



# PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY JACHTÓW MORSKICH

## CZEŚĆ VII OSPRZĘT ŻAGLOWY

marzec  
1999

(Wznowienie wydania z 1985 r.)  
(Tekst ujednolicony zawierający  
**Zmiany Nr 1/2012,**  
stan na 1 grudnia 2012 r.)

GDAŃSK

## **PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY JACHTÓW MORSKICH**

składają się z odrębnie wydanych części:

- Część I – Zasady klasyfikacji
- Część II – Kadłub
- Część III – Wyposażenie i stateczność
- Część IV – Urządzenia maszynowe
- Część V – Urządzenia elektryczne
- Część VI – Materiały
- Część VII – Osprzęt żaglowy

Część VII – Osprzęt żaglowy – 1999, Przepisów klasyfikacji i budowy jachtów morskich została zatwierdzona przez Dyrektora Naczelnego PRS w dniu 08 marca 1999 r. i wchodzi w życie z dniem 31 marca 1999 r.

Część VII jest merytorycznie identyczna z Częścią VI – „Osprzęt żaglowy” tych Przepisów z 1985 r., która zachowuje ważność.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 1999

# SPIS TREŚCI

	Str.
<b>1 Postanowienia ogólne</b> .....	5
1.1 Zakres zastosowania.....	5
1.2 Określenia, definicje.....	5
<b>2 Dobór obciążeń</b> .....	5
<b>3 Wymiarowanie olinowania</b> .....	9
3.1 Wskazówki ogólne .....	9
3.2 Wymiarowanie olinowania metodą ogólną.....	9
3.3 Olinowanie typowych jachtów jednomasztowych .....	13
3.4 Olinowania typowych joli i keczy bermudzkich .....	14
3.5 Olinowanie bukszprytu.....	15
3.6 Łączniki i okucia.....	15
<b>4 Wymiarowanie omasztowania</b> .....	16
4.1 Maszty.....	16
4.2 Salingi .....	19
4.3 Bomy .....	20
4.4 Gafle i reje .....	20
4.5 Bukszpryty .....	20
<b>5 Materiały</b> .....	20
<b>6 Montaż i eksploatacja</b> .....	21
<b>7 Konstrukcja masztów na jachtach o długości <math>L_L &gt; 24</math> m</b> .....	21



## 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

### 1.1 Zakres zastosowania

1.1.1 Niniejsza część Przepisów ma zastosowanie do osprzętu żaglowego jachtów morskich.

1.1.2 Wymagania niniejszej części Przepisów zostały ustalone przy założeniu, że liczba i powierzchnia niesionych przez jacht żagli będzie odpowiednio dostosowana do siły wiatru, zgodnie z dobrą praktyką morską.

### 1.2 Określenia, definicje

- .1 *Dopuszczalny stan ożaglowania* – zestaw żagli przewidziany do stawiania przy określonej sile wiatru, przy spełnieniu warunków wytrzymałościowych osprzętu żaglowego i statecznościowych jachtu. W zależności od siły wiatru dopuszczalne stany ożaglowania dzieli się na: podstawowe, skrócone i sztormowe.
- .2 *Kolumna masztu* – część masztu od pokładu do najniższego węzła.
- .3 *Niepełny trójkąt przedni* – układ olinowania, w którym zamocowanie forsztagu znajduje się na 0,75–0,9 wysokości masztu.
- .4 *Obciążenie dopuszczalne* – umowne co do wielkości i rozkładu obciążenie odwzorowujące rzeczywiste obciążenie robocze, które może działać na osprzęt żaglowy dowolnie często nie wywołując niebezpiecznych zjawisk w konstrukcji. Wielkość i rozkład obciążeń dopuszczalnych wyznacza się dla dopuszczalnych stanów ożaglowania.
- .5 *Obciążenie niszczące* – obciążenie, przy którym jeden z elementów osprzętu żaglowego ulega zniszczeniu wskutek zerwania, zgięcia, ścięcia, wyboczenia lub uszkodzenia.
- .6 *Ożaglowanie podstawowe* – zestawy żagli przewidziane do stawiania przy sile wiatru do 5–6°B, bez żagli lekkiej pogody.
- .7 *Ożaglowanie skrócone* – zestawy żagli przewidziane do stawiania w żegludze na wiatr przy wietrze o sile 7–8°B.
- .8 *Ożaglowanie sztormowe* – zestawy żagli przewidziane do stawiania w żegludze na wiatr przy sile wiatru powyżej 8°B.
- .9 *Przęsło masztu* – część masztu między dwoma kolejnymi węzłami.
- .10 *Węzeł masztu* – miejsce zamocowania na maszcie olinowania stałego.
- .11 *Współczynnik pewności* – iloraz obciążeń niszczących do obciążeń dopuszczalnych.

## 2 DOBÓR OBCIĄŻEŃ

2.1 Dopuszczalne obciążenie olinowania jachtu należy określać w zależności od średniego parcia wiatru  $p$  obliczonego dla założonych dopuszczalnych stanów ożaglowania, a co najmniej dla trzech zasadniczych stanów ożaglowania: podstawowego, skróconego i sztormowego, ze wzorów:

- .1 dla jachtów jednokadłubowych

**Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**  $p = k_p \frac{Dl_{max}}{sh}$  [kN/m<sup>2</sup>] (2.1.1.1)

$k_p$  – współczynnik stanu ożaglowania:

$k_p = 1,00$  dla ożaglowania podstawowego,

$k_p = 0,95$  dla ożaglowania skróconego,

$k_p = 0,80$  dla ożaglowania sztormowego.

- $D$  – wypór jachtu [kN]  
 $l_{max}$  – największa wartość ramienia prostującego w zakresie kątów przechyłu do  $60^\circ$ , [m]; do obliczeń należy przyjąć taki stan załadowania, który da największą wartość iloczynu  $D l_{max}$ ; dla jachtów o długości mniejszej niż 20 m wystarczy przyjąć za  $D$  wypór konstrukcyjny  $\Delta_k$ , a za  $l_{max}$  największą wartość ramienia prostującego w zakresie do  $90^\circ$ .  
 $S$  – powierzchnia w rzucie bocznym żagli, drzewc i kadłuba do wodnicy konstrukcyjnej w określonym stanie ożaglowania, [m<sup>2</sup>],  
 $h$  – pionowa odległość od środka wyporu jachtu do środka ciężkości powierzchni  $S$ , [m],

$$S h = \sum_{i=1}^n S_i h_i, \quad [\text{m}^3] \quad (2.1.1.2)$$

- $S_i$  – powierzchnia elementu o numerze  $i$ ,  
 $h_i$  – pionowa odległość od środka wyporu jachtu do środka ciężkości powierzchni  $S_i$ ,  
 $n$  – liczba elementów, na jakie podzielono powierzchnię  $S$ .

W razie nieznajomości pełnej charakterystyki statecznościowej jachtu można korzystać z przybliżenia:

$$D l_{max} = k_t M_{30} \quad (2.1.1.3)$$

$k_t M_{30}$  – według 2.4

lub przyjmować we wzorze 2.1.1.1 przybliżone wartości  $l_{max}$ :

$l_{max} = 0,750 MG$  dla jachtów z balastem zewnętrznym o długości  $L_{pp}$  do 30 m,

$l_{max} = 0,675 MG$  dla pozostałych jachtów żaglowych o długości  $L_{pp}$  do 30 m,

$l_{max} = 0,629 MG$  dla jachtów żaglowych o długości  $L_{pp}$  powyżej 30 m oraz jachtów motorowo-żaglowych,

$MG$  – wysokość metacentryczna, [m].

