

# *Polski Rejestr Statków*

## **PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY DOKÓW PŁYWAJĄCYCH**

### **CZEŚĆ II KADŁUB I WYPOSAŻENIE KADŁUBOWE**

2007



GDAŃSK

# *Polski Rejestr Statków*

## **PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY DOKÓW PŁYWAJĄCYCH**

### **CZEŚĆ II KADŁUB I WYPOSAŻENIE KADŁUBOWE**

2007

GDAŃSK

## **PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY DOKÓW PŁYWAJĄCYCH**

opracowane i wydane przez Polski Rejestr Statków S.A., zwany dalej PRS, składają się z następujących części:

- Część I – Zasady klasyfikacji
- Część II – Kadłub i wyposażenie kadłubowe
- Część III – Stateczność i wolna burta
- Część IV – Ochrona przeciwpożarowa
- Część V – Urządzenia maszynowe
- Część VI – Urządzenia elektryczne
- Część VII – Urządzenia dźwignicowe

natomiast w odniesieniu do materiałów i spawania obowiązują wymagania *Części IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

*Część II – Kadłub i wyposażenie kadłubowe – 2007*, została zatwierdzona przez Zarząd PRS w dniu 11 września 2007 r. i wchodzi w życie z dniem 15 października 2007 r.

Z dniem wejścia w życie niniejszej *Części II*, jej wymagania mają zastosowanie do doków pływających, na zasadach określonych w *Części I – Zasady klasyfikacji*.

Rozszerzeniem i uzupełnieniem *Części II – Kadłub i wyposażenie kadłubowe* jest następująca Publikacja:

Publikacja Nr 21/P – *Próby szczelności kadłuba*.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2007

PRS/HW, 09/2007

ISBN 978-83-60629-50-5

# SPIS TREŚCI

	str.
<b>1 Postanowienia ogólne</b> .....	5
1.1 Zakres zastosowania .....	5
1.2 Zastosowanie innych <i>Przepisów</i> PRS .....	5
1.3 Dokumentacja kadłubowa .....	5
1.3.1 Założenia projektowe doku .....	5
1.3.2 Zakres dokumentacji .....	5
<b>2 Oznaczenia i określenia</b> .....	6
2.1 Określenia ogólne .....	6
2.2 Podstawowe parametry doku .....	7
2.3 Oznaczenia ogólne .....	7
<b>3 Materiały i ochrona przed korozją</b> .....	7
3.1 Zasady ogólne .....	7
3.2 Stal kadłubowa .....	7
3.3 Inne materiały konstrukcyjne .....	9
3.4 Ochrona przed korozją i naddatki korozyjne .....	9
<b>4 Wymagania ogólne dotyczące konstrukcji kadłuba i podstawowych elementów wyposażenia doku</b> .....	10
4.1 Rozmieszczenie podstawowych elementów konstrukcji doku .....	10
4.1.1 Pokład górny .....	10
4.1.2 Pokład bezpieczeństwa .....	10
4.1.3 Przedziały ochronne .....	11
4.1.4 Grodzie .....	11
4.1.5 Wzdłużne i poprzeczne przegrody pontonu doku .....	11
4.1.6 Wiązary i podpory pontonu doku .....	11
4.2 Szczegóły konstrukcyjne, połączenia elementów konstrukcyjnych i spawanie .....	11
4.3 Otwory przepływowe .....	12
4.4 Elementy wyposażenia doku .....	12
4.4.1 Bariery .....	12
4.4.2 Włazy, szyby zejściowe, otwory pomiarowe .....	12
4.4.3 Odbojnice .....	12
4.4.4 Urządzenia do wprowadzania i centrowania statków .....	13
4.4.5 Podpory stępkowe i boczne .....	13
4.4.6 Urządzenia do posadowienia doku .....	14
4.4.7 Pomost łączący dok z lądem .....	15
4.4.8 Pomost komunikacyjny pomiędzy basztami .....	15
4.4.9 Trapy i przestawne klatki komunikacyjne .....	16
4.5 Sterownia doku .....	16
<b>5 Obciążenia obliczeniowe</b> .....	17
5.1 Zasady ogólne .....	17
5.1.1 Sposób ustalania obciążeń obliczeniowych .....	17
5.1.2 Punkt przyłożenia obciążenia obliczeniowego .....	17
5.2 Obciążenia zewnętrzne .....	17
5.2.1 Obciążenia doku eksploatowanego w rejonie osłoniętym .....	17
5.2.2 Obciążenia doku eksploatowanego poza rejonem osłoniętym .....	17
5.2.3 Obciążenia doku holowanego .....	17
5.2.4 Obciążenia platform i pokładów .....	18
5.2.5 Obciążenie obliczeniowe w PS doku od ciężaru statku .....	18
5.3 Obciążenia wewnętrzne .....	18

<b>6</b>	<b>Wytrzymałość wzdłużna</b> .....	19
6.1	Zasady ogólne .....	19
6.2	Obliczeniowe stany obciążeń .....	19
6.2.1	Obliczeniowe wartości momentu zginającego i siły poprzecznej .....	19
6.2.2	Bezpośrednie obliczenia wytrzymałości wzdłużnej doku .....	20
6.2.3	Stany morskie .....	21
6.3	Naprężenia dopuszczalne .....	22
6.4	Wskaźnik wytrzymałości przekroju poprzecznego doku .....	22
6.5	Kontrola odkształceń i naprężeń w doku .....	23
<b>7</b>	<b>Wytrzymałość przegród i grodzi pontonu</b> .....	24
7.1	Zastosowanie .....	24
7.2	Przegrody poprzeczne w środkowej części doku .....	24
7.3	Gródź lub przegroda środkowa w środkowej części doku .....	25
7.4	Grodzie lub przegrody boczne .....	26
7.5	Końcowe części pontonu .....	26
7.6	Wytrzymałość w warunkach holowania .....	27
7.7	Naprężenia dopuszczalne .....	27
<b>8</b>	<b>Wytrzymałość miejscowa i strefowa</b> .....	28
8.1	Zasady ogólne i oznaczenia .....	28
8.2	Ciśnienia obliczeniowe .....	28
8.3	Poszycie, usztywnienia i wiązary pontonu doku .....	29
8.3.1	Poszycie pontonu .....	29
8.3.2	Usztywnienia pontonów .....	30
8.3.3	Wiązary pontonów .....	32
8.4	Baszy doku .....	34
8.4.1	Poszycie .....	34
8.4.2	Usztywnienia .....	34
8.4.3	Wiązary .....	35
8.5	Grodzie .....	35
8.5.1	Poszycie .....	35
8.5.2	Usztywnienia .....	36
8.5.3	Wiązary .....	37
<b>9</b>	<b>Stateczność elementów konstrukcyjnych</b> .....	38
9.1	Wymagania ogólne .....	38
9.2	Zasady obliczeń i obliczeniowe wartości naprężeń .....	38
9.3	Kryteria stateczności .....	39
<b>10</b>	<b>Wymagania dodatkowe dla doków ze znakiem „ECO” w symbolu klasy</b> .....	41
10.1	Wymagania ogólne .....	41
10.2	Wymagania dotyczące kadłuba doku .....	41
10.3	Zadaszenie doku .....	42
<b>11</b>	<b>Instrukcja dokowania</b> .....	42
11.1	Zasady ogólne .....	42
11.2	Wytyczne dotyczące operacji dokowania .....	42
11.3	Ograniczenia wytrzymałościowe .....	42
<b>12</b>	<b>Próby kadłuba doku</b> .....	43
12.1	Zasady ogólne .....	43
12.2	Próby szczelności .....	43
12.3	Próby zanurzenia .....	43

# 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

## 1.1 Zakres zastosowania

Wymagania *Części II – Kadłub i wyposażenie kadłubowe* mają zastosowanie do spawanych stalowych konstrukcji doków pływających następujących typów:

- monolitycznego, którego ponton denny i obie baszty tworzą konstrukcję ciągłą;
- pontonowego, którego obie baszty są ciągłe, a konstrukcję denną tworzą pontony nie połączone między sobą w sposób ciągły, a z basztami połączone w sposób stały lub rozłączalny (dok samodokujący).

Inne typy doków, np. doki sekcyjne, trzymujące – do częściowego dokowania statków i jednostek wiertniczych, pontony dokujące oraz doki żelbetowe podlegają każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

## 1.2 Zastosowanie innych Przepisów PRS

Do zagadnień, które nie są bezpośrednio poruszone w niniejszej części *Przepisów klasyfikacji i budowy doków pływających* (zwanych dalej *Przepisami*), mają zastosowanie wymagania aktualnych *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część II – Kadłub*.

W szczególności dotyczy to wymaganych wymiarów spoin pachwinowych, obliczenia naprężeń krytycznych w ściskanych lub ścinanych elementach konstrukcji, itp.

## 1.3 Dokumentacja kadłubowa

### 1.3.1 Założenia projektowe doku

**1.3.1.1** W dokumentacji przedkładanej PRS do zatwierdzenia należy przedstawić wyczerpujące dane pozwalające ocenić wytrzymałość ogólną, strefową i miejscową konstrukcji doku dla zakładanej wartości udźwigu doku.

W szczególności należy określić statki (podać rozkład masy wzdłuż statku, położenie środka masy, itp.), które przy dokowaniu wywołają największe naprężenia w konstrukcji doku, jeśli do zwymiarowania konstrukcji doku są stosowane obliczenia bezpośrednie wg 6.2.2.2.

**1.3.1.2** Jeżeli dok ma być holowany ze stoczni, gdzie będzie zbudowany, do miejsca przewidywanej eksploatacji, to należy przedstawić PRS informacje na temat trasy i pory roku oraz zakładanego stanu doku dla warunków holowania.

### 1.3.2 Zakres dokumentacji

Należy przedstawić PRS plany, rysunki konstrukcyjne i informacje opisowe przedstawiające podział przestrzenny doku, rozwiązania konstrukcyjne kadłuba doku i proponowane wymiary elementów konstrukcji oraz szczegóły dotyczące połączeń spawanych.

W szczególności należy przedstawić następujące rysunki (w 3 egzemplarzach):

- zład poprzeczny;
- zład wzdłużny;
- rozwinięcie poszycia dna i ścian bocznych baszt;
- konstrukcja pokładów;
- konstrukcja grodzi wodoszczelnych poprzecznych i wzdłużnych;
- konstrukcja pontonu (lub pontonów).

Obowiązkowe jest opracowanie *Instrukcji dokowania* i przedłożenie jej do zatwierdzenia przez PRS (patrz rozdział 11).

## 2 OZNACZENIA I OKREŚLENIA

### 2.1 Określenia ogólne

Określenia i objaśnienia dotyczące ogólnej terminologii stosowanej w *Przepisach* są zawarte w *Części I – Zasady klasyfikacji*.

Dla potrzeb *Części II* wprowadza się dodatkowo następujące określenia:

**Baszty doku** – skrajne po szerokości fragmenty doku, rozciągające się od dna pontonu (lub od pokładu pontonów doku pontonowego) do pokładu górnego, zapewniające stateczność doku w stanie zanurzonym i wytrzymałość wzdłużną.

**Oś obojętna poprzecznego przekroju doku** – oś pozioma, przechodząca przez środek ciężkości części poprzecznego przekroju kadłuba doku, utworzonego przez przekroje ciągłych wiązań wzdłużnych (poszycia, wzdłużne usztywnienia i wiązary).

**Pokład bezpieczeństwa** – pokład wodoszczelny w basztach, znajdujący się poniżej pokładu górnego, w odległości zapewniającej spełnienie wymagań dotyczących wolnej burty dla pokładu górnego, gdy wszystkie zbiorniki balastowe są zalane, a podpory dokowe nie są obciążone.

**Pokład górny** – najwyższy pokład baszty, do którego dok teoretycznie może być zanurzony bez występowania przecieków do pomieszczeń znajdujących się poniżej tego pokładu.

**Pokład pontonu** – pokład, na którym ustawione są podpory dokowe podpierające dokowane statki lub inne obiekty pływające.

**Ponton doku** – część doku pomiędzy basztami, na której opierają się dokowane obiekty.

**PS** – płaszczyzna symetrii kadłuba doku.

**Wiązary** – wiązania podpierające usztywnienia poszycić oraz wiązania z nimi współpracujące, tworzące ruszty lub ramy.

**Woda balastowa** – woda w zbiornikach balastowych doku.

**Woda resztkowa** – pozostająca w zbiornikach część wody balastowej, która nie może być wypompowana w warunkach eksploatacyjnych własną instalacją osuszającą doku.

Woda wyrównawcza – część wody balastowej, która dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu zapewnia zmniejszenie sił wewnętrznych w konstrukcji doku lub zrównoważenie doku.

## 2.2 Podstawowe parametry doku

W niniejszym punkcie podano oznaczenia podstawowych parametrów doku, obowiązujące w niniejszej części *Przepisów* oraz definicje tych parametrów.

$P_D$  – udźwig doku, [t]; parametr o wartości równej masie najcięższego statku, który może być dokowany w normalnych warunkach eksploatacyjnych doku;

$L_D$  – długość doku, [m]; jest to odległość pomiędzy końcowymi ścianami (grodziami poprzecznymi) pontonu (lub pontonów), mierzona w płaszczyźnie symetrii doku;

$L_c$  – długość podporowa doku, [m]; jest to długość części pontonu (lub pontonów) doku, na której mogą być ustawiane podpory dokowe;

$B_D$  – szerokość doku, [m]; jest to odległość pomiędzy zewnętrznymi krawędziami usztywnień poszycia zewnętrznych ścian baszt, mierzona w połowie długości doku;

$B_w$  – szerokość wewnętrzna doku, [m]; jest to odległość pomiędzy zewnętrznymi powierzchniami usztywnień poszycia wewnętrznych ścian baszt, mierzona w połowie długości doku;

$H_D$  – wysokość boczna doku, [m]; jest to odległość pomiędzy wewnętrzną krawędzią stępki a górnymi krawędziami wiązań pokładu górnego, mierzona w pionie.

## 2.3 Oznaczenia ogólne

$g$  – przyspieszenie ziemskie ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ),

$\rho$  – gęstość wody morskiej ( $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$ ).

