna być obliczana w zakresie kątów przechyłu  $0\div 60^\circ$  z gęstością zapewniającą jej poprawne odwzorowanie. Zaleca się, by była ona nie mniejsza niż  $5^\circ$ .

7.2.3 W obliczeniach wysokości metacentrycznej  $GM$  i krzywej ramion  $GZ$  należy uwzględnić wpływ swobodnych powierzchni cieczy, kierując się wytycznymi podanymi w 7.5.

7.2.4 Dodatni zakres krzywej ramion przyjmuje się od położenia równowagi do kąta, przy którym następuje zanurzenie otworu uznanego za otwarty i prowadzącego do pomieszczenia nieuszkodzonego, patrz punkt 7.6.

7.2.5 Otwory zaopatrzone w zamknięcia strugoszczelne, dla zachowania wymogów stateczności, powinny znajdować się ponad wodnicą w położeniu równowagi, patrz punkt 7.6.

7.2.6 Należy rozpatrzyć postępujące zalewanie nieuszkodzonych pomieszczeń poprzez instalacje rurociągów, chyba że rurociągi te będą zaopatrzone w odpowiednie automatyczne zawory odcinające lub w zdalnie sterowane zawory odcinające.

7.2.7 Przy definiowaniu pomieszczeń, które mogą zostać zalane, należy uwzględnić właściwe dla nich stopnie zatapialności określone w Części IV – Stateczność i niezatapialność.

### 7.3 Wpływ ładunku

7.3.1 W przypadku gdy uszkodzenie obejmuje zbiornik ładunkowy, należy przyjąć, że następuje wypływ ładunku i jednoczesny napływ wody zaburtowej. W pośrednich stanach zalewania mieszanina wody morskiej i ładunku znajduje się w uszkodzonym zbiorniku. Przyjmuje się, że w stanie końcowym ładunek wypłynął całkowicie, a w zbiorniku ładunkowym znajduje się jedynie woda morska, sięgająca do poziomu wodnicy awaryjnej.

7.3.2 Wpływ ładunku i zastąpienie go przez wodę zaburtową zależny jest od następujących parametrów:

- gęstości ładunku w uszkodzonym zbiorniku: płynny ładunek o gęstości większej niż  $0,95 \text{ t/m}^3$  uznaje się za ładunek ciężki. W przypadku uszkodzenia o mniejszym rozmiarze (które nastąpiło np. powyżej dna wewnętrznego) wypływ tego ładunku może prowadzić do znacznego przechyłu w kierunku nieuszkodzonej burty. W zależności od początkowego zanurzenia i stopnia zapełnienia, również wypływ ładunku o mniejszej gęstości może wywołać przechył na nieuszkodzoną burtę.
- stopnia zatapialności przestrzeni ładunkowej, przy czym dopuszcza się możliwość przyjęcia wartości mniejszych niż podane w przepisach.

### 7.4 Stopnie zatapialności (współczynniki zatopienia)

7.4.1 Zgodnie z definicją podaną w Części IV – Stateczność i niezatapialność, stopień zatapialności pomieszczenia (w procedurach obliczeniowych zwany czasem współczynnikiem zatopienia) stanowi

stosunek objętości, która może być zalana wodą do całkowitej objętości pomieszczenia. Całkowita objętość pomieszczenia powinna być obliczana w oparciu o kształt teoretyczny, bez uwzględniania jakichkolwiek elementów konstrukcyjnych. Elementy konstrukcyjne są uwzględnione w przepisowych stopniach zatapialności.

**7.4.2** W zależności od mających zastosowanie przepisów, stopnie zatapialności dla różnych przestrzeni statku należy przyjmować wg poniższej tabeli:

| Kategoria przestrzeni  | Stopnie zatapialności według: |                   |         |         |
|--|-------------------------------|-------------------|---------|---------|
|  | MARPOL                        | ICLL <sup>1</sup> | IBC     | IGC     |
| Zapasy   | 0,60                          | 0,95              | 0,60    | 0,60    |
| Pomieszczenia bytowe   | 0,95                          | 0,95              | 0,95    | 0,95    |
| Zawierające mechanizmy   | 0,85                          | 0,85              | 0,85    | 0,85    |
| Puste przestrzenie   | 0,95                          | 0,95              | 0,95    | 0,95    |
| Zbiorniki zapasów  | 0÷0,95*                       | 0÷0,95*           | 0÷0,95* | 0÷0,95* |
| Inne zbiorniki   | 0÷0,95*                       | 0÷0,95*           | 0÷0,95* | 0÷0,95* |
| * Stopień zatapialności częściowo zapełnionych zbiorników powinien odpowiadać ilości cieczy przewożonej w tych zbiornikach |                               |                   |         |         |
| 1) Zgodnie z wymaganiami ICLL – patrz 2.5  |                               |                   |         |         |