Do obliczeń należy przyjąć taki stan załadowania, który da największą wartość iloczynu  $D MG$ ; dla jachtów o długości mniejszej niż 20 m wystarczy przyjąć  $MG$  dla wyporu konstrukcyjnego.

## .2 dla jachtów wielokadłubowych

$$p = \frac{M_m + \delta M}{S h} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (2.1.2)$$

$M_m$  – maksymalny moment prostujący [kNm]; jako  $M_m$  należy przyjmować większy z dwóch momentów: maksymalny moment prostujący dla jachtu wyposażonego bez zapasów i załogi  $M_{m\Delta}$  albo maksymalny moment jachtu wyposażonego z zapasami i załogą  $M_{mD}$ ,

$\delta M$  – możliwy przyrost maksymalnego momentu prostującego wskutek zastosowania urządzeń zmieniających stateczność podczas ruchu jachtu [kNm],

$S h$  – według 2.1.1.

**2.2** Dla jachtów jednokadłubowych należy uwzględnić siły masowe  $Q_j$  prostopadłe do osi masztu, powstające przy żegludze z przechyłem i w ruchu na fali:

### .1 dla ożaglowania podstawowego

$$Q_j = 0,85 G_j \quad [\text{kN}] \quad (2.2.1)$$

$G_j$  – ciężar elementu osprzętu [kN];

### .2 dla ożaglowania skróconego i sztormowego

$$Q_j = \left( 2,11 \frac{z}{T^2} + 0,68 \frac{c}{L_{pp}} + 0,66 \right) G_j \text{ [kN]} \quad (2.2.2)$$

$z$  – odległość pionowa od środka ciężkości jachtu do środka ciężkości elementu osprzętu [m],

$T$  – okres kołysania poprzecznego jachtu, do obliczeń należy przyjąć  $T \leq 10$  [s].

$c$  – odległość pozioma od środka ciężkości jachtu do środka ciężkości elementu osprzętu [m],

$L_{pp}$  – długość między pionami [m],

$G_j$  – ciężar elementu osprzętu [kN],

**2.3** W celu zwymiarowania masztów jachtu należy określić dla każdego masztu największą siłę ścisającą  $P_t$  pochodzącą od działania want pod obciążeniem dopuszczalnym. Siłę  $P_t$  należy określić dla co najmniej trzech stanów ożaglowania, ze wzoru:

$$P_t = \frac{\sum P_i h_i}{b} \text{ [kN]} \quad (2.3)$$

$P_i$  – siła przechylająca pochodząca od parcia wiatru i sił masowych, działająca na węzeł  $i$ , określona ze wzoru 3.2.2.1 lub 3.2.2.2,

$h_i$  – pionowa odległość od pokładu do węzła  $i$ , [m],

$b$  – pozioma odległość od osi masztu do podwiesi wantowych, [m].

**2.4** Obciążenie olinowania i omasztowania typowych jachtów jednomasztowych oraz typowych joli i keczy bermudzkich można określać w zależności od siły ścisającej grotmaszt  $P_t$ , pochodzącej od działania want pod obciążeniem dopuszczalnym, obliczonej ze wzorów:

.1 dla jachtów jednokadłubowych

$$P_t = \frac{k_t M_{30}}{b_1} \text{ [kN]} \quad (2.4.1)$$

$k_t$  – współczynnik momentu prostującego:

$k_t = 1,50$  dla jachtów balastowych o długości  $L_{pp} \geq 7$  m,

$k_t = 1,40$  dla jachtów balastowych o długości  $L_{pp} < 7$  m,

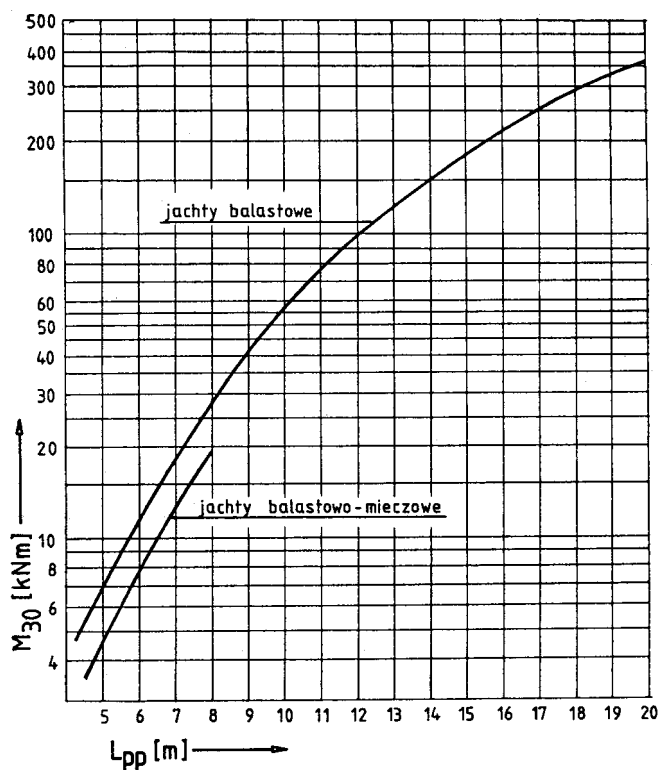
$k_t = 1,35$  dla jachtów bez balastu zewnętrznego,

$k_t = 1,20$  dla jachtów bezbalastowych.

$M_{30}$  – moment prostujący przy przechyle  $30^\circ$ , [kNm]; dla jachtów balastowych liczony z wyposażeniem ale bez zapasów i załogi, dla pozostałych jachtów należy przyjmować większy z dwóch momentów: moment jachtu wyposażonego bez zapasów i załogi  $M_{30\Delta}$  (wypór jachtu  $\Delta$ ) albo moment jachtu wyposażonego z zapasami i załogą  $M_{30D}$  (wypór jachtu  $D$ ); jeżeli wartość  $M_{30D}$  jest nieznana, można przyjąć:

$$M_{30D} = M_{30\Delta} \frac{D}{\Delta} \text{ [kNm]}$$

Dla jachtów balastowych i balastowo-mieczowych o typowej konstrukcji i długości  $L_{pp}$  do 12 m wartości  $M_{30}$  można przyjąć z wykresu 2.4.



Wykres 2.4

Moment prostujący  $M_{30}$  typowych jachtów balastowych i balastowo-mieczowych

$b_1$  – pozioma odległość od osi grotmasztu do podwężi wantowych, [m].

.2 dla jachtów wielokadłubowych

$$P_t = \frac{M_m + \delta M}{b_1} \text{ [kN]} \quad (2.4.2)$$

$M_m$  – maksymalny moment prostujący według 2.1.2,

$\delta M$  – możliwy przyrost momentu prostującego według 2.1.2,

$b_1$  – pozioma odległość od osi grotmasztu do podwężi wantowych [m].