# 3 MATERIAŁY I OCHRONA PRZED KOROZJĄ

## 3.1 Zasady ogólne

**3.1.1** Materiały stosowane do budowy kadłubów doków pływających powinny spełniać wymagania *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

## 3.2 Stal kadłubowa

**3.2.1** Przyjęte w *Przepisach* oznaczenia stali kadłubowej, podział na rodzaje i kategorie oraz minimalne wartości granicy plastyczności,  $R_e$ , i wartości współczynnika materiałowego,  $k$ , podano w tabeli 3.2.1 (zgodnej z wymaganiami p. 3.3 z *Części IX – Materiały i spawanie*).



**Tabela 3.2.1**

Oznaczenie	Kategoria stali				$R_e$ [MPa]	$k$
	A	B	D	E		
NW	A	B	D	E	235	1,00
PW32	AH32	—	DH32	EH32	315	1,28
PW36	AH36	—	DH36	EH36	355	1,39
PW40	AH40	—	DH40	EH40	390	1,47

**3.2.2** Podział elementów konstrukcyjnych na grupy wiązań, niezbędny do doboru odpowiedniej kategorii stali, podano w tabeli 3.2.2.

**Tabela 3.2.2  
Grupy wiązań**

Elementy konstrukcji	Grupy wiązań	
	W rejonie środkowym, tzn. na długości $0,4L_0$ , symetrycznie względem owręża	Poza rejonem środkowym
1) Poszycie dna i pokładu pontonu, baszt i pokładu górnego	II	I
2) Wzdłużne usztywnienia poszyc wymienionych w p. 1, środniki i mocniki prefabrykowanych wiązarów wzdłużnych i poprzecznych, grodzie i przegrody poprzeczne i wzdłużne w pontonie	I	I

Dobór stali na kadłub doku przewidzianego do eksploatacji przy temperaturze otoczenia utrzymującej się stale poniżej  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**3.2.3** Kategorie stali stosowanej do budowy doków w zależności od grubości i grupy wiązań powinny odpowiadać wymaganiom określonym w tabeli 3.2.3.

**Tabela 3.2.3  
Wymagane kategorii stali**

Grubość $t$ , [mm]	Grupa wiązań			
	I		II	
	NW	PW	NW	PW
$t \leq 20,5$	A	AH	A	AH
$21,0 \leq t \leq 25,5$	A	AH	A	AH
$26,0 \leq t \leq 30,0$	A	AH	B	AH
$30,5 \leq t \leq 35,0$	A	AH	D	DH
$t > 35,5$	B	DH	D	DH

**Uwaga:**

Elementy konstrukcji kadłuba nie wymienione w tabeli 3.2.2 mogą być wykonywane ze stali kategorii A lub AH.

### 3.3 Inne materiały konstrukcyjne

**3.3.1** Stopy aluminium stosowane do budowy pewnych fragmentów konstrukcji doku (np. nadbudówek i pokładówek) powinny spełniać wymagania podane w 3.1.1 oraz wymagania podrozdziału 2.3.1 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

**3.3.2** Beton i stal, stosowane do budowy kadłubów doków żelbetowych, podlegają każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

### 3.4 Ochrona przed korozją i nadatki korozyjne

**3.4.1** Wszystkie zewnętrzne i wewnętrzne powierzchnie kadłuba doku (wraz z usztywnieniami, wiązarami, węzłówkami i podporami) powinny być pokryte powłoką ochronną (epoksydową lub równoważną), wykonaną zgodnie z zaleceniami producenta.

Wymaganie powyższe nie dotyczy wewnętrznych powierzchni zbiorników balastowych, zbiorników na ścieki technologiczne, paliwo oraz pokładu pontonu.

**3.4.2** Na wniosek armatora, po odrębnym rozpatrzeniu przez PRS, wymagane w 3.4.4 nadatki korozyjne mogą być zmniejszone lub całkowicie pominięte, jeżeli zostanie zastosowana skuteczna ochrona konstrukcji przed korozją.

**3.4.3** Powłoki gruntowe nakładane na powierzchnie elementów stalowych, które będą spawane, podlegają zatwierdzeniu przez PRS.

**3.4.4** Grubości niezabezpieczonych przed korozją powierzchni płyt poszycia, usztywnień, wiązarów, węzłówek i podpór w zbiornikach balastowych powinny być zwiększone o nadatki korozyjne  $t_k$ , wg wymagań 3.4.5 ÷ 3.4.9.

**3.4.5** Grubość płyt poszycia pionowych i poziomych ścian ograniczających zbiorniki wymienione w 3.4.1 (grodzie, dno i pokłady doku) powinny być powiększone o nadatek korozyjny  $t_k$ , określany według wzoru:

$$t_k = t_w + t_z \quad (3.4.5)$$

gdzie:

$t_w$  – nadatek korozyjny, określany wg 3.4.9, dla wewnętrznej strony płyty poszycia, [mm],

$t_z$  – nadatek korozyjny, określany wg 3.4.9, dla zewnętrznej strony płyty poszycia, [mm].

**3.4.6** Grubości mocników, środników i węzłówek usztywnień, wiązarów i podpór znajdujących się wewnątrz zbiorników wymienionych w 3.4.1 powinny być zwiększone o nadatek korozyjny  $t_k$ , określony wg wzoru:

$$t_k = 2t_w, \quad [\text{mm}] \quad (3.4.6-1)$$

Jeżeli usztywnienia lub wiązary grodzi, pokładu lub dna zbiornika znajdują się po jego zewnętrznej stronie, to naddatek korozyjny dla nich należy określać wg wzoru:

$$t_k = 2t_z, \quad [\text{mm}] \quad (3.4.6-2)$$

$t_w$  i  $t_z$  – jak w 4.4.5.

**3.4.7** Jeżeli środnik lub mocnik usztywnienia lub wiązara jest poziomy, to jego naddatek korozyjny należy dodatkowo zwiększyć o 0,5 mm.

**3.4.8** Wartości naddatków korozyjnych  $t_w$  i  $t_z$  zależą od rejonu (A, B) zbiornika, w którym znajduje się rozpatrywany element konstrukcyjny oraz od rodzaju czynnika oddziaływającego na rozpatrywaną stronę elementu konstrukcyjnego.

Rejon A zbiornika sięga od szczytu zbiornika do poziomu 1,5 m poniżej szczytu zbiornika.

Pozostałe rejonu zbiorników są rejonami B.

**3.4.9** W zależności od rodzaju czynnika oddziałującego na rozpatrywaną stronę elementu dla rejonu A naddatki korozyjne  $t_w$  i  $t_z$  wynoszą:

2,0 mm – jeżeli czynnikiem jest balast wodny lub ścieki technologiczne, a powierzchnia jest pokryta powłoką ochronną określoną w 3.4.1;

3,0 mm – dla czynnika jak wyżej, gdy powierzchnia nie jest pokryta powłoką ochronną określoną w 3.4.1;

1,0 mm – jeżeli czynnikiem jest paliwo ropopochodne;

0,0 mm – jeżeli czynnikiem jest powietrze (nie dotyczy pokładu pontonu).

Dla rejonu B naddatki korozyjne  $t_w$  i  $t_z$  stanowią połowę wartości analogicznych naddatków korozyjnych przewidzianych dla rejonu A.

Dla zbiorników ograniczonych od góry pokładem pontonu doku należy przyjmować  $t_z = 1,0$  mm.

## **4 WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE KONSTRUKCJI KADŁUBA I PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA DOKU**

### **4.1 Rozmieszczenie podstawowych elementów konstrukcji doku**

#### **4.1.1 Pokład górny**

Baszty doku powinny być przykryte pokładem o konstrukcji wodoszczelnej.

#### **4.1.2 Pokład bezpieczeństwa**

W basztach doku powinien być zastosowany pokład bezpieczeństwa poniżej pokładu górnego. Odległość pomiędzy tymi pokładami powinna być tak dobrana, aby przy możliwym zapełnieniu wodą wszystkich przedziałów pod pokładem bezpieczeństwa i bez obciążenia pokładu pontonu zapewniona była wymagana wolna burta (patrz *Część III – Stateczność i wolna burta*).

### **4.1.3 Przedziały ochronne**

Zbiorniki wody balastowej i zbiorniki wody słodkiej powinny być oddzielone przedziałami ochronnymi od zbiorników paliwowych.

### **4.1.4 Grodzie**

Ponton i baszty doku powinny być podzielone na zbiorniki balastowe i inne pomieszczenia (pompownie, zbiorniki paliwa, przedziały ochronne, itp.) grodziami poprzecznymi i wzdłużnymi.

Grodzie poprzeczne w basztach powinny sięgać przynajmniej do pokładu bezpieczeństwa.

### **4.1.5 Wzdłużne i poprzeczne przegrody pontonu doku**

**4.1.5.1** We wzdłużnej płaszczyźnie symetrii pontonu doku powinna być usytuowana gródź lub przegroda o wytrzymałości wystarczającej do podpierania podpór stępkowych ustawianych na pokładzie pontonu.

Gródź lub przegroda powinna być usztywniona węzłówkami, które podpierają bezpośrednio elementy konstrukcji podpór stępkowych.

Zastosowanie w płaszczyźnie symetrii doku rozwiązania innego niż gródź lub przegroda wzdłużna będzie rozpatrywane przez PRS odrębnie.

**4.1.5.2** Zalecane jest zastosowanie przynajmniej jednej przegrody wzdłużnej z każdej strony płaszczyzny symetrii pontonu. W przypadku doku pontonowego wymagane jest zastosowanie grodzi zamiast przegrody wzdłużnej.

**4.1.5.3** W pontonie lub w pontonach doku należy zastosować przegrody poprzeczne.

Zalecane jest, aby odstęp między przegrodami poprzecznymi nie przekraczał  $1/6$  odległości pomiędzy wewnętrznymi ścianami baszt.

W przypadku pontonów doku pontonowego należy zastosować przynajmniej jedną przegrodę lub gródź pomiędzy ścianami bocznymi.

### **4.1.6 Wiązary i podpory pontonu doku**

W konstrukcji pontonu doku powinien być zastosowany system wiązarów o wytrzymałości odpowiedniej do obciążenia przekazywanego przez boczne podpory dokowe. Dopuszczalne obciążenie pojedynczej podpory bocznej należy przyjmować nie mniejsze niż 50% dopuszczalnego obciążenia pojedynczej podpory stępkowej. Pomiędzy wiązarami pokładu i dna pontonu mogą być stosowane podpory.

## **4.2 Szczegóły konstrukcyjne, połączenia elementów konstrukcyjnych i spawanie**

Należy spełnić wymagania podane w rozdziale 3 i 4 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, w zakresie dotyczącym doków.

### **4.3 Otwory przepływowe**

**4.3.1** W wiązaniach dennych zbiorników balastowych należy zastosować otwory zapewniające efektywny dopływ wody do rur ssących systemu balastowego.

**4.3.2** W wiązaniach szczytowej części zbiorników balastowych należy wykonać otwory umożliwiające dopływ powietrza do rur odpowietrzających.

### **4.4 Elementy wyposażenia doku**

#### **4.4.1 Bariery**

**4.4.1.1** Górne pokłady baszt i pomosty należy wyposażyć w bariery.

**4.4.1.2** Wysokość bariery powinna być nie mniejsza niż 1000 mm, a odstęp pomiędzy poziomymi prętami nie powinien być większy niż 380 mm, przy czym odstęp najniższego pręta bariery od pokładu nie powinien przekraczać 230 mm. Pionowe wsporniki bariery należy umieszczać w odległościach nie większych niż 1,5 m. Co najmniej co trzeci wspornik powinien być podparty węzłówką lub odciągiem.

**4.4.1.3** Bariery wzdłuż zewnętrznych ścian baszt i na pomostach powinny być na stałe zamocowane do pokładu. Bariery wzdłuż wewnętrznych ścian baszt mogą być demontowalne, celem ułatwienia procesu wprowadzania statku na dok oraz położenia trapów między pokładem statku a pokładem baszty.

#### **4.4.2 Włazy, szyby zejściowe, otwory pomiarowe**

**4.4.2.1** Wszelkie otwory zmniejszające wytrzymałość konstrukcji kadłuba należy odpowiednio wzmocnić, np. przez zastosowanie kołnierzy albo obramowań lub zwiększenie grubości blach.

**4.4.2.2** Włazy w pokładzie pontonu, w pokładach baszt i w ścianach wewnętrznych baszt należy rozmieszczać możliwie jak najdalej od siebie i nie w jednej linii.

**4.4.2.3** Zaleca się, aby zamknięcia otworów na pokładzie pontonu nie wystawały ponad jego powierzchnię.

#### **4.4.3 Odbojnice**

**4.4.3.1** Na czołowych ścianach baszt należy zamocować odbijacze wyłożone drewnem lub gumą. Powinny one sięgać co najmniej od pokładu górnego do pokładu bezpieczeństwa.

**4.4.3.2** Na zewnątrz doku, na wysokości pokładu pontonu, należy umocować wokół doku odbojnice z drewna lub gumy. Zalecane jest, aby ich przekrój miał wymiary nie mniejsze niż 250×300 mm i aby były one mocowane śrubami do stalowego kształtownika umieszczonego w odległości około 100 mm od poszycia

baszt i mocowanego do poszycia baszt przy pomocy wsporników. Inne konstrukcje odbojnic podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

#### **4.4.4 Urządzenie do wprowadzania i centrowania statków**

Dok należy wyposażyć w kabestany, wciągarki, rolki prowadzące, liny, itp., służące do wprowadzania (lub wyprowadzania) statków pomiędzy baszty doku.

Urządzenia te są rozpatrywane przez PRS odrębnie.

#### **4.4.5 Podpory stępkowe i boczne**

##### **4.4.5.1 Konstrukcja podpór stępkowych**

Podpory stępkowe powinny być wykonane w formie konstrukcji stalowej ustawionej na pokładzie pontonu doku, do której mocowane są elementy drewnianej podbudowy (bale) bezpośrednio podpierające dno statku.

Zalecane jest, aby obciążenie pionowe od ciężaru podpieranego statku było przenoszone przez pionowe płyty stalowe na spawane do pokładu pontonu krawędzie pionowych węzłówek. Krawędzie pionowe tych węzłówek są spawane do grodzi wzdłużnej w PS pontonu.

Grubość i szerokość elementów drewnianych w zasadzie nie powinny być mniejsze niż 150 mm.

Górna część podbudowy powinna być wykonana z miękkiego drewna (np. sosnowego) o grubości nie mniejszej niż 50 mm.

Obciążenie ściskające elementy drewniane powinno działać poprzecznie w stosunku do kierunku włókien drewna.

##### **4.4.5.2 Wytrzymałość podpór stępkowych**

Obciążenie obliczeniowe podpór stępkowych należy ustalić wg 5.2.5.

