

# *Polski Rejestr Statków*

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

**CZEŚĆ VII  
OSPRZĘT ŻAGLOWY**

1999



GDAŃSK

# *Polski Rejestr Statków*

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

### **CZEŚĆ VII OSPRZĘT ŻAGLOWY**

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.

## SPIS TREŚCI

str.

<b>1</b>	<b>Postanowienia ogólne</b> .....	5
	1.1 Zakres zastosowania .....	5
	1.2 Określenia, definicje .....	5
<b>2</b>	<b>Dobór obciążeń</b> .....	6
<b>3</b>	<b>Wymiarowanie olinowania</b> .....	9
	3.1 Wskazówki ogólne.....	9
	3.2 Wymiarowanie olinowania metodą ogólną .....	10
	3.3 Olinowanie typowych jachtów jednomasztowych .....	14
	3.4 Olinowania typowych joli i keczy bermudzkich .....	16
	3.5 Olinowanie bukszprytu.....	17
	3.6 Łączniki i okucia.....	17
<b>4</b>	<b>Wymiarowanie omasztowania</b> .....	18
	4.1 Maszty.....	18
	4.2 Salingi.....	22
	4.3 Bomy.....	23
	4.4 Gafle i reje .....	23
	4.5 Bukszpryty.....	23
<b>5</b>	<b>Materiały</b> .....	23
<b>6</b>	<b>Montaż i eksploatacja</b> .....	24
<b>7</b>	<b>Konstrukcja masztów na jachtach o długości <math>L_L &gt; 24</math> m</b> .....	24

# 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<sup>o</sup>B, bez żagli lekkiej pogody.
- .7** Ożaglowanie skrócone – zestawy żagli przewidziane do stawiania w żegludze na wiatr przy wietrze o sile 7–8<sup>o</sup>B.
- .8** Ożaglowanie sztormowe – zestawy żagli przewidziane do stawiania w żegludze na wiatr przy sile wiatru powyżej 8<sup>o</sup>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

$$p = k_p \frac{D l_{max}}{S h}, [\text{kN/m}^2] \quad (2.1.1.1)$$

$k_p$  – 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],

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

$S_i$  – 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 nieznamości 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

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

$M_m$  – 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

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

$G_j$  – ciężar elementu osprzętu, [kN]

.2 dla ożaglowania skróconego i sztormowego

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

$z$  – 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 ściskającą  $P_t$  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 ścisła-

jącej 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,

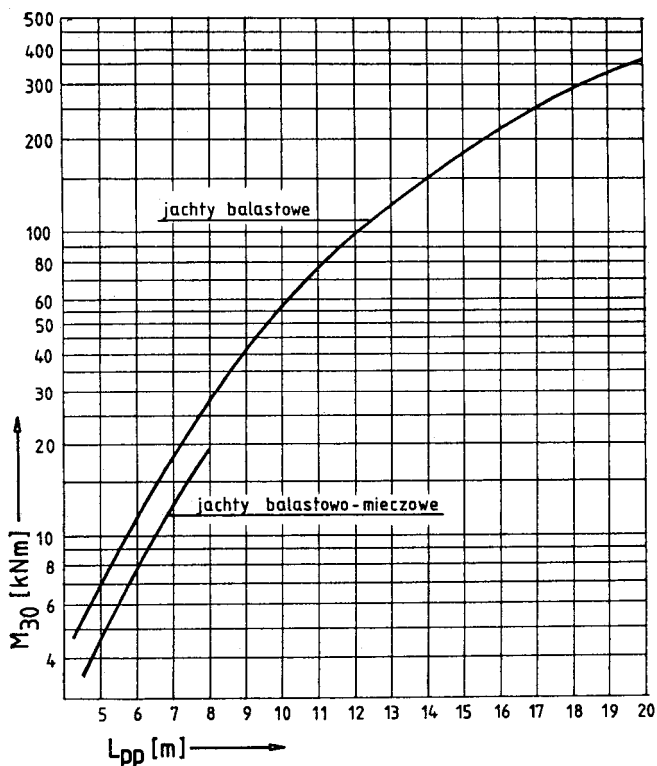
$k_t = 1,35$  dla jachtów bez balastu zewnętrznego,

$k_t = 1,20$  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 nieznaną, 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 podwężzi 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 podwężzi 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  $30^\circ$  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 podwężzi 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  $10^\circ$ . Zaleca się, aby kąty  $\alpha$  pomiędzy wantami kolumnowymi a masztem w rzucie na płaszczyznę symetrii jachtu wynosiły  $5-7^\circ$ .