2.5 Siłę ściskającą bezanmasztu typowych joli i keczy bermudzkich  $P_t$  pochodzącą od działania want można określać ze wzorów:

.1 dla jachtów jednokadłubowych

$$P_t = k_b \frac{k_t M_{30}}{b_2} \text{ [kN]} \quad (2.5.1)$$

.2 dla jachtów wielokadłubowych

$$P_t = k_b \frac{M_m + \delta M}{b_2} \text{ [kN]} \quad (2.5.2)$$

$k_b$  – współczynnik bezanmasztu:

$k_b = 0,222$  (0,226) jeżeli wysokość bezanmasztu nie jest większa niż 0,58 wysokości grotmasztu,

$k_b = 0,226$  (0,271) jeżeli wysokość bezanmasztu nie jest większa niż 0,68 wysokości grotmasztu,

$k_b = 0,313$  (0,376) jeżeli wysokość bezanmasztu nie jest większa niż 0,75 wysokości grotmasztu;



Wartości w nawiasach dotyczą masztów obciążonych dodatkowo sztagiem: dla bezanmasztu o wysokości większej niż 0,75 wysokości grotmasztu, obciążenia należy określać zgodnie z 2.3.

$k_t$  – współczynnik momentu prostującego według 2.4.1,

$M_{30}$  – moment prostujący przy przechyle 30° wg 2.4.1,

$M_m$  – maksymalny moment prostujący według 2.1.2,

$\delta M$  – możliwy przyrost momentu prostującego według 2.1.2,

$b_2$  – pozioma odległość od osi bezanmasztu do podwiesi wantowych bezanmasztu, [m].

### 3 WYMIAROWANIE OLINOWANIA

#### 3.1 Wskazówki ogólne

**3.1.1** Kąty  $\beta$  pomiędzy wantami a masztem w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny symetrii nie powinny być mniejsze niż 10°. Zaleca się, aby kąty  $\alpha$  pomiędzy wantami kolumnowymi a masztem w rzucie na płaszczyznę symetrii jachtu wynosiły 5–7°.

**3.1.2** Olinowanie, w którym kąty  $\beta$  są mniejsze od 10° może być zastosowane po specjalnym rozpatrzeniu.

**3.1.3** Przednie wanty kolumnowe można zastąpić babysztagiem. Kąt pomiędzy babysztagiem a masztem powinien być nie mniejszy niż 5° dla olinowania topowego i 7,5° dla olinowania z niepełnym trójkątem przednim.

**3.1.4** Dla olinowania z niepełnym trójkątem przednim, przy zastosowaniu pojedynczych, tylnych want kolumnowych bez babysztagu (typ olinowania  $c_3$  według 3.3.1), saling powinien być odchylony ku rufie o kąt 20–32° w rzucie z góry. Długość salingu powinna być taka, aby górne wanty były odchylone nie mniej niż 5° ku rufie, a kąt między tymi wantami a masztem w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny symetrii wynosił 10–12°. Wanty kolumnowe powinny być odchylone ku rufie o kąt 5–7°.

Odchylone salingi dla olinowania topowego mogą być zastosowane po specjalnym rozpatrzeniu.

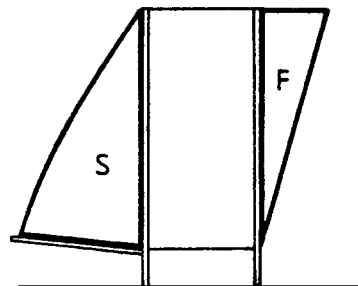
**3.1.5** Zaleca się stosowanie podwójnych sztagów żagli.

#### 3.2 Wymiarowanie olinowania metodą ogólną

**3.2.1** W celu obliczenia dopuszczalnych obciążeń zewnętrznych masztu należy określić zastępcze powierzchnie ożaglowania  $F$  w sposób następujący:

- .1 dla żagli bermudzkich

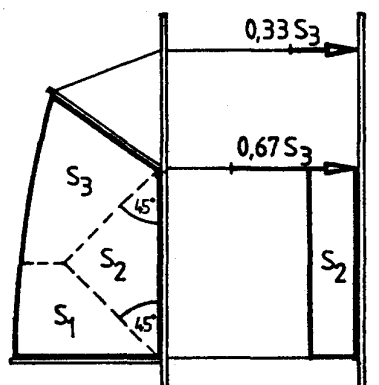
zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt  $F = 0,5 S$  w kształcie trójkąta prostokątnego



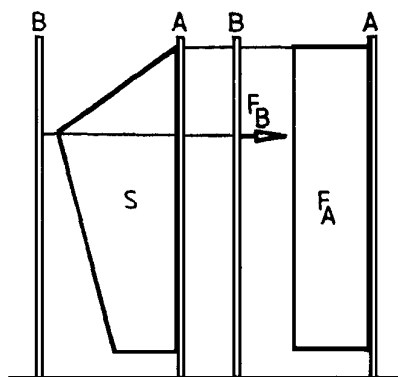
**.2 dla żagli gaflowych**

powierzchnię żagla  $S$  dzieli się na trzy części  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ :

zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt  $F$  składa się z powierzchni  $S_2$  rozłożonej w kształcie prostokąta oraz powierzchni  $0,67 S_3$  skupionej w miejscu gardy i powierzchni  $0,33 S_3$  skupionej w miejscu zamocowania pikfału.

**.3 dla żagli międzymasztowych**

zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt  $A$  wynosi  $F_A = 0,75 S$  rozłożonej w kształcie prostokąta o boku równym przedniemu likowi, zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt  $B$  wynosi  $F_B = 0,25 S$  skupionej w węźle  $i$ .

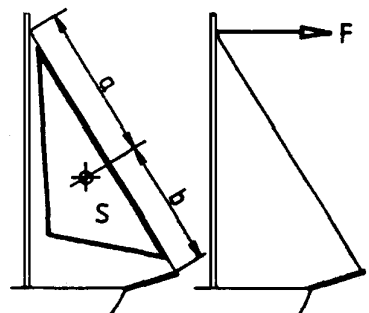
**.4 dla sztaksli**

zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt wynosi

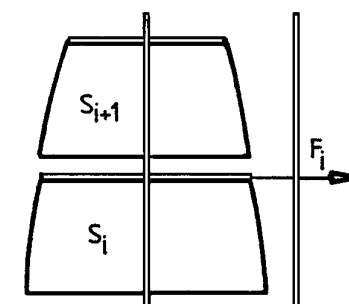
$$F = S \frac{b}{a+b}$$

i jest skupiona w miejscu zaczepienia sztagu

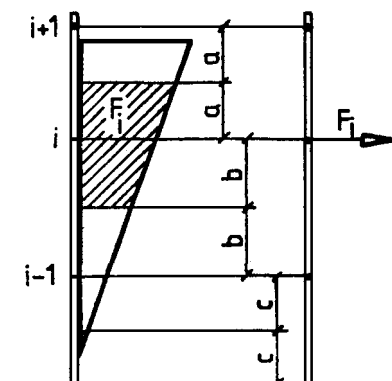
$a$ ,  $b$  – odległości od okuć do środka ciężkości żagla.

**.5 dla żagli rejoych**

zastępcza powierzchnia żagli rejoych jest skupiona w miejscu zawieszenia reji i wynosi  $F_i = 0,67 S_i + 0,33 S_{i+1}$



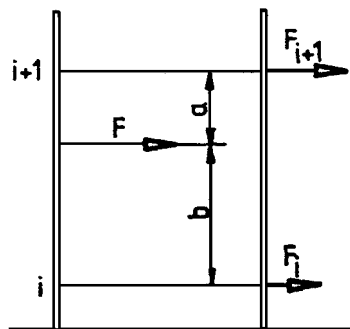
- .6 zastępcze powierzchnie rozłożone wzdłuż masztu należy skupiać w kolejnych węzłach przez podział powierzchni między węzłami w połowie odległości między nimi



- .7 zastępcze powierzchnie skupione poza węzłami należy rozdzielić na najbliższe węzły w sposób następujący:

$$F_{i+1} = F \frac{b}{a+b};$$

$$F_i = F \frac{a}{a+b}$$



- .8 dopuszcza się również inne sposoby rozdziału powierzchni ożaglowania.