Średnie naprężenia ściskające w podbudowie drewnianej nie powinny przekraczać 50% wytrzymałości drewna na ściskanie (dla drewna sosnowego wytrzymałość na ściskanie przyjmować nie większą niż 7,5 MPa).

Naprężenia dopuszczalne w elementach stalowej konstrukcji nośnej podpór wynoszą: [MPa];

- naprężenia normalne (od ściskania lub zginania):  $\sigma = 160 \cdot k$ ,
- naprężenia styczne:  $\tau = 90 \cdot k$ ,
- naprężenia zredukowane:  $\sigma_{zr} = 180 \cdot k$ .

##### **4.4.5.3 Konstrukcja i wytrzymałość podpór bocznych**

Konstrukcja podpór bocznych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Dopuszczalne obciążenie podpór powinno spełniać warunki podane w 4.1.6, a dopuszczalne naprężenia dla podbudowy drewnianej i konstrukcji stalowej są identyczne jak dla podpór stępkowych (patrz 4.4.5.2).

## **4.4.6 Urządzenia do posadowienia doku**

**4.4.6.1** Zalecane jest, aby dok eksploatowany na wodach osłoniętych był posadowiony przy pomocy oczepów dalbowych.

PRS może wyrazić zgodę na posadowienie doku przy pomocy łańcuchów lub lin zakończonych kotwicami, wg wymagań 4.4.6.6.

**4.4.6.2** Oczepy dalbowe powinny być stosowane z zewnętrznej strony jednej z baszt doku, w końcowych rejonach baszty.

**4.4.6.3** Konstrukcja i posadowienie słupów dalbowych jest rozpatrywana przez PRS odrębnie.

**4.4.6.4** Obciążeniem obliczeniowym dla oczepów dalbowych są ich siły reakcji na dok obciążony ciśnieniem wiatru o wartości 0,8 kPa, w dowolnym kierunku w stosunku do PS doku.

PRS może zaakceptować zmniejszenie powyższych wartości obliczeniowych po analizie wiarygodnych danych statystycznych, dotyczących prędkości wiatru w rejonie posadowienia doku.

Powierzchnia nawiewu, przyjmowana do obliczenia całkowitej siły naporu wiatru, jest sumą powierzchni rzutów na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiatru, następujących elementów:

- powierzchnia boczna baszt i pontonu powyżej poziomu wody, przy zanurzeniu doku do poziomu minimalnej wolnej burty pontonu;
- największa powierzchnia nawiewu statków przewidzianych do dokowania, poza obrysem baszt doku (dla statków ze znakiem ECO w symbolu klasy jest to powierzchnia nawiewu zadaszenia doku).

**4.4.6.5** Dopuszczalne wartości naprężeń zredukowanych w stalowej konstrukcji oczepów dalbowych wynoszą 150k, [MPa].

Naprężenia osiowe w śrubach stosowanych do łączenia elementów oczepów nie powinny być większe niż 125k, [MPa].

Naprężenia w sworzniach stosowanych do łączenia elementów oczepów nie powinny być większe niż:

- naprężenia osiowe od zginania: 120k, [MPa],
- średnie naprężenia styczne: 80k, [MPa].

Naprężenia ściskające w drewnianych okładzinach oczepów dalbowych nie powinny być większe niż 50% wytrzymałości drewna na ściskanie (w poprzek włókien drewna). Powyższe naprężenia należy obliczać jako iloraz poziomej siły reakcji słupa dalbowego na dok i powierzchni rzutu okładziny drewnianej na płaszczyznę prostopadłą do wektora siły reakcji.

**4.4.6.6** PRS może zaakceptować posadowienie doku na wodach osłoniętych przy pomocy kotwic i łańcuchów lub lin kotwicznych.

Stosując taki system posadowienia należy przewidzieć przynajmniej 2 kotwice przy każdej baszcie doku, usytuowane możliwie jak najdalej od siebie.

Kierunek ułożenia łańcuchów lub lin łączących kotwice z konstrukcją doku powinien zapewniać skuteczne równoważenie sił naporu wiatru na dok w dowolnym kierunku.

Siły trzymania poszczególnych kotwic, siły zrywające ich łańcuchy lub liny oraz zamocowania do kadłuba powinny być przynajmniej 2-krotnie większe od przenoszonych przez te elementy sił przy obciążeniu doku siłą naporu wiatru o wartości obliczeniowej określonej wg 4.6.4.4.

Wartości sił trzymania kotwic powinny być potwierdzone poprzez próby wykonane pod nadzorem PRS w planowanym miejscu posadowienia doku.

PRS może zaakceptować wartości sił trzymania określone w próbach podobnych kotwic na dnie akwenu o podobnych parametrach gruntu.

PRS może wymagać zastosowania amortyzatorów w rejonie połączenia lin lub łańcuchów kotwicznych z dokiem, jeżeli kotwice będą ułożone w stosunkowo małej odległości od doku.

**4.4.6.7** Posadowienie doku eksploatowanego w rejonie nieosłoniętym będzie rozpatrywane przez PRS odrębnie.

#### **4.4.7 Pomost łączący dok z lądem**

**4.4.7.1** Dok powinien być połączony z lądem (nabrzeżem) przy pomocy pomostu, który jest na stałe zamocowany przegubowo do nabrzeża. Konstrukcja tego zamocowania jest rozpatrywana przez PRS odrębnie.

Pomost powinien opierać się o pokład pontonu doku (gdą dok jest wynurzony) odpowiednio wzmocniony lokalnie.

**4.4.7.2** Konstrukcja pomostu powinna spełniać kryteria wytrzymałościowe dla obciążeń od kół pojazdów podane w rozdziale 19 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Dopuszczalne obciążenia pomostu powinny być podane w *Instrukcji dokowania* (patrz rozdział 11).

#### **4.4.8 Pomost komunikacyjny pomiędzy basztami**

**4.4.8.1** Konstrukcja pomostu komunikacyjnego pomiędzy basztami wraz z zamocowaniami do baszt i połączeń segmentów pomostu ze sobą podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**4.4.8.2** W projekcie pomostu należy założyć maksymalne obciążenie robocze (np. ciężarem ludzi) oraz obciążenie ciężarem własnym konstrukcji.

W analizie wytrzymałości pomostu należy założyć położenie obciążeń roboczych, wywołujące ekstremalne wartości sił wewnętrznych w konstrukcji.



**4.4.8.3** Wartości naprężeń dopuszczalnych w usztywnieniach poszycia i w więzaniach pomostu są następujące; [MPa];

- naprężenia normalne od rozciągania, ściskania lub zginania:  $\sigma = 160k$ ;
- średnie naprężenia styczne w średnikach:  $\tau = 90k$ ;
- naprężenia zredukowane:  $\sigma_{zr} = 160k$ .

**4.4.8.4** Naprężenia dopuszczalne w śrubach lub sworzniach połączeń segmentów pomostu między sobą lub z basztami są takie same, jak w p. 4.4.6.5 dotyczącym oczepów dalbowych.

#### **4.4.9 Trapy i przestawne klatki komunikacyjne**

Konstrukcja i sposób podparcia trapów i przestawnych klatek stosowanych do komunikacji pomiędzy dokiem a statkiem oraz dokiem a nabrzeżem będą rozpatrywane przez PRS odrębnie.

Ograniczenia dotyczące sposobu eksploatacji tych urządzeń oraz ich dopuszczalne obciążenia powinny być zapisane w *Instrukcji dokowania* (patrz rozdział 11).

#### **4.5 Sterownia doku**

**4.5.1** Nadbudówka mieszcząca sterownię powinna być zainstalowana w środkowej części doku na górnym pokładzie.

**4.5.2** Nadbudówka powinna być wykonana z blachy o grubości co najmniej 3 mm, powinna być wewnątrz izolowana i wyposażona w odpowiednią liczbę okien umożliwiających obserwację dokowanych obiektów i żurawi dokowych.

**4.5.3** W nadbudówce powinny znajdować się następujące urządzenia:

- wskaźniki poziomu wody w każdym zbiorniku balastowania doku,
- wskaźniki zanurzenia przedniej i tylnej części doku,
- wskaźnik przechyłu i przegłębienia doku,
- wskaźnik ugięcia lub wygięcia doku,
- stanowisko manewrowe do uruchamiania pomp i zasuw,
- lampy kontrolne do sprawdzania poprawności działania urządzeń,
- instalacja zapewniająca łączność co najmniej z pomieszczeniem elektrycznej rozdzielniczej głównej i końcowymi rejonami górnych pokładów baszt.

Wyposażenie sterowni doków uznanych za nietypowe (np. doki względnie małe) podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**4.5.4** Dla doków o udźwigu większym niż 25 000 ton zaleca się zainstalowanie w sterowni wskaźnika wskazującego wartości naprężeń normalnych w środkowej części górnego pokładu doku.

## **5 OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE**

### **5.1 Zasady ogólne**

#### **5.1.1 Sposób ustalania obciążeń obliczeniowych**

Obciążenia obliczeniowe do wymiarowania poszyc, usztywnień poszyc i wiązarów oraz grodzi i przegród pontonu są wypadkową wartością obciążeń zewnętrznych określanych wg 5.2 i obciążeń wewnętrznych określanych wg 5.3.

Szczegółowe wymagania w tym zakresie podane są w rozdziałach 7 i 8.

#### **5.1.2 Punkt przyłożenia obciążenia obliczeniowego**

Jest to punkt, w którym należy określić ciśnienie obliczeniowe wykorzystywane przy obliczaniu wymaganej grubości płyt poszycia oraz wskaźnika przekroju usztywnień poszycia lub wiązarów – wg wymagań rozdziału 8.

Położenie punktu przyłożenia obciążenia należy określić następująco:

- dla płyt poszycia usztywnionych poziomo: w środku geometrycznym nie usztywnionego pola;
- dla płyt poszycia usztywnionych pionowo: na dolnej krawędzi płyty, jeżeli krawędź ta jest nie podparta (np. przy zmianie grubości poszycia) oraz w odległości równej połowie odstępu usztywnień powyżej dolnej krawędzi płyty, jeżeli krawędź ta jest podparta;
- dla usztywnień: w środku rozpiętości; jeżeli rozkład ciśnienia wzdłuż rozpiętości usztywnienia nie jest liniowy, to ciśnienie obliczeniowe należy określić w środku rozpiętości usztywnienia oraz jako średnią arytmetyczną ciśnień w punktach końcowych usztywnienia i przyjąć wartość większą;
- dla wiązarów: w geometrycznym środku powierzchni podpartej przez wiązar.

### **5.2 Obciążenia zewnętrzne**

#### **5.2.1 Obciążenia doku eksploatowanego w rejonie osłoniętym**

Należy przyjąć, że zanurzone fragmenty doku są obciążone ciśnieniem hydrostatycznym.

#### **5.2.2 Obciążenia doku eksploatowanego poza rejonem osłoniętym**

Do obciążeń statycznych wyznaczonych wg 5.2.1 należy dodać obciążenia dynamiczne od falowania wody.

Sposób wyznaczania obciążeń dynamicznych podlega rozpatrzeniu przez PRS.

#### **5.2.3 Obciążenia doku holowanego**

Należy uwzględnić obciążenia statyczne wg 5.2.1 powiększone o odpowiednie wartości obciążeń dynamicznych wyznaczonych w sposób uzgodniony z PRS, z uwzględnieniem trasy holowania, pory roku i przewidywanego czasu trwania rejsu.

Jeżeli na pokładzie doku transportowany jest ładunek (np. wyposażenie doku), to należy uwzględnić obciążenia wynikające z przyspieszeń i przemieszczeń doku (przechyłów) na fali.

## 5.2.4 Obciążenia platform i pokładów

**5.2.4.1** Minimalne obciążenia obliczeniowe platform i pokładów należy przyjmować w formie ciśnień o wartościach:

5 kPa – dla pokładu górnego,

6 kPa – dla platform będących przedłużeniem pontonu doku,

3,5 kPa – dla pozostałych platform i pokładów oraz pomostów.

**5.2.4.2** Platformy i pokłady podlegające obciążeniom od kół pojazdów powinny mieć wytrzymałość zgodną z wymaganiami rozdziału 19 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

**5.2.4.3** Oceniając wytrzymałość pokładu górnego należy uwzględnić obciążenia wynikające z podpierania torów jezdnych żurawi dokowych.

## 5.2.5 Obciążenie obliczeniowe w PS doku od ciężaru statku

Minimalne obciążenie obliczeniowe przyjmowane do wymiarowania konstrukcji przegród pontonu doku oraz podpór stępkowych odpowiada obciążeniu ciąglemu w PS, o wartości:

$$q = 1,5g \frac{P_D}{L_D}, \text{ [kN/m]} \quad (5.2.5)$$

Do wymiarowania podpór dokowych i konstrukcji pontonu bezpośrednio podpierającej podpory należy stosować obciążenie o 25% większe od określonego wyżej.

Jeżeli przewidywane obciążenia dla najbardziej niekorzystnego rozkładu masy dokowanego statku przekraczają powyższe wartości, to do obliczeń należy przyjąć obciążenia przewidywane.

## 5.3 Obciążenia wewnętrzne

**5.3.1** Obciążenia obliczeniowe od cieczy w zbiornikach doku należy przyjmować jako ciśnienie [kPa], o wartości największej spośród poniższych:

$$p = 0,67\rho gh_p \quad (5.3.1-1)$$

$$p = \rho gh_s + p_0 \quad (5.3.1-2)$$

$$p = \rho gh_z \quad (5.3.1-3)$$

gdzie:

$h_p$  – pionowa odległość od punktu przyłożenia obciążenia do górnej krawędzi rury odpowietrzającej, [m],

$h_s$  – pionowa odległość od punktu przyłożenia obciążenia do szczytu zbiornika, [m],

- $h_z$  – pionowa odległość od punktu przyłożenia obciążenia do wodnicy największego zanurzenia w danym miejscu, [m],
- $p_0$  – ciśnienie otwarcia zaworów nadciśnieniowych, ale należy przyjmować  $p_0 \geq 15$  kPa (dla zbiorników zapełnionych grawitacyjnie można przyjmować  $p_0 = 0$ ), [kPa].

**5.3.2** Dla zbiorników napełnianych wyłącznie grawitacyjnie, obciążenie obliczeniowe można przyjmować jako ciśnienie o większej wartości spośród poniższych dwóch:

$$p = \rho g h_z \quad (5.3.2-1)$$

$$p = \rho g h_s \quad (5.3.2-2)$$

gdzie:

$h_z, h_s$  – patrz 5.3.1.