**3.1.2** Olinowanie, w którym kąty  $\beta$  są mniejsze od  $10^\circ$  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  $5^\circ$  dla olinowania topowego i  $7,5^\circ$  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  $20\text{--}32^\circ$  w rzucie z góry. Długość salingu powinna być taka, aby górne wanty były odchylone nie mniej niż  $5^\circ$  ku rufie, a kąt między tymi wantami a masztem w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny symetrii wynosił  $10\text{--}12^\circ$ . Wanty kolumnowe powinny być odchylone ku rufie o kąt  $5\text{--}7^\circ$ .

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

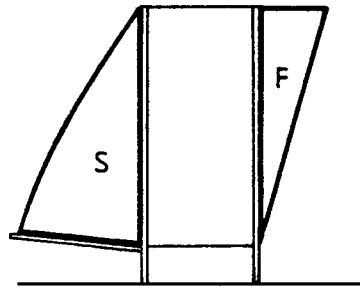
**3.1.5** Zaleca się stosowanie podwójnych sztagów żagli.

## 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

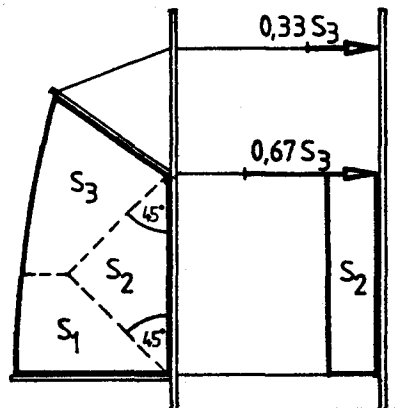
zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt  $F = 0,5 S$  w kształcie trójkąta prostokątnego



.2 dla żagli gaflowych

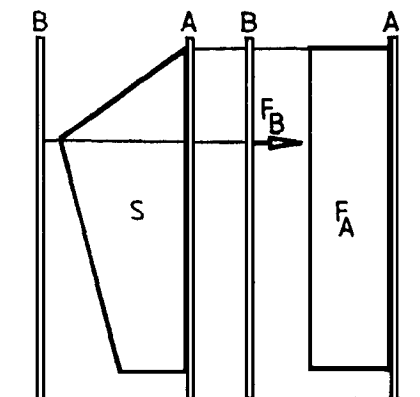
powierzchnię żagla  $S$  dzieli się na trzy części  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ :

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  $i$ .



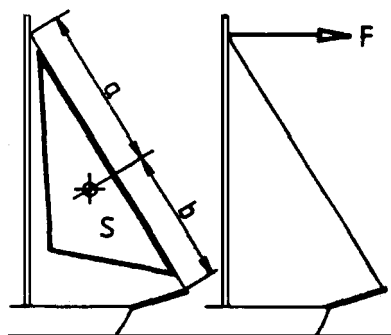
.4 dla sztaksli

zastępcza powierzchnia przypadająca na maszt wynosi

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

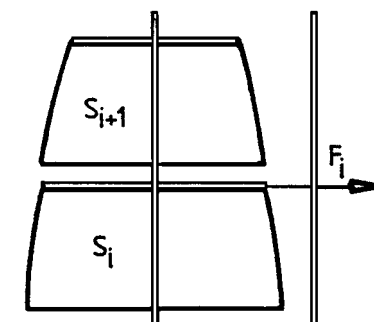
i jest skupiona w miejscu zaczepienia sztagu

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

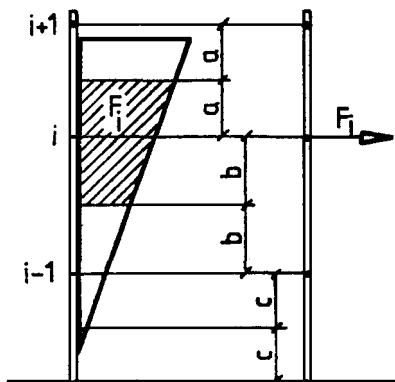


.5 dla żagli rejowych

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



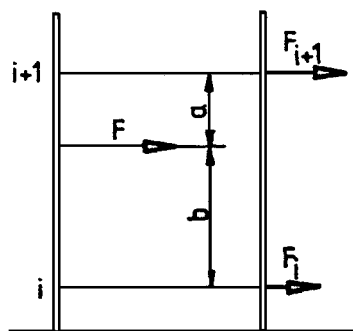
- .6 zastępcze powierzchnie rozłożone wzdłuż masztu należy skupiać w kolejnych węzłach przez podział powierzchni między węzłami w połowie odległości między nimi