3.2.2 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne masztu sprowadzają się do sił  $P_i$  zaczepionych w węzłach. Siły określa się dla co najmniej trzech stanów ożaglowania ze wzorów:

- .1 dla jachtów jednokadłubowych

$$P_i = F_i p + Q_i \text{ [kN]} \quad (3.2.2.1)$$

- .2 dla jachtów wielokadłubowych:

$$P_i = F_i p \text{ [kN]} \quad (3.2.2.2)$$

$F_i$  – zastępcza powierzchnia ożaglowania przypadająca na węzeł  $i$  określona według 2.2. sprowadzona do węzła  $i$ .

$p$  – średnie parcie wiatru dla danego stanu ożaglowania określone według 2.1,

$Q_i$  – siła masowa określona według 2.2, sprowadzona do węzła  $i$ .

3.2.3 Siły  $N_i$  powstające w wantach pod obciążeniem dopuszczalnym  $P_i$  należy wyznaczyć dla ożaglowania podstawowego, skróconego i sztormowego metodami mechaniki konstrukcji okrętowych. Dopuszcza się wyznaczenie obciążeń w wantach wykreślnie lub w postępowaniu rachunkowym równoważnym wykreśleniu planu Cremony przy założeniach upraszczających:

- .1 nie uwzględnia się olinowania strony zawietrznej,
- .2 w węzłach masztu wprowadza się przeguby.

3.2.4 Każda wana powinna być wymiarowana przez obciążenie od tego stanu ożaglowania, które powoduje powstanie w niej największej siły  $N_i$ .

Siłę niszczącą wanty  $V_i$  określa się ze wzoru:

$$V_i = k_n N_i \text{ [kN]} \quad (3.2.4)$$

$k_n$  – współczynnik pewności:

$k_n = 3,0$  dla want kolumnowych,

$k_n = 2,6$  dla pozostałych want,

$N_i$  – siła powstająca w wancie pod obciążeniem dopuszczalnym określona według 3.2.3 [kN].

**3.2.5** Siły niszczące sztagów  $V_s$  należy określać z parcia wiatru na odpowiednie sztaksle według wzoru:

$$V_s = 8,125 (S p)_{max} \text{ [kN]} \quad (3.2.5.1)$$

$S$  – powierzchnia sztaksła stawianego na danym sztagu [m<sup>2</sup>]

$p$  – średnie parcie wiatru według 2.1.

Należy przyjmować największą z możliwych wartości  $S p$  określonych dla różnych dopuszczalnych stanów ożaglowania. Siła  $V_s$  nie może być jednak mniejsza niż określana w zależności od siły niszczącej najmocniejszej wanty  $V$ :

$$V_s \geq k_w V \text{ [kN]} \quad (3.2.5.2)$$

$k_w$  – współczynnik najmocniejszej wanty:

$k_w = 1,00$  dla najniższego sztagu i sztagów kolumny,

$k_w = 0,75$  dla sztagów stengi i padunów,

$k_w = 0,50$  dla sztagów bramstengi i stenpadunów,

$k_w = 0,38$  dla sztagów bombramstengi i brampadunów.

**3.2.6** Siłę niszczącą  $V_a$  aftersztagu, baksztagu, paduna lub stenwanty należy określać ze wzoru:

$$V_a = k_a k_r V_s \frac{\sin \beta_s}{\sin \beta_a} \text{ [kN]} \quad (3.2.6)$$

$k_a$  – współczynnik aftersztagu:

$k_a = 1,00$  dla baksztagu, paduna, stenwanty,

$k_a = 1,15$  dla aftersztagu,

$k_a = 1,20$  dla aftersztagu przy zastosowaniu bomu sztaksła,

$k_a = 1,25$  dla aftersztagu przy zastosowaniu genui o długości liku dolnego przekraczającej 1,3l według 3.3.1.

$k_r$  – współczynnik rozdziału obciążenia:

$k_r = 1,00$  dla pojedynczych aftersztagów oraz dla baksztagów,

$k_r = 0,58$  dla podwójnych aftersztagów,

$k_r = 0,38$  dla padunów i stenwant,

$V_s$  – siła niszcząca odpowiedniego sztagu obliczona według 3.2.5.

$\beta_s$  – kąt zawarty między sztagiem i masztem,

$\beta_a$  – kąt zawarty między aftersztagiem, baksztagiem, padunem lub stenwantą i masztem.

**3.2.7** W razie zastosowania napinacza wywołującego w linii napięcie  $N_n$ , siła niszcząca tej linii  $V$  nie może być mniejsza niż określona ze wzoru:

$$V = 2,6 N_n \text{ [kN]} \quad (3.2.7)$$

**3.2.8** Dla żagli rejowych i gaflowych należy sprawdzić, czy siły powstające w aftersztagach, baksztagach, padunach i stenwantach na kursach pełnych pod ciśnieniem wiatru:

$p = 0,250 \text{ kN/m}^2$  dla ożaglowania podstawowego,

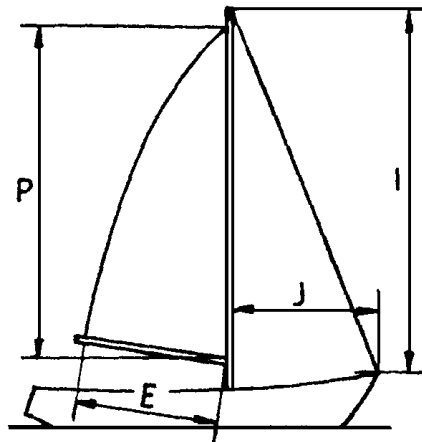
$p = 0,572 \text{ kN/m}^2$  dla ożaglowania skróconego,

nie przekraczają 0,5 sił zrywających poszczególne liny.

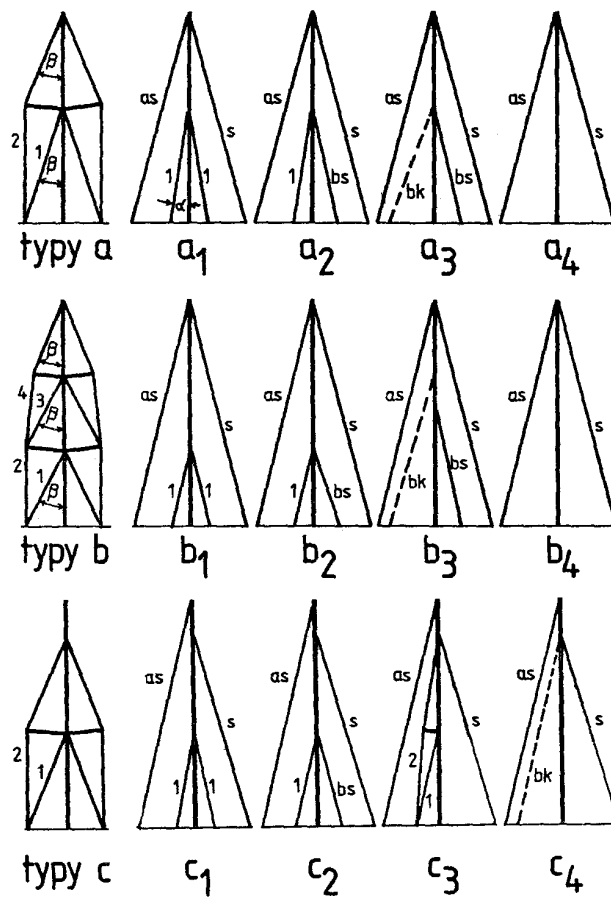
### 3.3 Olinowanie typowych jachtów jednomasztowych