## 6 WYTRZYMAŁOŚĆ WZDŁUŻNA

### 6.1 Zasady ogólne

**6.1.1** W niniejszym rozdziale podano minimalne wymagania dotyczące wytrzymałości wzdluznej doku w warunkach eksploatacyjnych (gdy dok jest obciążony ciężarem dokowanego statku lub innego obiektu) oraz w warunkach holowania.

**6.1.2** Do oceny wytrzymałości wzdluznej należy dostarczyć do PRS informacje sprecyzowane w 1.3.1.

### 6.2 Obliczeniowe stany obciążeń

#### 6.2.1 Obliczeniowe wartości momentu zginającego i siły poprzecznej

Obliczeniowa wartość momentu zginającego i siły poprzecznej w doku, związane z obciążeniem doku ciężarem dokowanego statku ciężarem własnym doku wraz z balastem wodnym i siłami wyporu, nie powinny być mniejsze niż:

$$M = k_m g P_D L_D, \text{ [kNm]}, \quad (6.2.1-1)$$

$$Q = k_q g P_D, \text{ [kN]}, \quad (6.2.1-2)$$

gdzie:

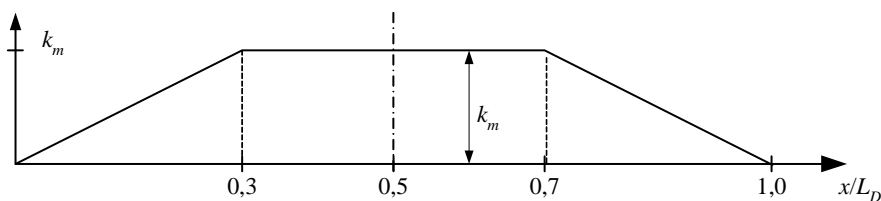
- $k_m$  – współczynnik liczbowy o wartościach podanych w tabeli 6.2.1; rozkład  $k_m(x)$  podano na rys. 6.2.1-1,
- $g$  – patrz 2.3,
- $P_D, L_D$  – patrz 2.2,
- $k_q$  – współczynnik liczbowy o wartościach podanych w tabeli 6.2.1; rozkład  $k_q(x)$  podano na rysunku 6.2.1-2.

**Tabela 6.2.1**  
**Wartości współczynników  $k_m$  i  $k_q$**

Udźwig doku $P_D$ [t]	$k_m$	$k_q$
$\leq 40\ 000$	0,0333	0,13
$\geq 70\ 000$	0,0195	0,08

Dla  $40\ 000\ \text{t} < P_D < 70\ 000\ \text{t}$  wartości  $k_m$  i  $k_q$  należy wyznaczać stosując interpolację liniową.

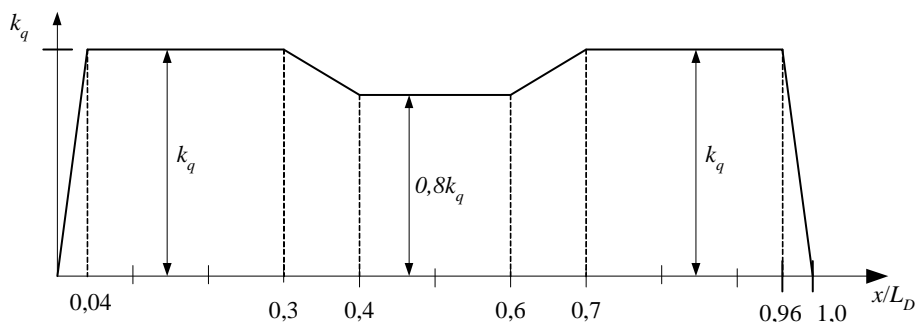
Wzory 6.2.1-1 i 6.2.1-2 obowiązują w przypadku ugięcia i wygięcia doku.



Rys. 6.2.1-1 Wartości  $k_m$  w funkcji współrzędnej  $x$  przekrojów poprzecznych doku

Podane wyżej wartości  $M$  i  $Q$  służą do wyznaczenia wymaganej wartości wskaźnika przekroju doku wg 6.4.1 i pola przekroju poszyc pionowych ścian baszt wg 6.3 w sytuacji, gdy dok nie jest projektowany na podstawie bezpośrednich obliczeń wytrzymałości wg 6.2.2.2.

Obowiązują przy tym wartości naprężeń dopuszczalnych podane w pozycji 1 tabeli 6.3.



Rys. 6.2.1-2 Wartości  $k_q$  w funkcji współrzędnej  $x$  przekrojów poprzecznych doku

## 6.2.2 Bezpośrednie obliczenia wytrzymałości wzdłużnej doku

**6.2.2.1** Wymiarowanie konstrukcji doku wg kryterium wytrzymałości wzdłużnej można wykonać w oparciu o wartości sił wewnętrznych wyznaczonych na podstawie obliczeń bezpośrednich wg wymagań 6.2.2.2.

W takiej sytuacji wartości  $M$  i  $Q$  obliczone wg 6.2.1 należy traktować jako minimalne wartości sił wewnętrznych, stosowane do wyznaczenia minimalnej wartości wskaźnika przekroju doku wg 6.4.1 i pola przekroju poszyc pionowych ścian baszt wg 6.3. Obowiązują przy tym wartości naprężeń dopuszczalnych podane w pozycji 2 tabeli 6.3.

Zabezpieczenie doku przed przeciążeniem w warunkach zginania ogólnego jest realizowane poprzez kontrolę odkształceń i naprężeń wg wymagań 6.5 oraz odpowiednie rozmieszczenie balastu wyrównawczego.

**6.2.2.2** Bezpośrednie obliczenia wytrzymałości wzdłużnej doku należy wykonać dla przewidywanych najbardziej niekorzystnych stanów obciążeń, z uwzględnieniem pośrednich etapów operacji dokowania, gdy dok nie jest ostatecznie wynurzony.

Obliczenia należy wykonać dla reprezentatywnych statków przewidzianych do dokowania, z uwzględnieniem rozkładu ciężaru własnego wzdłuż statku.

W obliczeniach należy uwzględnić wpływ sztywności kadłuba statku na wartości sił przenoszonych przez podpory stępkowe zakładając, że statek opiera się tylko na nich (pomiąć podpory boczne).

Można uwzględnić korzystny wpływ sposobu rozmieszczenia balastu wodnego w zbiornikach doku na wartości sił wewnętrznych w jego kadłubie.

Należy zastosować wartości naprężeń dopuszczalnych do wyznaczenia wymaganej wartości wskaźnika przekroju doku wg 6.4.1 i pole przekroju poszyc pionowych ścian baszt wg 6.3 podane w pozycji 2 tabeli 6.3.

Obliczenia takie powinny być wyczerpująco udokumentowane i przedłożone PRS do wglądu wraz z dokumentacją klasyfikacyjną.

Zalecenia dotyczące sposobu rozłożenia balastu wyrównawczego w zbiornikach doku przy dokowaniu reprezentatywnych statków powinny być zapisane w *Instrukcji dokowania* (patrz rozdział 11).

Jeżeli w obliczeniach uwzględniono korzystny wpływ rozłożenia balastu wyrównawczego na wartości sił wewnętrznych w doku, to wymagane jest wyposażenie doku w system pomiaru ilości balastu w poszczególnych zbiornikach doku (patrz 6.5.5).

**6.2.2.3** W przypadku doku przewidzianego do eksploatacji w rejonie nieosłoniętym, w ocenie wytrzymałości wzdłużnej należy uwzględnić falowy moment zginający i falową siłę ścinającą. Dokumentację wymaganą w 1.3.1.1 należy uzupełnić o opis metody zastosowanej do obliczenia obciążeń falowych.

## **6.2.3 Stany morskie**

**6.2.3.1** Jeżeli dok ma być holowany przez otwarty rejon żeglugowy z miejsca budowy do rejonu eksploatacji, to w ocenie wytrzymałości wzdłużnej należy uwzględnić falowy moment zginający. W prognozowaniu wartości momentu falowego należy uwzględnić dane statystyczne dotyczące falowania na założonej trasie holowania doku (związane z porą roku) oraz przewidywany czas holowania.

Sposób wykonania powyższych obliczeń należy uzgodnić z PRS.

**6.2.3.2** W przypadku doków o małej sztywności w warunkach skręcania (np. doki pontonowe lub doki skrzyniowe o dużej szerokości) należy sprawdzić wytrzymałość doku z uwzględnieniem falowego momentu skręcającego.

### 6.3 Naprężenia dopuszczalne

Naprężenia w kadłubie doku od zginania ogólnego (lub zginania ogólnego z uwzględnieniem skręcania – patrz p. 6.2.3.2) nie powinny przekraczać wartości podanych w tabeli 6.3.

Podane w tabeli dopuszczalne wartości naprężeń stycznych dotyczą naprężeń średnich, których wartości należy obliczyć dzieląc siłę poprzeczną przez sumaryczne pole powierzchni przekroju poszyc pionowych ścian baszt.

**Tabela 6.3**  
**Wartości naprężeń dopuszczalnych w kadłubie doku**

Lp.	Obciążenie wg punktu	Naprężenia normalne $\sigma_{dop}$ . [MPa]	Naprężenia styczne $\tau_{dop}$ . [MPa]
1	6.2.1	140k	100k
2	6.2.2	200k	120k
3	6.2.3.1 i 6.2.3.2	Podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS	

### 6.4 Wskaźnik wytrzymałości przekroju poprzecznego doku

**6.4.1** Wartość wskaźnika wytrzymałości przekroju doku w dowolnym miejscu wzdłuż doku nie powinna być mniejsza od obliczonej ze wzoru:

$$W = \frac{M}{\sigma_{dop}} \cdot 10^3, \text{ [cm}^3\text{]} \quad (6.4.1)$$

gdzie:

$M$  – moment zginający ustalony wg 6.2.1 albo 6.2.2.2, [kNm],

$\sigma_{dop}$  – wartość naprężeń dopuszczalnych ustalonych wg 6.2.1 albo 6.2.2 oraz 6.3, [MPa].

Dla doków eksploatowanych w rejonie nieosłoniętym (patrz 6.2.2.3) lub w stacjach morskich (patrz 6.2.3) wartość  $M$  w powyższym wzorze powinna zawierać składnik wynikający z obciążeń falowych.

**6.4.2** Wartość wskaźnika przekroju wymagana w 6.4.1 dotyczy grubości netto elementów konstrukcji kadłuba doku.

W obliczeniach wskaźnika przekroju należy uwzględnić tylko ciągłe wiązania wzdłużne.

**6.4.3** Wartość wskaźnika wytrzymałości poprzecznego przekroju doku na długości  $0,4L_D$  w jego części środkowej powinna być nie mniejsza od wartości obliczonej wg 6.4.1 dla maksymalnej wartości momentu zginającego  $M$ .

**6.4.4** W przypadku kadłuba doku, którego fragmenty są wykonywane ze stali o podwyższonej wytrzymałości, granice rejonów zastosowania tej stali wynikają ze spełnienia kryterium wg wzoru 6.4.1 przez fragmenty konstrukcji ze stali o mniejszej wytrzymałości w miejscach styku z fragmentami ze stali o większej wytrzymałości.

## **6.5 Kontrola odkształceń i naprężeń w doku**

**6.5.1** Dok powinien być wyposażony w system monitorowania naprężeń normalnych od zginania ogólnego i ugięcia/wygięcia baszt.

Dopuszczalne jest ograniczenie monitorowania tylko do kontroli ugięcia/wygięcia baszt. Dopuszczalna strzałka ugięcia/wygięcia powinna być wstępnie obliczona w ramach analizy naprężeń od zginania ogólnego doku, a następnie porównana z wartością uzyskaną w próbach doku wg 12.3.2.

Dopuszczalna wartość strzałki ugięcia/wygięcia zapisana w *Instrukcji dokowania* powinna być nie większa od każdej z wartości wyznaczonych jak podano wyżej.

**6.5.2** Na doku powinny być zainstalowane dwa, działające w sposób ciągły i niezależny od siebie, urządzenia do pomiaru ugięcia/wygięcia baszt doku na długości  $L_D$ . Wskazania tych urządzeń powinny być odczytywane w sterowni doku.

**6.5.3** W przypadku doków o długości  $L_D \leq 50$  m PRS może, po odrębnym rozpatrzeniu, dopuścić zastosowanie innych skutecznych rozwiązań kontroli naprężeń i odkształceń doku.

**6.5.4** W przypadku doków o udźwigu  $P_D \geq 40\ 000$  t urządzenia do pomiaru ugięć/wygięć baszt doku powinny być wyposażone w sygnalizację optyczną i dźwiękową oraz powinien być zastosowany system do automatycznego zatrzymywania pomp balastowych po osiągnięciu wartości ugięć/wygięć baszt doku równych wartościom dopuszczalnym.

**6.5.5** Jeżeli ocenę wytrzymałości wzdłużnej doku wykonano w oparciu o wartości sił wewnętrznych, wyznaczonych na podstawie obliczeń bezpośrednich wg wymagań 6.2.2 i wymagane jest odpowiednie rozłożenie balastu wodnego w celu zapobieżenia przeciążenia doku, to dok należy wyposażyć w system pomiaru ilości balastu wyrównawczego w zbiornikach balastowych.

Wymaganie takie jest także obowiązujące, gdy wytrzymałość systemu grodzi lub przegród w skrajnych częściach doku jest z założenia zapewniona dzięki odpowiedniemu rozłożeniu balastu wyrównawczego (patrz 7.5.3).



## 7 WYTRZYMAŁOŚĆ PRZEGRÓD I GRODZI PONTONU

### 7.1 Zastosowanie

**7.1.1** W niniejszym rozdziale podano wymagania dotyczące wytrzymałości przegród i grodzi poprzecznych oraz wzdłużnych pontonu doku, podlegających obciążeniu zginającemu od ciężaru dokowanego statku, ciężaru własnego, ciężaru balastu wodnego i sił wyporu.

Wymagania powyższe dotyczą elementów konstrukcji o wymiarach netto, tzn. po odjęciu naddatków korozyjnych o wartościach wymaganych w 3.4.

Zakłada się, że ponton doku jest podpierany w kierunku pionowym przez baszty.

**7.1.2** Wymagania podrozdziałów 7.2 do 7.5 dotyczą warunków eksploatacyjnych, wymagania podrozdziału 7.6 dotyczą warunków holowania, natomiast wymagania podrozdziału 7.7 dotyczą zarówno warunków eksploatacyjnych, jak i warunków holowania.