**7.4.3** Stopnie inne niż w powyższej tabeli, powinny być rozpatrywane jedynie w przypadkach, gdy występuje istotna rozbieżność pomiędzy wartościami przepisowymi a rzeczywistymi (np. w wyniku specyficznej konstrukcji lub izolacji).

**7.4.4** Zastosowanie innych niż przepisowe stopnie zatapialności wymaga obliczeniowego uzasadnienia, którego szczegóły należy załączyć do *Informacji o stateczności*.

**7.4.5** Zastosowane stopnie zatapialności powinny bardziej odzwierciedlać typową eksploatację statku niż wyznaczone stany załadowania.

## 7.5 Poprawki na swobodne powierzchnie

**7.5.1** Wpływ swobodnych powierzchni cieczy w zbiornikach statku może być wyrażony poprzez:

- podwyższenie środka masy statku, *KG*,
- redukcję wysokości metacentrycznej, *GM*, o wartość poprawki,
- redukcję rzędnych krzywej ramion prostujących, *GZ*.

W zależności od poziomu zapełnienia poprawki mogą pochodzić od zbiorników zapasów, balastu wodnego oraz ładunku płynnego.

**7.5.2** Poprawki na swobodne powierzchnie w zbiornikach zapasów należy uwzględniać, jeśli poziom zapełnienia tych zbiorników jest równy 98% lub mniejszy.

**7.5.3** W określaniu poprawek na swobodne powierzchnie w zbiornikach zapasów należy stosować zasadę, że wlicza się poprawki od dającej największy efekt pary zbiorników lub pojedynczego centralnego zbiornika dla każdego rodzaju cieczy. Jako największy efekt należy rozumieć maksymalną wartość, osiąganą pomiędzy skrajnymi poziomami zapełnienia.

**7.5.4** Należy uwzględnić sytuację, gdy balastowanie odbywa się w trakcie rejsu. Najwyższa wartość poprawki występująca podczas takiej operacji powinna być zastosowana nawet, jeśli rozpatrywany zbiornik (lub para zbiorników) jest pusty, bądź pełny w stanie załadowania na wyjściu czy też na powrocie.

**7.5.5** W odniesieniu do zbiorników zapasów, alternatywnie można rozpatrywać pośrednie stany zapełnienia, w których występują największe poprawki. Mogą być one obliczane jako rzeczywiste momenty przelewowe, z uwzględnieniem aktualnego przechyłu i przegłębienia (swobodne pływanie). Ramię takiego momentu przelewowego stanowi bezpośrednio poprawkę korygującą krzywą ramion *GZ*. Jest to metoda dokładniejsza.

**7.5.6** Poprawki na swobodne powierzchnie w zbiornikach ładunkowych uwzględnia się przy stopniu napełnienia 98% lub mniejszym. Jeśli poziom napełnienia jest stały, można zastosować poprawkę odpowiadającą aktualnemu zapełnieniu. Korekta krzywej ramion GZ może być uwzględniona w jeden z następujących sposobów:

- korekta poprzez zastosowanie stałej poprawki, bez względu na aktualne przegłębienie i przechył,
- korekta poprzez zastosowanie momentu przelewowego zmiennego z przegłębieniem i przechylem.

**7.5.7** W wypadku uszkodzenia zbiorników zawierających ładunek płynny, poprawki należy uwzględnić następująco:

- podczas wypływu ładunku i napływu w to miejsce wody zaburtowej, kontrola stateczności poprzez obliczanie pośrednich stanów zatopienia,
- w końcowym stanie równowagi moment przelewowy od ładunku nie występuje.

**7.5.8** Jeśli nie zastosowano poprawek obliczonych poprzez zastosowanie momentu przelewowego, to poprawki należy obliczyć przy kącie przechyłu 5°, indywidualnie dla każdego zbiornika ładunkowego.