3.3.1 Jeżeli olinowanie jachtu jednomasztowego jest typowe, zgodne z tablicą 3.3.1.1 i jeżeli spełniony jest warunek:

$$\frac{IJ}{EP} \leq 1,6 \quad (3.3.1.1)$$



Rys. 3.3.1.  $I$  – wysokość trójkąta przedniego, [m];  $J$  – podstawa trójkąta przedniego, [m];  
 $E$  – długość dolnego pliku grota, [m];  $P$  – wysokość podnoszenia grota, [m]



Tablica 3.3.1.1. Typy olinowania

to siły niszczące  $V$  w wantach, sztagach i aftersztagach można określać ze wzoru:

$$V = k P_t \text{ [kN]} \quad (3.3.1.2)$$

$k$  – współczynnik z tablicy 3.3.1.2,

$P_t$  – siła ściskająca maszt pochodząca od działania want, według 2.4.

**Tablica 3.3.1.2**  
**Wartości współczynników  $k$  dla olinowania grotmasztu**

linia typ olinowania	wanta 1 pojedyncza	baby-sztag bs	wanta 1 podwójna	wanta 2	wanta 3	wanta 4	sztag s
a	1,4	1,3	1,3	1,15	–	–	1,2
b	1,3	1,25	1,25	1,5	0,8	1,15	1,2
c	1,4	0,8	1,3	1,2	–	–	1,1

**3.3.2** Jeżeli wanty kolumnowe znajdują się w płaszczyźnie masztu i stosuje się babysztag ( typ olinowania  $a_3$  i  $b_3$  ), to w celu wytworzenia wystarczającego napięcia w babysztagu należy zastosować baksztagi.

**3.3.3** Jeżeli kąty  $\beta$  pomiędzy wantami a masztem w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny symetrii jachtu przekraczają  $10^\circ$ , to przy obliczaniu sił niszczących wanty zamiast odpowiednich współczynników  $k$  podanych w tablicy 3.3.1.2 można stosować współczynniki  $k'$  według wzoru:

$$k' = k \frac{\sin 10^\circ}{\sin \beta} \quad (3.3.3.1)$$

Jeżeli kąt  $\alpha$  pomiędzy babysztgiem a masztem przekracza  $5^\circ$  dla olinowania topowego lub  $7,5^\circ$  dla olinowania z niepełnym trójkątem przednim, to zamiast współczynnika  $k$  podanego w tablicy 3.3.1.2 można stosować odpowiednio współczynnik  $k'$  według wzoru:

$$k' = k \frac{\sin 5^\circ (7,5^\circ)}{\sin \alpha} \quad (3.3.3.2)$$

Współczynniki  $k'$  nie mogą być jednak mniejsze niż  $0,8 k$ .

**3.3.4** W razie zastosowania napinacza aftersztagu, siłę niszczącą forsztagu  $V_{fs}$  należy określić jako większą z dwóch wartości: określonej według 3.3.1 oraz ze wzoru:

$$V_{fs} = 2,25 \frac{\sin \beta_{as}}{\sin \beta_{fs}} N_n \text{ [kN]} \quad (3.3.4)$$

$\beta_{as}$  – kąt zawarty między aftersztgiem i masztem,

$\beta_{fs}$  – kąt zawarty między forsztgiem i masztem,

$N_n$  – napięcie aftersztagu wywołane przez napinacz [kN].

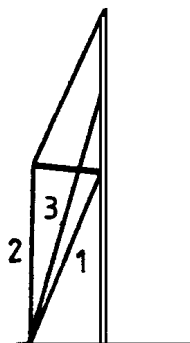
### 3.4 Olinowania typowych joli i keczy bermudzkich

**3.4.1** Obliczanie olinowania grotmasztu joli i keczy bermudzkich można przeprowadzić jak dla jachtu jednomasztowego zgodnie z 3.3.

**3.4.2** Jeżeli olinowanie bezanmasztu jest typowe, zgodne z rys. 3.4.2, to siły niszczące  $V$  w olinowaniu bezanmasztu można określać ze wzoru 3.3.1.2, odczytując odpowiednie wartości współczynnika  $k$  z tablicy 3.4.2, a wartości siły  $P_t$  dla bezanmasztu określając według 2.5.

**Tablica 3.4.2**  
**Wartości współczynników k dla olinowania bezanmasztu**

wanta 1 pojedyncza	wanta 1 podwójna	wanta2	wanta3	sztag
1,26	0,66	0,6	0,95	1,20



Rys.3.4.2

### 3.5 Olinowanie bukszprytu

**3.5.1** Przy obciążeniu bukszprytu w płaszczyźnie symetrii jachtu siłami równymi 0,625 sił zrywających sztagi, obciążenie w linach lub łańcuchach watersztagów nie powinny przekraczać 0,9 ich obciążeń niszczących, a przy zastosowaniu prętów nie powinna być przekroczona granica plastyczności.

**3.5.2** Obciążenia poprzeczne działające na bukszpryt należy przyjąć równe 0,165 siły zrywającej odpowiednie sztagi. Powstające przy tym obciążeniu siły wewnętrzne w waterbaksztagach nie powinny przekraczać 0,9 obciążenia niszczącego zastosowanej liny lub łańcucha, a przy zastosowaniu prętów nie powinna być przekroczona granica plastyczności.

### 3.6 Łączniki i okucia

**3.6.1** Wymagane siły niszczące łączników i okuć  $V_o$  należy określać w zależności od siły niszczącej odpowiedniej liny ze wzoru:

$$V_o = k_o V \text{ [kN]} \quad (3.6.1)$$

$k_o$  – współczynnik łączników i okuć:

$k_o = 1,25$  dla łączników want,

$k_o = 1,35$  dla łączników sztagów,

$k_o = 1,35$  dla podwiewi wantowych,

$k_o = 1,50$  dla sztagowników,

$k_o = 1,10$  dla okuć na masztach.

$V$  – obliczona siła niszcząca odpowiedniej liny, [kN].

Pod obciążeniem 0,9 siły niszczącej linę nie powinny ulec zniszczeniu sploty na linach oraz zaciśnięte końcówki.