### 7.2 Przegrody poprzeczne w środkowej części doku

**7.2.1** Wytrzymałość przegród poprzecznych w środkowej części doku (na długości  $0,5L_0$ ) nie powinna być mniejsza od wymaganej dla modelu wyizolowanej belki przegubowo podpartej na końcach, które są usytuowane w połowie szerokości baszt. Obciążenia obliczeniowe określono w 7.2.3, a naprężenia dopuszczalne – w 7.7.1.

**7.2.2** Pasy współpracujące poszycia dna i pokładu pontonu oraz efektywne pole średnika należy wyznaczyć wg wymagań dla wiązarów, podanych w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część II – Kadłub*.

**7.2.3** W płaszczyźnie symetrii doku belkę należy obciążyć siłą skupioną,  $P$ , o wartości:

$$P = q \cdot b, \text{ [kN]} \quad (7.2.3)$$

gdzie:

$q$  – wg 5.2.5,  $b$  – odstęp przegród poprzecznych, [m].

Pozostałe składniki obciążenia stanowią:

- ciężar konstrukcji i balastu resztkowego,
- ciężar balastu wyrównawczego,
- siły wyporu.

Obciążenia te mają formę obciążeń ciągłych o wartościach przypadających na odstęp przegród.

Obowiązkowe jest rozpatrzenie sytuacji, gdy w trakcie wynurzenia lub zanurzenia doku dno statku znajduje się na poziomie powierzchni wody w akwenie, a w zbiornikach balastowych doku znajduje się ilość balastu wyrównawczego odpowiadająca stanowi zanurzenia doku.

Należy założyć równomierne rozmieszczenie balastu wyrównawczego we wszystkich zbiornikach doku.

**7.2.4** Jeżeli w projekcie doku zakłada się możliwość podparcia dokowanego statku (lub innego obiektu) poza PS doku, to wytrzymałość systemu przegród w środkowej części doku, dodatkowo w stosunku do wymagań 7.2.1 i 7.2.3 należy sprawdzić metodą obliczeń bezpośrednich – dla reprezentatywnych statków.

W obliczeniach należy założyć odkształcalności konstrukcji doku, statku i podpór oraz można zakładać nierównomierne rozłożenie balastu wyrównawczego w zbiornikach doku.

Wartości naprężeń dopuszczalnych podano w 7.2.1.

Obliczenia takie powinny być wyczerpująco udokumentowane i przedłożone PRS do wglądu.

W sytuacji jak wyżej obowiązuje sprawdzenie wytrzymałości przegród poprzecznych oraz grodzi lub przegrody w PS pontonu przy założeniu, że statek jest podparty tylko w PS doku, wg wymagań 7.2.1 do 7.2.3, 7.3 i 7.5. Można zastosować przy tym wartości naprężeń dopuszczalnych większe o 10% od podanych w 7.7.1.

W *Instrukcji dokowania* (patrz rozdz. 11) należy zapisać istotne ograniczenia dotyczące zakładanych sposobów dokowania (sposób rozłożenia balastu wyrównawczego w zbiornikach doku, sposób ustawienia podpór, maksymalne wartości gęstości liniowej masy w t/m, itp.) oraz określić sytuacje wymagające bezpośrednich obliczeń wytrzymałości układu dok – statek przed podjęciem decyzji o dokowaniu statku.

Jeżeli w obliczeniach uwzględnia się korzystny wpływ nierównomiernego rozłożenia balastu wyrównawczego, to wymagane jest wyposażenie doku w system pomiaru ilości balastu w poszczególnych zbiornikach doku (patrz 6.5.5).

### **7.3 Gródź lub przegroda środkowa w środkowej części doku**

**7.3.1** Wytrzymałość grodzi lub przegrody w środkowej części doku (na długości  $0,5L_0$ ) należy sprawdzić stosując model belki jednoprzęsłowej, utwierdzonej na końcach. Długość belki jest równa odstępowi przegród poprzecznych.

Belka jest obciążona na całej długości obciążeniem ciągłym  $q$  wg 5.2.5.

Pozostałe składniki obciążenia, które należy uwzględnić, są identyczne jak w 7.2.3. W przypadku zastosowania wzdłużnego systemu dna pontonu obciążenia te można pominąć.

Wartości naprężeń dopuszczalnych podano w 7.7.1.

**7.3.2** Charakterystyki geometryczne poprzecznych przekrojów belek należy ustalić wg zasad podanych w 7.2.2.

**7.3.3** Naprężenia normalne  $\sigma$ , obliczone wg modelu określonego w 7.3.1, należy zsumować z naprężeniami normalnymi od ogólnego zginania doku, przyjmując wartości momentu zginającego wg 6.2.1 albo 6.2.2, jeżeli dok jest projektowany na podstawie bezpośrednich obliczeń wytrzymałości wzdłużnej. Obliczona suma nie może przekraczać wartości dopuszczalnej podanej w 7.7.3.

Powyższe wymaganie nie dotyczy doków pontonowych.

## 7.4 Grodzie lub przegrody boczne

**7.4.1** Wytrzymałość grodzi lub przegród bocznych w środkowej części doku (na długości  $0,5L_0$ ) pontonu podlega ocenie wg identycznego modelu jak w p. 7.3, ale zamiast obciążenia  $q$  należy w środku długości belki przyłożyć pionową siłę skupioną,  $P$ , o wartości zakładanego w projekcie doku dopuszczalnego obciążenia podpór bocznych.

## 7.5 Końcowe części pontonu

**7.5.1** Wytrzymałość systemu przegród i grodzi poprzecznych i wzdłużnych pontonu w częściach skrajnych podlega sprawdzeniu przy pomocy obliczeń metodą elementów skończonych (MES). Model MES może mieć formę rusztu, ramy przestrzennej lub modelu przestrzennego utworzonego z elementów skończonych powłokowych, tarczowych i prętowych.

Model MES powinien obejmować skrajne części pontonu doku skrzyniowego, o długościach nie mniejszych niż  $0,25L_D$ .

W przypadku doku pontonowego model MES powinien obejmować przynajmniej skrajne pontony.

**7.5.2** Jeżeli model MES ma formę rusztu lub ramy przestrzennej, to charakterystyki geometryczne poprzecznych przekrojów belek należy ustalić wg zasad podanych w 7.2.2.

**7.5.3** Obliczenia należy wykonać dla następujących obciążeń działających jednocześnie:

- ciężar własny konstrukcji, ciężar balastu resztkowego i balastu wyrównawczego,
- siły wyporu odpowiadające zanurzeniu doku wynikającemu z minimalnej wolnej burty pokładu pontonu,
- obciążenie ciągłe grodzi lub przegrody środkowej o wartości  $q = 0$  w części skrajnej pontonu, na długości  $0,1L_D$  i o wartości  $q$  obliczonej wg 5.2.5 – na pozostałej części grodzi lub przegrody.

Jeżeli obliczenia wytrzymałości wzdłużnej wykonano zgodnie z 6.2.2, to długość nieobciążonej części grodzi lub przegrody należy przyjąć zgodnie z założeniami do tych obliczeń. Przyjęta długość nie może być jednak mniejsza niż  $0,1L_0$ .

W zasadzie należy założyć równomierne rozłożenie balastu wyrównawczego we wszystkich zbiornikach doku, na długości modelu MES. Jeżeli wytrzymałość końcowych części pontonu jest zapewniona poprzez założenie korzystnego wpływu sposobu rozmieszczenia balastu wodnego w zbiornikach doku na wartość sił wewnętrznych w grodziach i przegrodach pontonu, to dok powinien być wyposażony w system monitorowania ilości balastu w zbiornikach doku wg 6.5.5, a w *Instrukcji dokowania* doku należy zapisać odpowiednie ograniczenia.

Zastosowane grubości blach poszyc pokładu i dna pontonu oraz grodzi lub przegród wzdłużnych i poprzecznych nie mogą być mniejsze niż w środkowej części doku.

**7.5.4** Obowiązują dopuszczalne wartości naprężeń podane w p. 7.7. Naprężeń od zginania ogólnego doku można nie uwzględniać na odcinku pomiędzy końcem pontonu doku a przekrojem wręgowym leżącym w odległości:

- $0,28B_w$  ( $B_w$  – odległość wewnętrznych ścian baszt doku) od przekroju, w którym kończą się baszty doku – dla grodzi lub przegrody środkowej;
- $0,28d$  ( $d$  – odległość między grodzią lub przegrodą boczną a basztą) – dla grodzi lub przegród bocznych.

## **7.6 Wytrzymałość w warunkach holowania**

**7.6.1** Jeżeli dok ma być holowany przez otwarty rejon żeglugowy z miejsca budowy do rejonu eksploatacji, to ocenę wytrzymałości systemu przegród i grodzi pontonu należy przeprowadzić z uwzględnieniem ciśnień dynamicznych (falowych) od wody i sił bezwładności od ładunku lub wyposażenia transportowanego na pokładzie pontonu.

W prognozowaniu tych obciążeń należy uwzględnić dane statystyczne dotyczące falowania na założonej trasie holowania (związane z porą roku) oraz przewidywany czas holowania.

**7.6.2** Wartości naprężeń dopuszczalnych podano w p. 7.7.

## **7.7 Naprężenia dopuszczalne**

**7.7.1** Wartości naprężeń dopuszczalnych, [MPa], w stanach eksploatacyjnych doku (p. 7.2 do p. 7.5 z wyłączeniem 7.2.4) są następujące:

- naprężenia normalne:  $\sigma = 170k$ ,
- średnie naprężenia styczne w poszyciu grodzi i przegród:  $\tau = 100k$ ,
- naprężenia zredukowane:  $\sigma_{zr} = 200k$ .

Naprężenia zredukowane należy obliczać wg zależności:

$$\sigma_{zr} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (7.7.1)$$

gdzie:

$\sigma, \tau$  – obliczone wartości naprężeń normalnych (od zginania przegrody) i stycznych.

**7.7.2** Wartości naprężeń dopuszczalnych, [MPa], w stanie holowania doku (p. 7.6) są następujące:

- naprężenia normalne:  $\sigma = 160k$ ,
- średnie naprężenia styczne w średnikach wiązarów:  $\tau = 100k$ ,
- naprężenia zredukowane:  $\sigma_{zr} = 180k$ .

Naprężenia zredukowane należy obliczać wg wzoru 7.7.1.

**7.7.3** Suma naprężeń normalnych od zginania grodzi lub przegród środkowej i bocznych wg 7.3 do 7.5 i od ogólnego zginania doku nie powinna być większa niż  $190k$ , [MPa].

## 8 WYTRZYMAŁOŚĆ MIEJSCOWA I STREFOWA

### 8.1 Zasady ogólne i oznaczenia

**8.1.1** Wymagania niniejszego rozdziału dotyczą poszycia, usztywnień poszycia i wiązarów baszt i pontonu/pontonów, dna i pokładu pontonu, ścian i pokładów baszt oraz grodzi poprzecznych i wzdłużnych baszt i pontonu/pontonów, w warunkach obciążenia ciśnieniem balastu wodnego i ciśnieniem zewnętrznym (wody zaburtowej).

**8.1.2** Przy ustalaniu wymaganych wymiarów wiązań (grubość poszycia, wskaźnik przekroju usztywnień poszycia, itp.) należy rozpatrzyć wartości obciążeń odpowiadające następującym stanom doku:

**A.** Dok zanurzony do założonej w projekcie doku maksymalnej wartości zanurzenia; dok nie jest przy tym obciążony ciężarem dokowanego statku (lub innego obiektu).

Jeżeli założona procedura eksploatacji doku nie zabrania, aby zbiorniki doku mogły być puste, gdy zanurzenie doku jest maksymalne, to przy sprawdzaniu kryteriów wytrzymałości lokalnej należy taką sytuację założyć dla każdego ze zbiorników doku (patrz 6.5.5 oraz rozdz. 11).

**B.** Pośredni etap wynurzania lub zanurzania doku, gdy dno statku znajduje się na poziomie powierzchni wody w akwencie.

**C.** Dok wynurzony tak, że zapewniona jest minimalna wymagana wartość wolnej burty; statek stoi na podporach stępkowych.

**D.** Stan awaryjny. Dok zanurzony jak w stanie A. Niezależnie od zakładanej procedury eksploatacji doku (sposobu rozłożenia balastu wodnego) należy przyjąć, że dowolny ze zbiorników balastowych jest pusty.

### 8.2 Ciśnienia obliczeniowe

**8.2.1** Ciśnienia obliczeniowe zewnętrzne,  $p_e$ , i wewnętrzne,  $p_i$ , należy obliczyć zgodnie z 5.2 i 5.3.

**8.2.2** Przyjęte ciśnienie obliczeniowe dla dna i pokładu pontonu i ścian baszt powinno być nie mniejsze od większej z wartości ciśnień: wewnętrznego i zewnętrznego dla tych konstrukcji, jeżeli dok nie spełnia wymagań poniższych.

Jeżeli w projekcie doku założono, że wytrzymałość doku będzie zapewniona poprzez odpowiednie rozłożenie balastu wyrównawczego w zbiornikach doku (patrz 6.2.2.2 i 7.5.3), to ustalając wielkość ciśnienia obliczeniowego dla poszycia obciążonego ciśnieniem z obu stron, jego usztywnień oraz wiązarów, można od większej wartości ciśnienia (zewnętrznego lub wewnętrznego) odjąć 50% mniejszej wartości ciśnienia.

W stanie obciążenia D ciśnieniem obliczeniowym dla konstrukcji dna pontonu i ścian baszt jest ciśnienie zewnętrzne,  $p_e$ , ustalone wg wzoru 5.3.2-1, a dla grodzi poprzecznych i wzdłużnych w pontonie i grodzi w basztach – ciśnienie wewnętrzne,  $p_i$ , ustalone wg 5.3.1.

**8.2.3** Wartość dopuszczalnego obciążenia poszyc słupek wody powinna być podana w *Instrukcji dokowania*.

**8.2.4** Jeżeli pokład pontonu może być obciążony pojazdami kołowymi, to powinien spełniać wymagania podane w podrozdziale 19.4 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, dotyczące warunków portowych.

### **8.3 Poszycie, usztywnienia i wiązary pontonu doku**

#### **8.3.1 Poszycie pontonu**

**8.3.1.1** Grubość poszycia pontonu doku w żadnym miejscu nie powinna być mniejsza niż:

$$t = s \sqrt{\frac{L_D}{k}}, \text{ [mm]} \quad (8.3.1.1)$$

gdzie:

$s$  – odstęp usztywnień, [m].