## **7.6 Otwory, przez które może nastąpić zalanie**

Jako punkt zalewania należy przyjąć dolną krawędź każdego otworu, przez który może nastąpić postępujące zalewanie przedziałów/pomieszczeń statku. Dotyczy to wszystkich otworów uznanych za otwarte lub zaopatrzonych w zamknięcia typu strugoszczelnego. Kąt przechyłu, przy którym jakikolwiek otwór uznany za otwarty wchodzi do wody, uznaje się za graniczny kąt dodatniego zakresu stateczności. Natomiast otwory posiadające zamknięcia strugoszczelne powinny znajdować się ponad wodnicą awaryjną w położeniu równowagi.

Istotne znaczenie ma również wzdłużne położenie otworów, przez które możliwe jest postępujące zatapianie. Otwory takie, zlokalizowane w skrajnych częściach statku (dziób/rufa), mogą w znaczący sposób wpływać na spełnienie kryteriów stateczności po awarii. W wypadku takiego zagrożenia należy uwzględnić w obliczeniach eksploatacyjny zakres przegłębień.

Otworów zaopatrzonych w zamknięcia wodoszczelne, stałe lub posiadające zdalne sterowanie i sygnalizację, nie należy uwzględniać w analizie niezatapialności.

PRS może zezwolić na ograniczone postępujące zalewanie przez usytuowane w rejonie uszkodzenia rurociągi o małej średnicy, które z racji swojej funkcji nie posiadają zaworów odcinających (np. instalacja CO<sub>2</sub>). Sumaryczna powierzchnia przekroju takich rur pomiędzy rozpatrywanymi przedziałami wodoszczelnymi nie powinna przekraczać 710 mm<sup>2</sup>.

## **7.7 Czas wyrównania przechyłu**

Czas wyrównania przechyłu należy wyznaczać zgodnie z zaleceniami standardej metody przeprowadzania odpowiednich obliczeń, określonymi w rezolucji MSC.245(83).

Następujące warunki wiążą się z procesem wyrównania przechyłu:

- .1** jeżeli pełne wyrównanie dokona się w czasie 60 sekund lub mniejszym, to można przyjmować, że rozpatrywane pomieszczenia są zalewane jednocześnie i dalsza analiza jest zbędna,
- .2** aby zalewanie mogło być uznane za równoczesne, połączenie między zbiornikami/pomieszczeniami powinno być typu stałe otwartego, tj. bez zaworów,
- .3** wyrównywanie z zastosowaniem specjalnych urządzeń wymaga sprawdzenia bezpieczeństwa statku we wszystkich etapach wyrównania. Wydajność urządzeń powinna zapewnić wyrównanie w czasie nie dłuższym niż 10 minut,
- .4** zbiorniki/pomieszczenia biorące udział w procesie wyrównywania powinny być wyposażone w efektywne odpowietrzenia lub równoważne rozwiązania o przekroju zapewniającym, że napływ wody nie będzie opóźniony.

## 7.8 Przepisowe rozmiary uszkodzenia

Tabela maksymalnych rozmiarów uszkodzenia według różnych konwencji:

| .1   | Uszkodzenie burty  | MARPOL / IBC / IGC  | ILLC (statki typu A)  |   |
|--|--|---|---|---|
| 1  | 2  | 3   | 4   |   |
| .1.1   | Rozmiar wzdłużny   | Mniejsza z wartości:<br>1/3 L <sup>2/3</sup> lub 14,5 m   | Pojedynczy przedział pomiędzy sąsiadującymi grodziami poprzecznymi, jak to określono w ILLC, правило 12(d)  |   |
| .1.2   | Rozmiar poprzeczny   | Mniejsza z wartości: B/5 lub 11,5 m (mierząc od poszycia prostopadle do płaszczyzny symetrii, na poziomie letniego zanurzenia)  | Mniejsza z wartości: B/5 lub 11,5 m (mierząc od poszycia prostopadle do płaszczyzny symetrii, na poziomie letniego zanurzenia)  |   |
| .1.3   | Rozmiar pionowy  | Od płaszczyzny podstawowej wznwyż bez ograniczeń  | Od płaszczyzny podstawowej wznwyż bez ograniczeń  |   |
| .2   | Uszkodzenie dna <sup>1)</sup>                              | <b>MARPOL / IBC / IGC</b>   |   |   |
|  |  | <b>Na długości 0,3 L od pionu dziobowego</b>  | <b>Pozostałe części statku</b>  |   |
| .2.1   | Rozmiar wzdłużny   | Mniejsza z wartości:<br>1/3 L <sup>2/3</sup> lub 14,5 m   | Mniejsza z wartości:<br>1/3 L <sup>2/3</sup> lub 14,5 m   |   |
| .2.2   | Rozmiar poprzeczny   | Mniejsza z wartości:<br>B/6 lub 10 m  | Mniejsza z wartości:<br>B/6 lub 5 m   |   |
| .2.3   | Rozmiar pionowy  | MARPOL / IBC:<br>Mniejsza z wartości: B/15 lub 6 m (mierzona od płaszczyzny podstawowej)<br>IGC:<br>Mniejsza z wartości: B/15 lub 2 m (mierzona od płaszczyzny podstawowej) | MARPOL / IBC:<br>Mniejsza z wartości: B/15 lub 6 m (mierzona od płaszczyzny podstawowej)<br>IGC:<br>Mniejsza z wartości: B/15 lub 2 m (mierzona od płaszczyzny podstawowej) |   |
| .3   | Uszkodzenie typu <i>bottom raking damage</i> <sup>2)</sup> | <b>MARPOL</b>   |   |   |
|  |  | .3.1  | Rozmiar wzdłużny  | Zbiornikowce o nośności 75000 t i większej:<br>0,6 L (m) mierząc od pionu dziobowego<br>Zbiornikowce o nośności mniejszej niż 75000 t:<br>0,4 L (m) mierząc od pionu dziobowego |
|  |  | .3.2  | Rozmiar poprzeczny  | B/3 w dowolnym miejscu dna  |
|  |  | .3.3  | Rozmiar pionowy   | Przebicie poszycia dna  |
| <sup>1)</sup> Uwzględnienie uszkodzenie dna nie jest wymagane przez <i>ICLL</i> .<br><sup>2)</sup> Uwzględnienie uszkodzenia typu <i>bottom raking damage</i> jest wymagane tylko dla zbiornikowców olejowych o nośności 20000 t i większej. |  |   |   |   |

## 7.9 Uszkodzenia o rozmiarze mniejszym od maksymalnego

W przypadku, gdy uszkodzenie o rozmiarze mniejszym od maksymalnego (określonego w tabeli w p.7.8) prowadzi do groźniejszej pod względem zrównoważenia lub stateczności sytuacji po awarii, taki przypadek powinien zostać rozpatrzony.

W praktyce występuje szereg typowych sytuacji, które stanowią potencjalne większe zagrożenie w przypadku uszkodzenia niż przy maksymalnych przepisowych wymiarach uszkodzenia:

- .1 uszkodzenie o mniejszym rozmiarze poprzecznym, np. zbiornika bez utraty szczelności konstrukcji zapewniającej wzdłużny podział wodoszczelny. Może to prowadzić do niesymetryczności zalania, skutkującej większymi kątami przechyłu;

- .2 uszkodzenie o mniejszym rozmiarze pionowym, np. nie obejmujące zbiorników dna podwójnego. Może to prowadzić do znacznej utraty stateczności jako skutek „szkodliwej pływalności” pozostałej w tych zbiornikach;
- .3 w przypadku gazowców wymaga się sprawdzenia skutków lokalnego uszkodzenia poszycia o głębokości 760 mm, mierząc prostopadłe do poszycia w dowolnym jego miejscu, obejmującego odpowiednie poprzeczne grodzie wodoszczelne.

## **8 ROLA ŁADUNKU W PROCESIE ZALEWANIA**

W obliczeniach niezatapialności i stateczności awaryjnej statków do przewozu ładunków płynnych, przy ustalaniu zakresu analizy należy brać pod uwagę cechy załadunku określone w 8.1 do 8.3.

### **8.1 Ładunek jednorodny**

Zapełnienie zbiorników ładunkiem jednorodnym może mieć istotny wpływ na zrównoważenie i stateczność po uszkodzeniu, jeśli obecność wzdłużnego podziału wodoszczelnego prowadzi do wypływu znacznej ilości ładunku i przechyłu na burtę przeciwną. W przypadku konstrukcji, które wykluczają asymetrię zatopienia, wpływ jest ograniczony do zmian wyporności wynikających z wypływu paliwa i napływu wody morskiej.