## 4 WYMIAROWANIE OMASZTOWANIA

### 4.1 Maszty

**4.1.1** Dla jachtów z typowym olinowaniem spełniającym warunki 3.1.1 momenty bezwładności przekroju poprzecznego pręśła masztu przy zginaniu w poprzek jachtu  $I_x$  oraz momenty bezwładności przekroju poprzecznego masztu przy zginaniu w płaszczyźnie symetrii jachtu  $I_y$  nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$I_x = k_1 m P_t l^2 \text{ [cm}^4\text{]} \quad (4.1.1.1)$$

$$I_y = k_2 k_3 m P_t H^2 \text{ [cm}^4\text{]} \quad (4.1.1.2)$$

$k_1$  – współczynnik pręśła podany w tablicy 4.1.1.1,

$k_2$  – współczynnik sztagu podany na wykresie 4.1.1.2 lub w 4.1.2,

$k_3$  – współczynnik zamocowania masztu:

$k_3 = 1,00$  dla masztów przechodzących przez pokład,

$k_3 = 1,22$  dla masztów ustawionych na pokładzie,

$m$  – współczynnik materiałowy:

$m = 0,034$  dla stali,

$m = 0,100$  dla stopów aluminium,

$m = 0,725$  dla drewna (sosna, świerk),

$m = \frac{7060}{E}$  dla innych materiałów o module Younga  $E$  [MPa].

$P_t$  – siła ściskająca maszt pochodząca od działania want określona według 2.3, 2.4 lub 2.5;

przy określaniu momentów bezwładności  $I_x$  wyższych pręśł siłę  $P_t$  należy zmniejszyć o wartość:

0,14 sił zrywających podwójne wanty kolumnowe,

0,23 siły zrywającej pojedynczą wantę kolumny,

0,20 sił zrywających pozostałych want znajdujących się poniżej rozpatrywanego pręśła i nie obciążających go, przy czym należy uwzględnić wanty strony nawietrznej;

przy zastosowaniu mocniejszych sztagów i aftersztagów przenoszących siły wywołane pracą napinaczy, siłę  $P_t$  należy zwiększyć określając przyrost  $\Delta P_t$  ze wzoru:

$$\Delta P_t = 0,208 \Delta V_1 \frac{\sin(\beta_1 + \beta_2)}{\sin \beta_2} \text{ [kN]} \quad (4.1.1.3)$$

$\Delta V_1$  – przyrost siły zrywającej linę 1 wywołany pracą zamocowanego do niej napinacza [kN],

$\beta_1$  – kąt między liną 1 a masztem,

$\beta_2$  – kąt między liną 2, odpowiadającą linie 1, a masztem,

$l$  – długość rozpatrywanego pręśła [m]

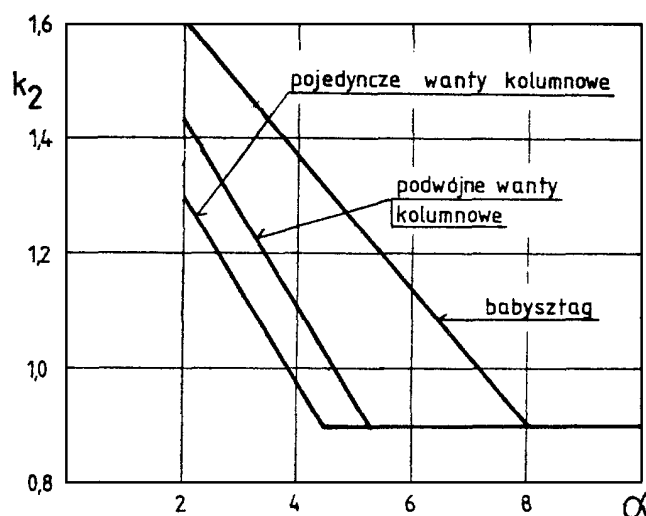
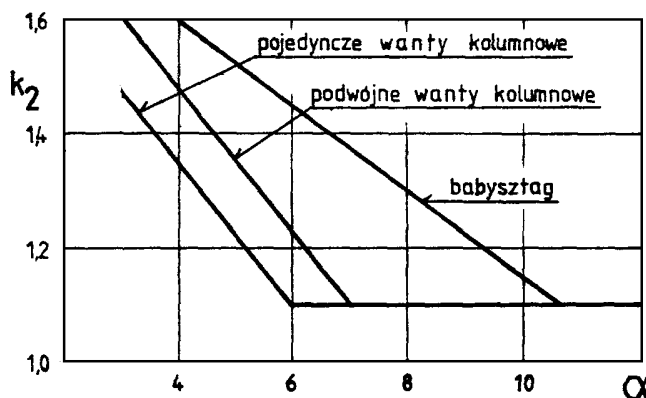
$H$  – odległość pionowa od pokładu lub pięty masztu, jeżeli maszt jest oparty na pokładzie, do najniższego stałego sztagu niosącego żagle [m].

**Tablica 4.1.1.1**  
**Wartości współczynników pręśła  $k_1$**

pręśło	kolumna masztu	pozostałe pręśła
typ olinowania		
bez salingu	2,5 $k_3$	–
jeden saling	2,5 (2,4) $k_3$	3,5 (3,35)
dwa lub więcej salingów	2,7 $k_3$	3,8

Wartości w nawiasach dotyczą typów olinowania c.



Wykres 4.1.1.2. Wartości współczynników sztagu  $k_2$  dla typów olinowania  $a_1, a_2, c_1, c_2$ Wykres 4.1.1.3. Wartości współczynników sztagu  $k_2$  dla typów olinowania  $b_1$  i  $b_2$ 

Przy zastosowaniu pojedynczych want kolumnowych i babysztagu, należy przyjmować do obliczeń większą z dwóch wartości współczynników  $k_2$  określonych z wykresu.

**4.1.2** W razie zastosowania pojedynczych want kolumnowych w płaszczyźnie masztu ( $\alpha = 0^\circ$ ) oraz babysztagu i baksztagów, do obliczenia momentów bezwładności  $I_y$ , należy przyjąć współczynnik sztagu  $k_2 = 1,65$  dla typu olinowania  $a_3$  oraz  $k_2 = 1,85$  dla typu olinowania  $b_3$ .

Jeżeli zastosowano pojedyncze wanty kolumny bez babysztagu i baksztagów (typ  $a_4, b_4, c_4$ ), do obliczania momentów bezwładności  $I_y$ , należy przyjąć współczynnik sztagu  $k_2 = 2,25$ .

Dla olinowania typu  $c_3$  należy przyjmować współczynnik sztagu  $k_2 = 1,25$ .

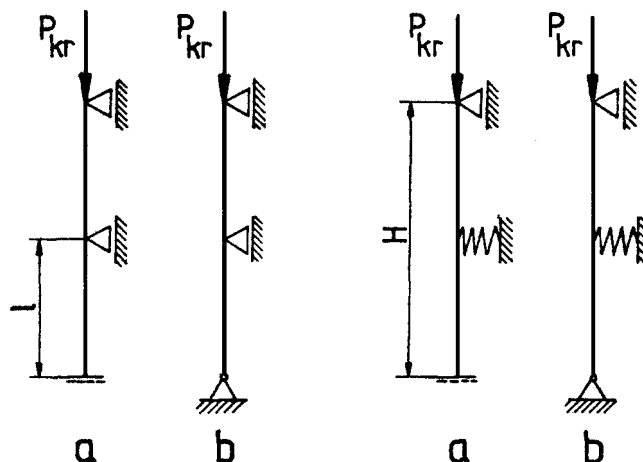
Dla olinowania z większą liczbą salingów należy przyjmować współczynniki  $k_2$  tak jak dla typów b.