**8.3.1.2** Grubość poszycia dna lub pokładu pontonu, wymagana dla obciążeń w stanach dokowych, powinna być nie mniejsza niż:

$$t = 18k_a s \sqrt{\frac{p}{\sigma}} + t_k \quad (8.3.1.2)$$

gdzie:

$k_a = \left(1 - 0,27 \frac{s}{l}\right)^2$  – ale przyjęta wartość  $k_a$  nie musi być większa niż 0,88,

$s$  – odstęp usztywnień, [m],

$l$  – długość dłuższego boku płyty (np. odstęp wiązarów), [m],

$p$  – ciśnienie obliczeniowe wg 8.2, [kPa],

$t_k$  – naddatek korozyjny, [mm] – wg 3.4.4,

$\sigma$  – naprężenia dopuszczalne; dla płyt w bezpośrednim sąsiedztwie PS doku wartości  $\sigma$  określać wg tabeli 8.3.1.2, dla innych położeń płyt – ustalać metodą interpolacji liniowej, przyjmując  $\sigma = 160k$ , [MPa], przy ścianie zewnętrznej baszty (dla płyt dna pontonu) albo przy ścianie wewnętrznej baszty (dla płyt pokładu pontonu).

**Tabela 8.3.1.2**

**Naprężenia dopuszczalne  $\sigma$  do obliczania grubości poszycia dna lub pokładu pontonu doku, [MPa], w stanach dokowych, w rejonie PS doku**

Lp.	Rodzaje poszycia	Stan obciążenia doku			
		A	B	C – tylko dla dna pontonu	D
1	Dno lub pokład doku monolitycznego usztywnione poprzecznie	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,19\sigma_p^2} - 0,25 \sigma_p  - 0,5 \sigma_w $	jak w „B”	220k
2	Dno lub pokład doku monolitycznego usztywnione wzdłużnie	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,19\sigma_w^2} - 0,25 \sigma_w  - 0,5 \sigma_p $	jak w „B”	220k
3	Dno lub pokład pontonów doków pontonowych usztywnione poprzecznie (tzn. w płaszczyznach wręgowych)	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,19\sigma_p^2} - 0,25 \sigma_p $	160k	220k
4	Dno lub pokład pontonów doków pontonowych usztywnione wzdłużnie	160k	$160k - 0,5 \sigma_p $	jak w „B”	220k

Znaczenie symboli w tabeli 8.3.1.2:

$\sigma_p$  – naprężenia w poszyciu od zginania przegród poprzecznych pontonu doku określone wg 7.2 lub 7.5 (naprężenia normalne w kierunku prostopadłym do PS doku w punkcie przyłożenia obciążenia (patrz 5.1),

$\sigma_w$  – naprężenia w poszyciu od zginania ogólnego doku określane dla momentów zginających ustalonych wg 6.2.1 lub 6.2.2 (naprężenia normalne w kierunku osi doku).

Jeżeli naprężenia  $\sigma_p$  i  $\sigma_w$  są tego samego znaku, to w pozycjach 1 i 2 tabeli 8.3.1.2 można założyć  $\sigma_w = 0$ .

**8.3.1.3** Grubość poszycia wyznaczona wg 8.3.1.2 jest zazwyczaj wystarczająca, aby dok mógł być holowany na otwartym morzu.

Jeżeli w warunkach holowania przewiduje się specyficzne obciążenie ciśnieniem ładunku pokładu pontonu lub niecałkowite zapełnienie niektórych zbiorników balastowych doku, to wytrzymałość poszycia dna i pokładu pontonu będzie rozpatrywana odrębnie.

**8.3.1.4** Grubość poszycia dna i pokładu pontonów powinna również spełniać kryteria stateczności podane w rozdziale 9.

### 8.3.2 Usztywnienia pontonów

**8.3.2.1** Wymagany wskaźnik przekroju netto usztywnień dna pontonu i pokładu doku skrzyniowego oraz pontonów doku pontonowego należy obliczać wg wzoru:

$$W = \frac{1000l^2sp}{m\sigma}, [\text{cm}^3] \quad (8.3.2.1)$$

gdzie:

$l$  – rozpiętość usztywnienia, [m],

$s$  – odstęp usztywnień, [m],

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [kPa] (wg 8.2),

$m = 12$  w stanach obciążenia A, B, C,

$m = 16$  w stanie obciążenia D,

$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne wyznaczone wg tabeli 8.3.2.1. Stany obciążenia doku A, B, C, D zdefiniowano w 8.1.2.

Odejmowanie bezwzględnych wartości naprężeń  $\sigma_p$ ,  $\sigma_w$  lub  $\sigma_{w1}$  od wartości  $225k$  w stanach B i C ma zastosowanie tylko wówczas, gdy naprężenia te są tego samego znaku (ujemne przy ściskaniu) co naprężenia w mocnikach usztywnień, na końcach ich rozpiętości, od ich zginania lokalnego ciśnieniem  $p$  działającym na poszycie.

Wartość  $\sigma$  przyjęta do obliczeń wg wzoru 8.3.2.1 w stanach obciążenia B i C nie może być większa niż  $160k$ , [MPa].

**Tabela 8.3.2.1**  
**Naprężenia dopuszczalne  $\sigma$  dla usztywnień pokładu lub dna pontonu lub pontonów, [MPa], w stanach eksploatacyjnych**

L.p.	Rodzaj usztywnień	Stan obciążenia doku			
		A	B	C – tylko dla dna pontonu	D
1	Poprzeczne usztywnienia dna lub pokładu doku monolitycznego	$160k$	$225k -  \sigma_p $	$225k -  \sigma_p $	$220k$
2	Wzdłużne usztywnienia dna lub pokładu doku monolitycznego	$160k$	$225k -  \sigma_w $	$225k -  \sigma_{w1} $	$220k$
3	Poprzeczne usztywnienia dna lub pokładu pontonów doku monolitycznego	$160k$	$225k -  \sigma_p $	$225k -  \sigma_p $	$220k$
4	Wzdłużne usztywnienia dna lub pokładu pontonów doku monolitycznego	$160k$	$225k -  \sigma_{w1} $	$225k -  \sigma_w $	$220k$

Znaczenie symboli w tabeli 8.3.2.1:

$\sigma_p$  – naprężenia na poziomie mocnika usztywnienia od zginania poprzecznych przegród lub grodzi pontonu, obliczone wg 7.2 lub 7.5, [MPa],

$\sigma_w$  – sumaryczne naprężenia w poszyciu od ogólnego zginania doku obliczane wg 6.2.1 lub 6.2.2 i od zginania grodzi wzdłużnych pontonu, na poziomie mocnika usztywnienia, obliczone wg 7.3, 7.4 lub 7.5.

Drugi z powyższych składników naprężeń dotyczy tylko usztywnień leżących w obrębie pasa współpracującego grodzi wzdłużnych o szerokości z każdej strony grodzi równej  $1/12 Sp$  ( $Sp$  – odstęp przegród poprzecznych);



$\sigma_{w1}$  – naprężenia na poziomie mocników usztywnień od zginania grodzi wzdłużnych pontonów doku pontonowego, obliczane tak jak dla grodzi wzdłużnych doku skrzyniowego; obowiązują tylko dla usztywnień w odległości nie większej niż  $1/12 Sp$  od grodzi wzdłużnej ( $Sp$  – odstęp przegród poprzecznych).

W przypadku zastosowania wiązarów teowych (patrz 8.3.3), PRS może zażądać powiększenia naprężeń  $|\sigma_p|$ ,  $|\sigma_w|$  i  $|\sigma_{w1}|$  o dodatkowy składnik wynikający ze zginania tych wiązarów. Dotyczy to usztywnień leżących w obszarze pasa współpracującego poszycia wiązarów.

**8.3.2.2** Usztywnienia dna lub pokładu pontonu, zwymiarowane wg 8.3.2.1, są zazwyczaj wystarczająco wytrzymałe, aby dok mógł być holowany na otwartym morzu.

Jeżeli w warunkach holowania przewiduje się duże obciążenie pokładu pontonu ładunkiem, to wytrzymałość usztywnień będzie rozpatrywana przez PRS odrębnie.

### 8.3.3 Wiązary pontonów

**8.3.3.1** Wiązary o przekroju teowym mogą być zastosowane w celu podparcia usztywnień dna lub pokładu pontonu/pontonów lub w celu umożliwienia przejścia obciążenia od podpór bocznych doku. Mogą także być zastosowane wiązary poprzeczne w stosunku do wymienionych wyżej, tworzące z nimi ruszt. Zazwyczaj wiązary dna i pokładu są połączone pionowymi łącznikami.

Powyższe układy wiązarów należy wymiarować stosując obliczenia bezpośrednie. Należy uwzględnić stany obciążeń A, B, C i D określone w 8.1.2.

**8.3.3.2** Obciążenie przekazywane na wiązary przez podpierane przez nie usztywnienia należy modelować obciążeniem ciągłym o wartości:

$$q = b \cdot p, \text{ [kN/m]} \quad (8.3.3.2)$$

gdzie:

$b$  – szerokość pasa poszycia podpartego przez wiązar, [m],

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [kPa] wg 8.2.

Jeżeli w *Instrukcji dokowania* dopuszczono możliwość rozmieszczenia podpór bocznych nad wiązarami pokładu pontonu/pontonów, to w obliczeniach dla stanów obciążeń B i C należy uwzględnić obciążenie siłami reakcji tych podpór.

Obliczeniowe wartości tych sił należy przyjąć jako równe dopuszczalnemu obciążeniu podpór bocznych.

**8.3.3.3** Naprężenie dopuszczalne w przekrojach poprzecznych wiązarów i łączników (netto) w stanie obciążenia A wynoszą:

- naprężenia normalne:  $\sigma = 160k$ , [MPa],
- naprężenia styczne w środku:  $\tau = 90k$ , [MPa],
- naprężenia zredukowane:  $\sigma_{zr} = 180k$ , [MPa].

Naprężenie zredukowane należy obliczać wg wzoru 7.7.1.

W stanie obciążenia D naprężenia dopuszczalne  $\sigma$ ,  $\tau$  i  $\sigma_{zr}$  są o 30% większe od podanych wyżej dla stanu A.

**8.3.3.4** Dopuszczalne naprężenia dla wiązarów wzdłużnych doku skrzyniowego w stanach obciążeń B i C wynoszą:

- sumaryczne naprężenia normalne w mocniku od zginania wiązarów obciążeniem określonym w 8.3.3.2 i od zginania ogólnego doku (patrz 6.2)  $\sigma = 190k$ , [MPa];
- naprężenia styczne:  $\tau = 90k$ , [MPa];
- naprężenia zredukowane obliczane wg wzoru 7.7.1 dla sumarycznych naprężeń normalnych i stycznych jak wyżej:  $\sigma_{zr} = 210k$ , [MPa].

Naprężenia normalne wymienione wyżej należy sumować z uwzględnieniem ich znaków, a dopuszczalne wartości podane wyżej dotyczą ich wartości bezwzględnej. Naprężenia w wiązaniach wzdłużnych powinny także spełniać kryteria podane w 8.3.3.3, uwzględniając tylko naprężenia normalne od zginania obciążeniem określonym w 8.3.3.2.

Dla wzdłużnych wiązarów pontonów doku pontonowego naprężenia dopuszczalne w stanach obciążeń B i C należy przyjąć zgodnie z 8.3.3.3.

**8.3.3.5** Dopuszczalne naprężenia dla wiązarów poprzecznych doku (skrzyniowego lub pontonowego) w stanach obciążeń B i C wynoszą:

- sumaryczne naprężenia normalne w mocniku od zginania obciążeniem wg 8.3.3.2 i od zginania przegród poprzecznych doku wg 7.2 lub 7.5 (na poziomie mocnika wiązara):  $\sigma = 190k$ , [MPa];
- naprężenia styczne w środku:  $\tau = 90k$ , [MPa];
- naprężenia zredukowane obliczane wg 7.7.1 dla naprężeń normalnych i stycznych jak wyżej:  $\sigma_{zr} = 210k$ , [MPa].

Naprężenia normalne wymienione wyżej należy sumować z uwzględnieniem ich znaków, a dopuszczalne wartości podane wyżej dotyczą ich wartości bezwzględnej. Naprężenia w wiązaniach poprzecznych powinny także spełniać kryteria podane w 8.3.3.3, uwzględniając tylko naprężenia normalne od zginania obciążeniem określonym w 8.3.3.2.

**8.3.3.6** Wiązary pontonu zwymiarowane wg 8.3.3.1 do 8.3.3.5 są zazwyczaj wystarczająco wytrzymałe, aby dok mógł być holowany na otwartym morzu.

Jeżeli w warunkach holowania przewiduje się duże obciążenie pokładu pontonu ładunkiem, to wytrzymałość wiązarów pontonu będzie rozpatrywana przez PRS odrębnie.

## 8.4 Baszty doku

### 8.4.1 Poszycie

**8.4.1.1** Grubość poszycia baszty (burty zewnętrznej i burty wewnętrznej) powinna być nie mniejsza od określonej wg wzoru 8.3.1.1.

**8.4.1.2** Wymaganą grubość poszycia baszty poniżej pokładu bezpieczeństwa należy określać wg wzoru 8.3.1.2. Ciśnienie obliczeniowe należy określić wg 8.2.

Naprężenia dopuszczalne należy przyjmować wg tabeli 8.3.1.2 (obowiązującej przede wszystkim dla poszycia dna lub pokładu pontonu doku w rejonie PS) w następujący sposób:

- dla rejonów baszt usztywnionych poprzecznie wg pozycji 1 tabeli, przyjmując  $\sigma_p = 0$ ;
- dla rejonów baszt usztywnionych wzdłużnie wg pozycji 2 tabeli, przyjmując  $\sigma_p = 0$ .

Określone w powyższy sposób naprężenia dopuszczalne w stanach obciążeń B i C obowiązują w środkowej części doku (o długości  $0,4L_D$ ), przy dnie doku i przy pokładzie bezpieczeństwa.

W miejscu usytuowania osi obojętnej doku oraz dla płyt położonych w skrajnych częściach baszt należy przyjmować  $\sigma = 160k$ , [MPa].

Dla położen pośrednich wartości  $\sigma$  należy obliczać metodą interpolacji liniowej.