### **8.2 Ładunek niejednorodny**

Załadowanie charakteryzujące się występowaniem zbiorników ładunkowych pełnych, pustych lub/i zapełnionych częściowo daje zróżnicowane efekty w zależności od tego, czy uszkodzenie obejmuje zbiornik pełny, czy pusty. Zalanie pełnego zbiornika daje efekt jak dla ładunku jednorodnego (możliwy przechył na burtę przeciwną), natomiast zalanie zbiornika pustego może dać efekt odwrotny. W przypadku łącznego zalania sąsiadujących zbiorników, z których jeden jest pełny a drugi pusty, wyżej przedstawione efekty w dużym stopniu się kompensują.

### **8.3 Symetria załadunku**

Obliczenia niezatapialności i stateczności awaryjnej statków symetrycznie załadowanych (zarówno jednorodnie, jak i przy zastosowaniu symetrycznych kombinacji zbiorników ładunkowych pełnych/pustych/częściowo zapełnionych) wystarczy wykonać dla jednej burty, jeśli kadłub statku i jego otwory spełniają wymóg symetrii. W przeciwnym wypadku należy przeprowadzić obliczenia dla obu burt.

## **9 POŚREDNIE STANY ZALEWANIA**

Przyjmuje się, że wszystkie stany, licząc od początku procesu zalewania do końcowego stanu równowagi, ale z wyłączeniem tego stanu, stanowią pośrednie stany zalewania.

### **9.1 Obliczenia sprawdzające**

Analizę pośrednich stanów zalewania wykonuje się na etapie projektowym w celu sprawdzenia, czy spełnione są wymagane kryteria stateczności. Jeżeli nie stwierdzono wystąpienia gorszych parametrów stateczności niż w stanach końcowych, to wyników analizy nie trzeba przedstawiać do zatwierdzenia.

### **9.2 Liczba stanów pośrednich**

Dla wszystkich przypadków uszkodzenia należy sprawdzić wystarczającą dla oceny spełnienia kryteriów stateczności liczbę stanów pośrednich. Generalnie zaleca się sprawdzenie 5 pośrednich stanów zalewania.

Jeśli statek jest wyposażony w urządzenia wyrównawcze, zarówno pasywne jak i aktywne, umożliwiające wyrównanie statku w czasie dłuższym niż 60 s, powinny być zastosowane następujące procedury:

- .1 należy wykazać spełnienie kryteriów bez zastosowania takich urządzeń w stanach pośrednich i stanie końcowym,
- .2 dodatkowo 2 stany pośrednie i stan końcowy powinny być sprawdzone dla procesu wyrównywania.

### 9.3 Wymiana ładunku na wodę morską

Praktyczną metodą obliczania zrównowżenia i stateczności w stanach pośrednich jest metoda przyjęcia masy. Dotyczy to zarówno masy wypływającego ładunku, jak i masy napływającej wody morskiej.

Zaleca się następującą metodę określania ilości przyjmowanej wody i/lub wypływającego ładunku:

- .1 dla pełnych zbiorników, równe masy wypływającego ładunku i napływającej wody w każdym rozpatrywanym stanie pośrednim, do uzyskania końcowego stanu równowagi, w którym cały ładunek zostanie utracony a odpowiadająca warunkom równowagi ilość wody morskiej zajmie jego miejsce;
- .2 dla pustych zbiorników, równe masy napływającej wody morskiej, aż do osiągnięcia poziomu odpowiadającego warunkom równowagi.

Może zostać zaakceptowana również następująca metoda alternatywna:

- .3 dla pełnych zbiorników, masę wypływającego ładunku i napływającej wody określa się w sposób liniowy na podstawie gęstości cieczy w zbiorniku w każdym rozpatrywanym stanie pośrednim, zaczynając od czystego ładunku i kończąc na wodzie morskiej w końcowym stanie równowagi;
- .4 dla pustych zbiorników, przyrost poziomu napływającej wody morskiej w każdym rozpatrywanym stanie pośrednim, określa się na podstawie różnicy pomiędzy poziomem wody w zbiorniku a zanurzeniem do wodnicy, mierzonym w rejonie tego zbiornika, podzielonej przez liczbę pozostałych do obliczenia stanów pośrednich.