**4.1.3** Dla jachtów z nietypowym olinowaniem należy do obliczenia masztów przyjąć następujące modele:

- .1 dla zginania w poprzek jachtu – belka utwierdzona jednym końcem sprężysto, na drugim końcu swobodnie podparta, ze sztywną podporą w miejscu zamocowania want kolumnowych, jak na rys. 4.1.3.1,
- .2 dla zginania w płaszczyźnie symetrii jachtu – belka utwierdzona jednym końcem sprężysto, na drugim końcu swobodnie podparta, z dodatkową podporą sprężystą w miejscu zamocowania want kolumnowych, jak na rys. 4.1.3.2.

Sprężyste utwierdzenie w przekroju opętника przedstawia oddziaływanie podpładowej części masztu (rys. 4.1.3.1a i 4.1.3.2a).

Dla masztu stojącego na pokładzie należy w miejsce sprężystego utwierdzenia w przekroju opętника wprowadzić podporę przegubową (rys.4.1.3.1b i 4.1.3.2b).



Rys. 4.1.3.1

Rys. 4.1.3.2

Do obliczeń należy przyjąć wartość siły krytycznej  $P_{kr}$  obliczonej ze wzoru:

$$P_{kr} = 1,6 (P_t + 0,385 P_s) \text{ [kN]} \quad (4.1.3)$$

jednak nie mniej niż:

$P_{kr} = 2,96 P_t$  dla masztów obciążonych sztagiem z pracującym żaglem,

$P_{kr} = 2,32 P_t$  dla pozostałych masztów,

$P_t$  – siła ściskająca maszt pochodząca od działania want określona według 2.3, 2.4 lub 2.5,

$P_s$  – suma składowych wzdłuż osi masztu sił zrywających sztagi i aftersztagi [kN].

**4.1.4** Dla masztów o stałym przekroju poprzecznym do co najmniej 0,7 ich wysokości, których moment bezwładności przy topie jest nie mniejszy niż 0,6 momentu bezwładności na części o stałym przekroju, nie dokonuje się przeliczeń momentów bezwładności  $I_x$  przęseł znajdujących się powyżej kolumny, jeżeli ich długość nie jest większa od długości kolumny.

**4.1.5** Dla masztów o zmiennym przekroju lub większej zbieżności niż podane w 4.1.4 należy podzielić każde przęsło na dwa lub trzy równe odcinki i do obliczenia wartości momentów  $I_x$  i  $I_y$  należy użyć ich wartości średnich  $I$  określonych ze wzorów:

- .1 jeżeli przęsło podzielono na dwa równe odcinki

$$I = \frac{1}{6} (I_1 + 4 I_2 + I_3) \text{ [cm}^4\text{]} \quad (4.1.5.1)$$

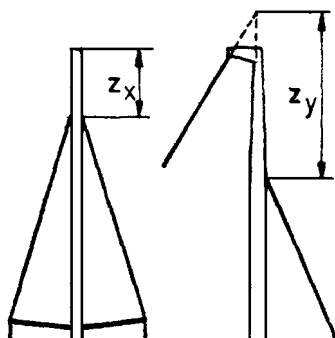
- .2 jeżeli przęsło podzielono na trzy równe odcinki

$$I = \frac{1}{8} (I_1 + 3 I_2 + I_4) \text{ [cm}^4\text{]} \quad (4.1.5.2)$$

$I_1, I_2, I_3, I_4$  – wartości momentu bezwładności  $I_x$  lub  $I_y$  w punktach podziału przęseła, bez uwzględnienia lokalnych wzmocnień i wypełnień.

Moment bezwładności najsłabszego przekroju nie może być mniejszy niż 0,3 momentu bezwładności najmocniejszego przekroju.

**4.1.6** Przy olinowaniu z niepełnym trójkątem przednim należy sprawdzić, czy wskaźniki wytrzymałości na zginanie masztu  $W_x$  i  $W_y$  w przekroju zamocowania sztagu lub wanty są nie mniejsze niż podane we wzorach:



$$W_x = \frac{1000}{\delta} k_t M_{30} \frac{z_x}{P} \text{ [cm}^3\text{]} \quad (4.1.6.1)$$

$$W_y = \frac{1000}{\delta} V z_y \sin \beta_s \text{ [cm}^3\text{]} \quad (4.1.6.2)$$

- $\delta$  – wytrzymałość materiału na zginanie [MPa],
- $k_t$  – współczynnik momentu prostującego, wg 2.4,
- $M_{30}$  – moment prostujący, wg 2.4,
- $z_x$  – odległość od topu masztu do miejsca zamocowania want [m],
- $P$  – wysokość podnoszenia grota, wg 3.3.1,
- $V$  – siła niszcząca sztag wg 3.3.1,
- $z_y$  – odległość od topu do miejsca zamocowania sztagu [m]
- $\beta_s$  – kąt zawarty między sztagiem i masztem.

Wskaźniki wytrzymałości na zginanie na topie masztu nie powinny być mniejsze niż 0,2 odpowiedniego wskaźnika w miejscu zamocowania sztagu lub wanty.

Jeżeli zastosowano jumpsztąg zapewniający równoważną wytrzymałość masztu, to nie wymaga się spełnienia warunku 4.1.6.2.

## 4.2 Salingi

**4.2.1** Momenty bezwładności przekroju poprzecznego salingu  $I_s$  względem obu osi x, y nie powinny być mniejsze od obliczonego ze wzoru:

$$I_s = m_s V_s l_s^2 \text{ [cm}^4\text{]} \quad (4.2.1)$$

$m_s$  – współczynnik materiałowy:

$m_s = 0,06$  dla stali,

$m_s = 0,18$  dla stopów aluminium,

$m_s = 1,00$  dla drewna (jesion, dąb),

$m_s = \frac{12700}{E}$  dla innych materiałów o module Younga  $E$  [MPa].

$V_s$  – siła ściskająca saling, pochodząca od działania sił niszczących wanty obciążających ten saling, [kN]

$l_s$  – długość salingu [m]

Należy sprawdzić wytrzymałość salingu na ściskanie oraz wytrzymałość okuć salingowych pod obciążeniem  $1,25 V_s$ .

**4.2.2** Saling powinien być zabezpieczony przed utratą równowagi w płaszczyźnie olinowania. Salingi o konstrukcji poddawanej zginaniu należy sprawdzić na ten przypadek obciążenia.

**4.2.3** Saling powinien być zabezpieczony przed utratą równowagi wskutek obrotu dookoła osi równoległej do osi masztu. Dla konstrukcji typu a oraz dla górnych salingów olinowania typu b według tablicy 3.3.1.1 czynnikiem zabezpieczającym może być samo obciążenie.

### 4.3 Bomy

**4.3.1** Dla bomów żagli przymasztowych i sztaksli, z wyłączeniem bomów obciążanych siłownikami, wskaźniki na zginanie względem osi poziomej  $W_y$  i względem osi pionowej  $W_x$  nie powinny być mniejsze niż podane we wzorach:

$$W_y = m_b P_t l_b \text{ [cm}^3\text{]} \quad (4.3.1.1)$$

$$W_x = 0,66 W_y \text{ [cm}^3\text{]} \quad (4.3.1.2)$$

$m_b$  – współczynnik materiałowy:

$m_b = 0,125$  dla stali węglowej,

$m_b = 0,250$  dla stopów aluminium o wytrzymałości  $R_m = 200$  Mpa,

$m_b = 0,610$  dla drewna (sosna),

$m_b = 50/R_m$  dla innych materiałów o wytrzymałości na rozciąganie  $R_m$  [MPa],

$P_t$  – siła ścisająca maszt pochodząca od działania want określona wg 2.3, 2.4 lub 2.5 [kN],

$l_b$  – długość bomu [m].