Stany obciążeń B i C (patrz 8.1.2) należy uwzględnić wówczas, gdy w procesie dokowania przewiduje się nierównomierne rozłożenie balastu wyrównawczego w zbiornikach doku, a poziom wody w zbiornikach w rejonie baszt będzie wyższy niż poziom pokładu pontonu doku.

Naprężenia  $\sigma_w$  należy obliczać w punkcie przyłożenia obciążenia (patrz 5.1).

Naprężenia dopuszczalne podane w tabeli 8.3.1.2 dla stanów obciążeń A i D dotyczą dowolnego miejsca poszycia baszt.

**8.4.1.3** Grubość poszycia burt pomiędzy pokładem bezpieczeństwa a pokładem górnym oraz grubość pokładu górnego i pokładu bezpieczeństwa wynika z warunków wytrzymałości wzdłużnej doku.

Należy także spełnić kryterium grubości minimalnej:

$$t = 7,5 + (s - 0,6) \cdot 7,5, \text{ [mm]} \quad (8.4.1.3)$$

gdzie:

$s$  – odstęp usztywnień.

### 8.4.2 Usztywnienia

**8.4.2.1** Wymagany wskaźnik przekroju netto usztywnień baszt w obszarze poniżej pokładu bezpieczeństwa należy obliczać wg wzoru:

$$W = \frac{1000l^2 sp}{m\sigma}, \text{ [cm}^3\text{]} \quad (8.4.2.1)$$

gdzie:

$l$  – rozpiętość usztywnienia, [m],

$s$  – odstęp usztywnień, [m],

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [kPa] (wg 8.2),

$m = 12$  – dla usztywnień wzdłużnych ( $m = 16$  – w stanie obciążenia D),

$m = 10$  – dla usztywnień poprzecznych ( $m = 13$  – w stanie obciążenia D),

$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne, [MPa].

Wartości naprężeń dopuszczalnych są następujące:

$\sigma = 160k$ , [MPa] – dla usztywnień poprzecznych oraz usztywnień wzdłużnych w stanie obciążenia A (patrz 8.1.2);  $\sigma = 220k$ , [MPa] – w stanie obciążenia D,

$\sigma = 225k - |\sigma_w|$  ale nie więcej niż  $160k$  MPa – dla usztywnień wzdłużnych w stanach obciążenia B i C,

$\sigma_w$  – naprężenie od zginania ogólnego doku na poziomie mocnika usztywnienia, obliczane wg 6.2.1 albo 6.2.2. Obowiązują identyczne zasady określania  $\sigma$  jak w 8.3.2.1.

**8.4.2.2** Wymagane charakterystyki geometryczne poprzecznych przekrojów usztywnień burt powyżej pokładu bezpieczeństwa oraz usztywnień pokładu górnego i pokładu bezpieczeństwa wynikają z warunku wytrzymałości wzdłużnej (rozdział 6) lub warunku stateczności (rozdział 9).

Grubości ścianek usztywnień (średników i mocników) nie powinny być przy tym mniejsze od obliczonych wg wzoru 8.3.1.1.

### 8.4.3 Wiązary

**8.4.3.1** Wiązary podpierające usztywnienia burt pokładów w basztach należy wymiarować wg zasad podanych w 8.3.3 dla wiązarów pontonów.

Naprężenie dopuszczalne dla wiązarów poprzecznych (pionowych) i wzdłużnych należy przyjąć wg 8.3.3.3.

## 8.5 Grodzie

### 8.5.1 Poszycie

Grubość poszycia grodzi poprzecznych w basztach doku, grodzi poprzecznych i wzdłużnych w pontonie doku skrzyniowego lub pontonach doku pontonowego oraz ścian bocznych pontonu lub pontonów doku nie powinna być mniejsza niż:

$$t = 18k_a s \sqrt{\frac{p}{\sigma}} + t_k, \text{ [mm]} \quad (8.5.1)$$

gdzie:

$k_a = \left(1 - 0,27 \frac{s}{l}\right)^2$  – ale przyjęta wartość  $k_a$  nie musi być większa niż 0,88,

$s$  – odstęp usztywnień, [m],

$l$  – długość dłuższego boku płyty, [m],

- $p$  – ciśnienie obliczeniowe, [kPa], wg 8.2,  
 $\sigma$  – naprężenia dopuszczalne o wartościach ustalonych wg tabeli 8.5.1, [MPa],  
 $t_k$  – naddatek korozyjny, [mm] – wg 3.4.4.

**Tabela 8.5.1**  
**Wartości  $\sigma$  do wymiarowania poszycia grodzi, [MPa]**

Lp.	Rodzaj poszycia	Stan obciążenia doku			
		A	B	C	D
1	Poszycie grodzi poprzecznych w basztach	160k	160k	160k	220k
2	Grodzie poprzeczne lub poprzeczne ściany pontonu/pontonów usztywnione pionowo	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,75\tau^2} - 0,5 \sigma_p $	jak w „B”	220k
3	Grodzie poprzeczne lub poprzeczne ściany pontonu/pontonów usztywnione poziomo	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,75\tau^2 - 0,19\sigma_p^2}$	jak w „B”	220k
4	Grodzie wzdłużne lub wzdłużne ściany pontonu/pontonów usztywnione pionowo	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,75\tau^2} - 0,5 \sigma_w $	jak w „B”	220k
5	Grodzie wzdłużne lub wzdłużne ściany pontonu/pontonów usztywnione poziomo	160k	$\sqrt{(160k)^2 - 0,75\tau^2 - 0,19\sigma_w^2}$	jak w „B”	220k

Znaczenie symboli w tabeli 8.5.1 i uwagi dodatkowe:

- A, B, C, D – obliczeniowe stany obciążeń (patrz 8.1.2),  
 $\sigma_p$  – naprężenia w poszyciu od zginania przegród poprzecznych pontonu/pontonów doku określone wg 7.2 lub 7.5; są to naprężenia normalne w kierunku prostopadłym do PS statku, w punkcie przyłożenia obciążenia obliczeniowego dla płyty (patrz 5.1), której wymagana grubość jest obliczana wg wzoru 8.5.1,  
 $\sigma_w$  – suma wartości naprężeń normalnych od zginania ogólnego doku (dla momentów zginających ustalonych wg 6.2.1 albo 6.2.2) i od zginania grodzi wzdłużnych (wg 7.3 do 7.5) wyznaczana z uwzględnieniem ich znaków, w punkcie przyłożenia obciążenia obliczeniowego dla płyty (patrz 5.1), której wymagana grubość jest obliczona wg wzoru 8.5.1,  
 $\tau$  – naprężenia styczne w grodziach poprzecznych (obliczane wg 7.2 lub 7.5) lub wzdłużnych (obliczane wg 7.3 do 7.5); należy przyjmować średnią wartość naprężeń w danym pionowym przekroju przez poszycie grodzi; dla ścian pontonów pod basztami należy przyjmować  $\tau = 0$ .

## 8.5.2 Usztywnienia

**8.5.2.1** Wskaźnik przekroju netto pionowych usztywnień grodzi i bocznych ścian pontonów oraz usztywnień grodzi poprzecznych w basztach powinien być nie mniejszy niż:

$$W = \frac{1000l^2 sp}{m\sigma}, \text{ [cm}^3\text{]} \quad (8.5.2.1)$$

gdzie:

$l$  – rozpiętość usztywnienia, [m],

$s$  – odstęp usztywnień, [m],

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [kPa], ustalone wg 8.2 w stanach obciążeń A, B, C, D (patrz 8.1.2),

$m = 10$  (dla poziomych usztywnień grodzi w basztach  $m = 12$ ) – w stanach obciążenia A, B i C oraz odpowiednio  $m = 13$  i  $m = 16$  – w stanie obciążenia D.

$\sigma = 160k$ , [MPa] w stanach obciążeń A, B i C;  $\sigma = 220k$ , [MPa] w stanie obciążenia D.

**8.5.2.2** Wymagany wskaźnik przekroju netto poziomych usztywnień grodzi i ścian bocznych pontonu/pontonów w stanach obciążeń B i C należy obliczyć wg 8.5.2.1, stosując  $m = 12$  oraz wartości naprężeń dopuszczalnych:

$$\sigma = 225k - |\sigma_0| \quad (8.5.2.2)$$

gdzie:

– dla grodzi lub ścian bocznych poprzecznych:  $\sigma_0 = \sigma_p$ ;  $\sigma_p$  – tak jak w tabeli 8.3.2.1, wyznaczone na poziomie, gdzie usytuowana jest oś środka usztywnienia;

– dla grodzi lub ścian bocznych wzdłużnych:  $\sigma_0 = \sigma_w$ ;  $\sigma_w$  – tak jak w tabeli 8.5.1, wyznaczone na poziomie, gdzie usytuowana jest oś środka usztywnienia.

Odejmowanie bezwzględnej wartości  $\sigma_0$  od  $225k$  we wzorze 8.5.2.2 ma zastosowanie tylko wówczas, gdy naprężenia te są tego samego znaku (ujemne przy ściskaniu) co naprężenia w mocnikach usztywnień na końcach ich rozpiętości, od ich zginania lokalnego ciśnieniem  $p$  działającym na poszycie.

Zastosowana wartość nie powinna być większa niż  $160k$ , [MPa].

W stanach obciążeń A i D dla poziomych usztywnień grodzi i ścian bocznych pontonu/pontonów obowiązują kryteria identyczne do podanych w 8.5.2.1 dla usztywnień pionowych.

### 8.5.3 Wiązary

**8.5.3.1** Wiązary o przekroju teowym mogą być zastosowane w celu podparcia pionowych lub poziomych usztywnień poszycia grodzi i bocznych ścian pontonów.

Wiązary pionowe powinny być połączone z wiązarami pokładu i dna pontonu/pontonów.

Wiązary należy wymiarować, stosując obliczenia bezpośrednie.

Należy uwzględnić stany obciążeń A, B, C i D określone w 8.1.2.

**8.5.3.2** W obliczeniach należy zastosować te same wartości naprężeń dopuszczalnych oraz zasady sumowania naprężeń normalnych od zginania miejscowego wiązarów, od zginania ogólnego doku i od zginania grodzi/przegród pontonu/pontonów, które obowiązują przy wymiarowaniu wiązarów pontonów (patrz 8.3.3).

## 9 STATECZNOŚĆ ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

### 9.1 Wymagania ogólne

**9.1.1** Kryteria stateczności podane w 9.3 powinny być spełnione przez płyty pokładów, burt, dna, pokładu pontonu, przegród/grodzi poprzecznych i wzdłużnych pontonu doku oraz środniki wiązarów doku.

**9.1.2** Kryteria stateczności podane w 9.3 powinny być spełnione przez usztywnienia poszyc wymienionych w 9.1.1 oraz podpory. Sprawdzeniu podlega możliwość wybożenia giętnego i skrętnego, miejscowego wybożenia środnika oraz zwiczenia mocnika.

Należy także sprawdzić, czy usztywnienia płyt ściskanych w kierunku prostopadłym do usztywnień mają odpowiednio dużą wartość momentu bezwładności przekroju poprzecznego.

### 9.2 Zasady obliczeń i obliczeniowe wartości naprężeń

**9.2.1** Wartości teoretycznych naprężeń krytycznych dla płyt ściskanych, ścinanych lub poddanych złożonym stanom obciążeń należy obliczać wg wzorów podanych w podrozdziale 13.4.3 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, dla grubości netto.

**9.2.2** Wartości teoretycznych naprężeń krytycznych dla usztywnień, wiązarów lub podpór ściskanych oraz wymaganą wartość momentu bezwładności przekroju usztywnień płyt ściskanych w kierunku prostopadłym do usztywnień i momentu bezwładności przekroju wiązarów podpierających usztywnienia ściskane należy obliczać wg punktów 13.5.3.6, 13.6.4 i 13.7.3 z *Części II – Kadłub* wymienionej w 9.2.1, dla grubości netto środników i mocników.

**9.2.3** Płyty pokładu górnego doku i płyty dna pontonu oraz ich usztywnienia i usztywnienia baszt doku podlegają ocenie stateczności w warunkach jednoosiowego ściskania, dla naprężeń od zginania ogólnego doku odpowiadających momentom zginającym wyznaczonym wg 6.2.1 albo 6.2.2.

**9.2.4** Poszycie burt baszt doku podlega ocenie stateczności w złożonych stanach obciążeń (ścinięcie i zginanie) dla naprężeń od ogólnego zginania doku odpowiadających siłom poprzecznym i momentom zginającym wyznaczonym wg 6.2.1 albo 6.2.2.

**9.2.5** Poszycie, usztywnienia i wiązary pokładu pontonu (poprzeczne) podlegają ocenie stateczności w warunkach jednoosiowego ściskania wynikającego ze zginania przegród poprzecznych/grodzi pontonu dla naprężeń wynikających z obciążeń określonych w 7.2.

**9.2.6** Poszycie przegród i grodzi poprzecznych i wzdłużnych pontonu doku podlega ocenie stateczności w złożonym stanie obciążenia (ścinięcie i ściskanie wskutek zginania) dla naprężeń od zginania w warunkach określonych w 7.2, 7.3 i 7.4.

Usztywnienia poziome tych przegród/grodzi podlegają ocenie stateczności w warunkach ściskania naprężeniami od momentów zginających wyznaczanych w warunkach jak wyżej.

**9.2.7** Usztywnienia pionowe przegród/grodzi poprzecznych i wzdłużnych pontonu podlegają ocenie stateczności w warunkach ściskania siłami reakcji od podpieranych przez nie wiązarów, powstającymi przy maksymalnym zanurzeniu doku. Kryteria stateczności 9.3.1 powinny także spełniać usztywnienia pionowe grodzi/przegród pontonu/pontonów obciążone siłami reakcji podpór dokowych. Przy obliczaniu teoretycznych naprężeń krytycznych można założyć, że siła ściskająca zmienia się liniowo wzdłuż usztywnienia – od wartości zerowej przy dnie pontonu do wartości równej dopuszczalnemu obciążeniu podpory dokowej, przy pokładzie pontonu.

**9.2.8** Stateczność mocników usztywnień lub wiązarów w formie kątownika lub teownika uważa się za wystarczającą, gdy spełniony jest warunek:

$$t_n \geq \frac{1}{15} b_n \quad (9.2.8)$$

gdzie:

$b_n$  – szerokość mocnika dla kątownika lub połowa szerokości mocnika dla teownika;

$t_n$  – grubość netto mocnika.