### 9.4 Poprawki na swobodne powierzchnie

Generalnie zaleca się uwzględnianie wpływu swobodnych powierzchni poprzez zastosowanie momentu przelewowego, odpowiadającego aktualnemu wypełnieniu zbiornika w każdym z rozpatrywanych stanów pośrednich.

Biorąc pod uwagę możliwość wystąpienia, w założonym rozmiarze uszkodzenia, zbiorników w różnym stopniu zapełnionych i pustych, poprawki powinny być uwzględniane indywidualnie dla każdej przestrzeni. Wszystkie pomieszczenia należy traktować jako połączone z morzem w końcowym stanie równowagi.

## 10 KOŃCOWE STANY ZALEWANIA

Zrównowżenie i stateczność w końcowych stanach zalewania należy obliczać metodą stałej wyporności/traconej pływaności. Kluczową rolę w analizie obliczeniowej i ocenie bezpieczeństwa po uszkodzeniu odgrywa integralność szczelności statku. Integralność ta zapewniana jest przez odpowiednie zamknięcia otworów. Zasady uwzględniania poszczególnych typów zamknięć przedstawiono w 7.6.

W zakresie zamknięć otworów obowiązują interpretacje podane w 10.1 do 10.4.

### 10.1 Przesuwne drzwi wodoszczelne

Generalnie dopuszcza się zanurzenie zdalnie sterowanych przesuwnych drzwi wodoszczelnych w zakresie odpowiadającym wytrzymałości tych drzwi. Wytrzymałość ta powinna być też zgodna z wytrzymałością grodzi, w której te drzwi się znajdują.

### 10.2 Zawiasowe drzwi wodoszczelne

Dozwolone jest stosowanie zawiasowych drzwi wodoszczelnych w następujących lokalizacjach:

- .1 pomiędzy siłownią a pomieszczeniem maszyny sterowej, jeśli drzwi są zaopatrzone w urządzenie do szybkiego zamykania i mają stałe oznakowanie nakazujące ich utrzymanie w pozycji zamkniętej w czasie rejsu (*keep closed at sea*). Próg drzwi powinien znajdować się powyżej letniej wodnicy ładunkowej.
- .2 w przejściach, których używa się w morzu sporadycznie – wymaga to każdorazowo odrębnego rozpatrzenia.
- .3 dla umożliwienia dostępu do pomieszczeń dziobówki, pod warunkiem że zakres potencjalnego zalania jest możliwy do przewidzenia, a w wypadku jego wystąpienia kryteria stateczności pozostaną spełnione. Konstrukcja dziobówki musi wykluczać możliwość dalszego rozprzestrzeniania się wody.

### 10.3 Zamknięcia strugoszczelne

Uznaje się, że zamknięcie tego typu nie stanowi wystarczającego zabezpieczenia przed postępującym zatopieniem, a jego skuteczność jest ograniczona warunkami pogodowymi. Do zamknięć takich zalicza się wszystkie drzwi i pokrywy stalowe, które nie są wodoszczelne oraz rury i kanały odpowietrzające, niezależnie od typu zamknięcia. Zamknięcia uznaje się za skuteczne, jeżeli znajdują się ponad końcową wodnicą równowagi.

### 10.4 Otwory uznane za otwarte

Za otwory otwarte uważa się otwory nie posiadające zamknięć oraz takie, które pomimo zaopatrzenia w zamknięcia, muszą lub mogą pozostać otwarte nawet w sytuacjach zagrożenia statku. Do takich otworów zalicza się wloty powietrza do pomieszczeń maszynowych kategorii A oraz drzwi prowadzące z pomieszczeń załogowych do środków ratunkowych.

Przyjmuje się, że dodatni zakres krzywej stateczności statku po zalaniu kończy się przy kącie, przy którym następuje zanurzenie dolnej krawędzi otworu uznanego za otwarty.

---

### Wykaz zmian obowiązujących od 1 stycznia 2016 roku

| <i>Pozycja</i> | <i>Tytuł/Temat</i>   | <i>Źródło</i>        |
|----------------|--|----------------------|
| <u>1</u>       | Informacja dla statków zbudowanych w dniu 14.06.2013 r, lub po tej dacie | IMO MSC.1/ Circ.1461 |

---