**4.3.2** Dobór bomów obciążanych siłownikami będzie odrębnie rozpatrywany przez PRS.

### 4.4 Gafle i reje

**4.4.1** Dobór gafli i rej będzie odrębnie rozpatrywany przez PRS.

### 4.5 Bukszpryty

**4.5.1** Jeżeli kąt pomiędzy watersztagiem a osią bukszprytu jest nie mniejszy niż  $14^\circ$ , to naprężenia ścisające w bukszprycie przy obciążeniu siłami równymi  $0,625$  sił zrywających sztagi nie mogą być większe niż:

- .1 dla bukszprytów drewnianych –  $0,68$  wytrzymałości na ściskanie,
- .2 dla bukszprytów metalowych –  $0,9$  granicy plastyczności.

**4.5.2** Jeżeli kąt pomiędzy watersztagiem a osią bukszprytu jest mniejszy niż  $14^\circ$ , należy obliczyć naprężenia zginające i ścisające w bukszprycie przy obciążeniu równym  $0,625$  sił zrywających sztagi i wykazać, że suma tych naprężeń jest nie większa niż:

- .1 dla bukszprytów drewnianych –  $0,85$  wytrzymałości na ściskanie,
- .2 dla bukszprytów metalowych – granicy plastyczności.

**4.5.3** *Zaleca się, aby na jachtach o długości  $L_L > 24$  m metalowy bukszpryt był zamocowany do kadłuba przegubowo w rejonie dziobnicy i w rejonie pięty bukszprytu.*

## 5 MATERIAŁY

**5.1** Materiały, z których wykonane jest omasztowanie, olinowanie, okucia oraz łączniki olinowania, powinny spełniać wymagania zawarte w części VI „Materiały” niniejszych Przepisów.

## 6 MONTAŻ I EKSPLOATACJA

**6.1** Maszt przechodzący przez pokład powinien być odpowiednio zamocowany w opętniku. Zaleca się:

- .1 dla masztów drewnianych – zaklinowanie,
- .2 dla cienkościennych masztów metalowych – zastosowanie podkładek gumowych: maszty dla olinowania typu  $a_3$ ,  $b_3$  powinny mieć możliwość przemieszczania się w kierunku dziób – rufa i ograniczony ruch w kierunku poprzecznym.

**6.2** Zaleca się napinać olinowanie tak, aby:

- .1 nie występowały odchylenia masztu w kierunku prostopadłym do płaszczyzny symetrii jachtu, natomiast dopuszczalne są odpowiednie odchylenia masztu od formy prostoliniowej w płaszczyźnie symetrii jachtu.
- .2 przy przechylenie  $35^\circ$  wanty zawietrzne jeszcze nie luzowały się, co odpowiada napięciu wstępnemu równemu  $0,16 - 0,18$  siły zrywającej (wanty olinowania typu  $a_3$ ,  $b_3$ , napina się znacznie słabiej).
- .3 przy obciążaniu sztagów żaglem w żegludze na wiatr, ich ugięcie nie przekraczało  $0,04$  ich długości.

**6.3** Zaleca się stosowanie przegubów przy wszystkich ściągaczach oraz na obu końcach forsztagów.

**6.4** Łączniki olinowania powinny być odpowiednio zabezpieczone przed przypadkowym poluzowaniem się.

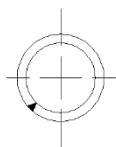
**6.5** Maszty drewniane z przewodami elektrycznymi prowadzonymi wewnątrz, należy zabezpieczyć przed możliwością dostawania się i zbierania wody wewnątrz masztu.

## 7 KONSTRUKCJA MASZTÓW NA JACHTACH O DŁUGOŚCI $L_L > 24$ M

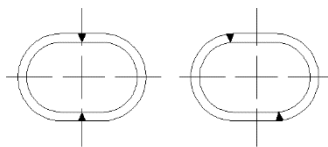
**7.1** Zaleca się, aby naprężenia ściskające od obciążeń projektowych w żadnym przekroju masztu nie były większe niż  $0,5 R_e$ .

**7.2** Na maszty stalowe powinny być stosowane stale kadłubowe o podwyższonej wytrzymałości, określone w Części IX – *Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

**7.3** Maszty mogą być wykonywane z odcinków blach zwijanych na walcach w kształcie okręgów z jedną spoiną czołową (rys. 7.3-1) lub z dwóch półowali łączonych dwiema spoinami czołowymi po bokach (rys. 7.3-2).

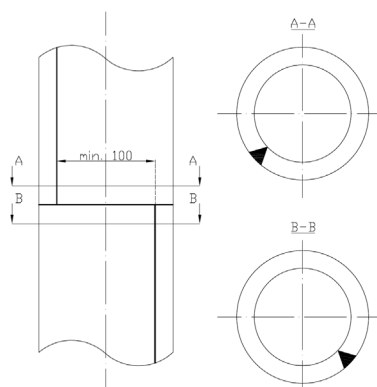


Rys.7.3-1. Maszt zwijany z jednej blachy (okrąg)



Rys.7.3-2. Maszt zwijany z dwóch blach (owal)

**7.4** Przy łączeniu paneli masztów zaleca się stosowanie takiego podziału blach, aby nie występowało krzyżowanie się spoin. Odległość pomiędzy szwami pionowymi powinna wynosić co najmniej  $100$  mm, jak pokazano na rysunku 7.4.



Rys.7.4. Łączenie sekcji masztu

**7.5** Spawanie wzdłużne należy przeprowadzać w kolejności ułożenia paneli masztu. Spawanie należy przeprowadzać procesami pozwalającymi na uzyskanie pełnego przetopu, z zastosowaniem właściwej technologii spawania, uwzględniając wymagania określone w *Publikacji Nr 74/P – Zasady kwalifikowania technologii spawania*. Nie zaleca się stosowania stałych podkładek metalowych.

**7.6** Przy rekonstrukcji części masztów istniejących dopuszcza się możliwość wykonania spawania na podkładkach metalowych, o ile były stosowane poprzednio. Zaleca się podkładki o grubości 3÷4 mm i o szerokości około 30 mm, przy zachowaniu odstępu pomiędzy łączonymi blachami 5÷6 mm. Spawanie należy rozpocząć od wykonania pierwszej warstwy spoiny elektrodami o średnicy do 4 mm. Podkładki poprzeczne należy mocować do paneli górnych, spoiną ciągłą.

**7.7** Zaleca się, aby konstrukcja wewnętrzna masztu była szczelnie zamknięta. W przeciwnym razie należy zapewnić możliwość osuszania dolnej części masztu oraz wentylację wnętrza masztu.

**7.8** Rurociągi spalinowe silników napędowych i pomocniczych prowadzone wewnątrz masztu powinny być wykonane ze stali odpornej na korozję i montowane w sposób umożliwiający kompensację termiczną. Należy zapewnić skuteczną wentylację umożliwiającą chłodzenie tych rurociągów, tak aby maszt przy długotrwałej pracy silnika napędowego nie nagrzewał się powyżej 60 °C.

**7.9** Zaleca się zapewnienie możliwości awaryjnego odlotu spalin z silników w razie awarii powodującej zablokowanie przepływu spalin w rurociągu prowadzonym w maszcie.