### 9.3 Kryteria stateczności

**9.3.1** Dla wiązań lub ich elementów, podlegających sprawdzeniu w zakresie zachowania stateczności w warunkach jednokierunkowego ściskania wymagane jest spełnienie warunku:

$$\sigma_c \geq c \sigma \quad (9.3.1)$$

$\sigma_c$  – naprężenie krytyczne określone według 9.3.2, [MPa];

$\sigma$  – obliczeniowe naprężenie ściskające określone według 9.2, [MPa],

$c$  – współczynnik wyrażający zapas naprężenia krytycznego w stosunku do spodziewanego naprężenia ściskającego:

$c = 1$  dla płyt poszycia oraz środków wiązań,

$c = 1,1$  dla usztywnień.

**9.3.2** Naprężenie krytyczne w warunkach jednokierunkowego ściskania należy określić wg wzoru:

$$\sigma_c = \sigma_E, \text{ [MPa]}, \quad \text{jeżeli} \quad \sigma_E \leq \frac{R_e}{2}, \quad (9.3.2-1)$$

$$\sigma_c = R_e \left( 1 - \frac{R_e}{4\sigma_E} \right), \text{ [MPa]}, \quad \text{jeżeli} \quad \sigma_E > \frac{R_e}{2}, \quad (9.3.2-2)$$



$\sigma_E$  – teoretyczne naprężenie krytyczne w warunkach ściskania, [MPa], określone według 9.2.1.

**9.3.3** Dla elementów płytowych, podlegających sprawdzeniu stateczności w warunkach czystego ścinania, wymagane jest spełnienie warunku:

$$\tau_c \geq \tau_r \quad (9.3.3)$$

$\tau_c$  – krytyczne naprężenie styczne pola płytowego, określone według 9.3.4, [MPa];

$\tau_r$  – obliczeniowe naprężenie styczne działające w płycie, określone według 9.2, [MPa].

**9.3.4** Naprężenie krytyczne  $\tau_c$  w warunkach czystego ścinania w odniesieniu do rozpatrywanego pola płytowego należy określić wg wzorów:

$$\tau_c = \tau_E, \quad [\text{MPa}] \quad \text{jeżeli} \quad \tau_E \leq 0,5\tau_{pl} \quad (9.3.4-1)$$

$$\tau_c = \tau_{pl} \left( 1 - \frac{\tau_{pl}}{4\tau_E} \right), \quad [\text{MPa}] \quad \text{jeżeli} \quad \tau_E > 0,5 \tau_p \quad (9.3.4-2)$$

$$\tau_{pl} = \frac{R_e}{\sqrt{3}}, \quad [\text{MPa}] \quad (9.3.4-3)$$

$\tau_E$  – teoretyczne naprężenie krytyczne w warunkach ścinania, [MPa], określone według 9.2.

**9.3.5** W złożonych stanach obciążeń w elementach płytowych (ściskanie jedno- lub dwukierunkowe ze ścinaniem) wymagane jest spełnienie warunku:

$$\sigma_{zc} \geq \sigma_{zr}$$

$\sigma_{zc}$  – krytyczna wartość naprężeń zastępczych obliczana wg 9.3.6, [MPa],

$\sigma_{zr}$  – obliczeniowa wartość naprężeń zastępczych, obliczona wg 9.2, [MPa].

**9.3.6** Krytyczną wartość naprężeń zastępczych w złożonych stanach obciążeń należy określić wg wzorów:

$$\sigma_{zc} = \sigma_{zE}, \quad \text{jeżeli} \quad \sigma_{zE} \leq \frac{R_e}{2} \quad (9.3.6-1)$$

$$\sigma_{zc} = R_e \left( 1 - \frac{R_e}{4\sigma_{zE}} \right), \quad \text{jeżeli} \quad \sigma_{zE} > \frac{R_e}{2} \quad (9.3.6-2)$$

$\sigma_{zE}$  – teoretyczne zastępcze naprężenie krytyczne w złożonym stanie obciążenia, [MPa], określone według 9.2.1.

## **10 WYMAGANIA DODATKOWE DLA DOKÓW ZE ZNAKIEM „ECO” W SYMBOLU KLASY**

### **10.1 Wymagania ogólne**

**10.1.1** Wymagania niniejszego rozdziału dotyczą kadłubów tzw. doków ekologicznych, tzn. doków wyposażonych w odpowiednie systemy/instalacje do gromadzenia lub oczyszczania ścieków oraz oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń powstających w procesie budowy lub remontu statków.

**10.1.2** Wymagania dotyczące kadłuba doku podano w 10.2.

Wymagania dotyczące zadaszania doku, koniecznego ze względu na ograniczenie zanieczyszczeń do atmosfery, podano w 10.3.

### **10.2 Wymagania dotyczące kadłuba doku**

**10.2.1** W kadłubie doku mogą być wydzielone zbiorniki do gromadzenia ścieków i osadów spływających z pokładu pontonu, tworzących się w procesie technologicznym remontu/budowy statków.

Konstrukcja takich zbiorników powinna spełniać kryteria wytrzymałości dla zbiorników balastowych doku.

**10.2.2** W analizie wytrzymałości wzdłużnej doku należy powiększyć wartości sił wewnętrznych określonych wg 6.2.1 albo 6.2.2 o dodatkowe składniki pochodzące od ciężaru zadaszania doku.

W przypadku zadaszania składającego się z segmentów przesuwnych należy założyć do obliczeń konfigurację segmentów wywołującą największe wartości momentu zginającego w środkowej części doku.

**10.2.3** Należy zapewnić odpowiednio mocną konstrukcję połączeń elementów zadaszania doku z pokładem górnym lub ścianami baszt, wytrzymałą obciążenia od:

- .1** ciężaru zadaszania;
- .2** ciężaru warstwy śniegu;
- .3** naporu wiatru na zadaszanie;
- .4** sił reakcji wskutek odkształceń baszt doku w kierunku poprzecznym, pochodzących od nacisku dokowanego obiektu na pokład pontonu.

Obciążenia wymienione w .1, .2 i .3 należy przyjmować wg 10.3.1.

Obciążenia wymienione w .4 należy wyznaczyć metodą obliczeń bezpośrednich – np. wykonując obliczenia MES dla modelu obejmującego konstrukcję kadłuba i zadaszania doku.

### **10.3 Zadaszenie doku**

**10.3.1** Zadaszenie doku powinno być skonstruowane zgodnie z aktualnie obowiązującymi standardami/normami dotyczącymi budowli o stalowej konstrukcji nośnej, z uwzględnieniem normowych wartości obciążeń obliczeniowych od ciężaru śniegu i naporu wiatru.

Dodatkowo należy uwzględnić obciążenia wynikające z odkształceń doku (patrz p. 10.2.3).

## **11 INSTRUKCJA DOKOWANIA**

### **11.1 Zasady ogólne**

Dokumentacja kadłubowa doku przedkładana PRS do zatwierdzenia powinna zawierać *Instrukcję dokowania*.

Dokument ten powinien zawierać informacje/wytyczne, których spełnienie zapewnia bezpieczne przeprowadzanie operacji dokowania/wydokowywania statku (patrz podrozdział 11.2) oraz wyklucza możliwość przeciążenia konstrukcji doku (patrz podrozdział 11.3).

W przypadku doków samodokownych *Instrukcja dokowania* powinna także zawierać wytyczne i wymagania dotyczące bezpiecznego dokowania pontonów lub segmentów doku.

### **11.2 Wytyczne dotyczące operacji dokowania**

W *Instrukcji dokowania* należy określić następujące istotne wymagania/ograniczenia oraz sposób przeprowadzenia następujących operacji:

- wymagany personel;
- dopuszczalne warunki pogodowe (prędkość wiatru, wysokość fali);
- dopuszczalne gabaryty dokowanych statków i innych obiektów;
- procedura sprawdzania sprawności wszystkich urządzeń i wyposażenia doku wykorzystywanych w procesie dokowania;
- przebieg operacji dokowania statku (zanurzenie doku, ustawienie statku na wejściu do doku, wprowadzenie i ustawienie statku względem doku, podnoszenie doku);
- przebieg operacji napełniania i opróżniania zbiorników balastowych;
- dodatkowe wymagania dotyczące nietypowych operacji dokowania (statki z przegłębieniem, przechyłem bocznym lub uszkodzone);
- wymagania odnośnie konstrukcji poduszek podpór dokowych.

### **11.3 Ograniczenia wytrzymałościowe**

W *Instrukcji dokowania* należy podać następujące dane/ograniczenia dotyczące obciążeń konstrukcji doku:

- maksymalna masa dokowanych statków i innych obiektów;
- dopuszczalna średnia wartość nacisku statku na podpory stępkowe i lokalnie dopuszczalne przewyższenia tej wartości;

- dopuszczalne wartości nacisku statku na podpory boczne i liczba wymaganych podpór bocznych (zastosowana liczba podpór bocznych powinna być zdolna do przeniesienia sumarycznego obciążenia nie mniejszego niż 10% ciężaru dokowanego statku);
- dopuszczalne wartości całkowitej siły poprzecznej przenoszonej przez przegrody lub grodzie poprzeczne pontonu doku (suma algebraiczna sił nacisku podpór stępkowych i bocznych, ciężaru balastu i wyporu, przypadających na przegrodę lub gródź);
- dopuszczalna wartość różnicy poziomu wody w sąsiednich zbiornikach balastowych doku;
- dopuszczalna wartość strzałki ugięcia/wygięcia doku w warunkach zginania ogólnego;
- wymagania dotyczące końcowego stanu zabalastowania doku;
- dopuszczalne wartości nacisku kół pojazdów na pokład pontonu.

## **12 PRÓBY KADŁUBA DOKU**

### **12.1 Zasady ogólne**

W niniejszym rozdziale podano wymagania dotyczące obowiązkowych prób doku, których celem jest sprawdzenie szczelności doku (p. 12.2), wytrzymałości wzdłużnej, wyskalowanie przyrządu do mierzenia ugięcia/wygięcia doku (p. 12.3), sprawdzenie systemu monitorowania naprężeń normalnych od zginania ogólnego doku (jeżeli został on zainstalowany – zgodnie z wymaganiami 6.5.1) oraz sprawdzenie systemu pomiaru ilości balastu wyrównawczego w zbiornikach doku (jeżeli jest on wymagany zgodnie z 6.5.5 lub 7.2.4).

### **12.2 Próby szczelności**

Próby szczelności zbiorników i pomieszczeń należy wykonać zgodnie z wymaganiami *Publikacji Nr 21/P – Próby szczelności kadłuba*, w zakresie dotyczącym doków pływających.

### **12.3 Próby zanurzenia**

**12.3.1** Po ukończeniu budowy doku należy przeprowadzić próbę doku w obecności inspektora PRS w celu określenia, potwierdzenia lub sprawdzenia:

- wolnej burty pokładu górnego dla doku zanurzonego;
- masy własnej oraz udźwigu doku przy zachowaniu minimalnej wielkości wolnej burty pokładu pontonu;
- odkształceń stałych doku w stanie początkowym;
- skalowania przyrządu do pomiaru odkształceń doku (ugięciomierza) przy obciążeniu doku balastem powodującym występowanie momentu gnącego równego maksymalnemu momentowi projektowemu;

- sprawdzenie systemu monitorowania naprężeń normalnych od zginania ogólnego doku (jeżeli jest on zastosowany na podstawie wymagań 6.5.1);
- sprawdzenie systemu pomiaru ilości balastu wyrównawczego w zbiornikach doku (jeżeli jest on wymagany w 6.5.5 lub 7.2.4).

W czasie prób obciążenie grodzi oddzielających zbiorniki balastowe przy zróżnicowanym ich napełnieniu nie powinno przekraczać projektowego obciążenia obliczeniowego tych grodzi. W czasie prób należy zachować wielkość wolnej burty pontonu wymaganą w *Części III – Stateczność i wolna burta*.

Odkształcenie doku może być wskazane jako odkształcenie całkowite łącznie z odkształceniem dla stanu początkowego lub jako wartość netto ze wskazaniem tylko przyrostu odkształceń od obciążenia doku i wskazaniem zerowymi mierników w warunkach stanu początkowego.

**12.3.2** Próby zanurzenia doku należy przeprowadzić przy niżej opisanych stanach obciążeń doku:

#### **A. Stan początkowy**

Zbiorniki dokowe wody słodkiej i paliwa powinny być całkowicie napełnione przy pustych zbiornikach pozostałych (np. dla paliwa dokowanego statku).

Balast wodny należy wypompować możliwie całkowicie, pozostawiając tylko wodę resztkową w zbiornikach.

Żurawie jezdne doku powinny być w położeniu nie powodującym przegłębienia doku.

W stanie tym należy zanotować:

- gęstość wody w miejscu przeprowadzanych prób,
- zanurzenie doku na dziobie i na rufie, na obu burtach,
- odkształcenia doku mierzone w PS wzdłuż górnej krawędzi podpór dokowych,
- wskazania ugięciomierza.

Na podstawie powyższych pomiarów należy wykonać skalowanie ugięciomierza.

W powyższych warunkach określa się masę własną (wyporność) doku.

#### **B. Stan ugięcia doku**

Próby w tym stanie rozpoczyna się przy stanie początkowym opisanym w p. A.

Należy napełnić zbiorniki balastowe w środkowej części kadłuba doku po obu burtach w jednakowym stopniu, aż do osiągnięcia takiego rozkładu wody balastowej, który spowoduje wystąpienie maksymalnego momentu gnącego obliczonego zgodnie z p. 6.2.1 albo 6.2.2.

Przy tym stanie obciążenia doku należy zanotować odkształcenia doku oraz wskazania ugięciomierza i po uwzględnieniu odkształceń stałych w stanie początkowym określić dopuszczalne ugięcia doku.

### **C. Stan wygięcia doku**

Próby w tym stanie rozpoczyna się przy stanie początkowym opisanym w p. A.

Zbiorniki balastowe leżące poza częścią środkową doku należy napełnić, rozpoczynając od leżących najdalej od owręża aż do osiągnięcia takiego rozkładu wody balastowej, który spowoduje wystąpienie momentu przeginającego dok o wartości maksymalnej obliczonej wg 6.2.1 albo 6.2.2.

Przy tym stanie obciążenia doku należy zanotować odkształcenia doku oraz wskazania ugięciomierza i po uwzględnieniu odkształceń stałych w stanie początkowym określić dopuszczalne wygięcie doku.

**12.3.3** Inne sposoby określania dopuszczalnego ugięcia i wygięcia doku podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

---