- .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 wanta 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 sztakle według wzoru:

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

$S$  – powierzchnia sztakla 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 sztakla,

$k_a = 1,25$  dla aftersztagu przy zastosowaniu genui o długości liku dolnego przekraczającej 1,3J 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 liny  $V$  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,

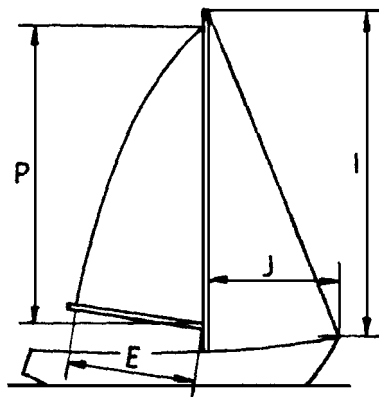
$p = 0,572 \text{ kN/m}^2$  dla ożaglowania skróconego,

nie przekraczają 0,5 sił zrywających poszczególne liny.

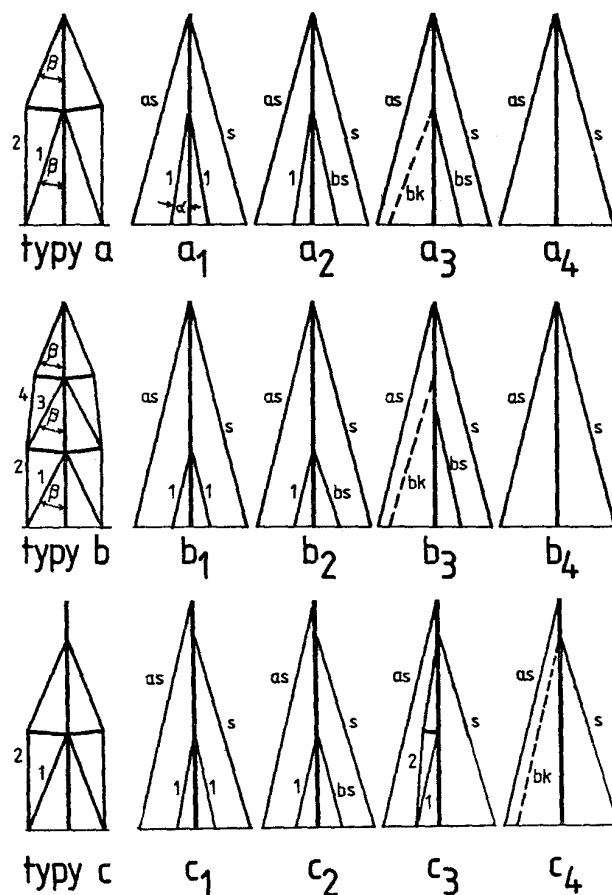
### 3.3 Olinowanie typowych jachtów jednomasztowych

**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 żagla, [m];  $P$  – wysokość podnoszenia żagla, [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

lina typ olino- wania	wanta 1 poje- dyncza	baby- sztag bs	wanta 1 pod- wójna	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 babysztagiem 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 aftersztagiem i masztem,

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

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

### 3.4 Olinowania typowych joli i keczy bermudzkich

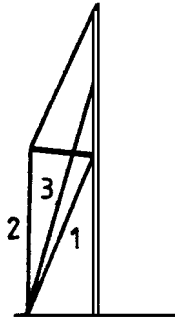
**3.4.1** Obliczanie olinowania grotmasztu joli i keczy bermudzkich można przeprowadzić jak dla jachtu jednomasztowego zgodnie z 3.3.

**3.4.2** Jeżeli olinowanie bezanmasztu jest typowe, zgodnie 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  $P_i$  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 przęsła 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:

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

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

$k_1$  – współczynnik przęsła podany w tabelicy 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 przęsła 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 przęsła 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,

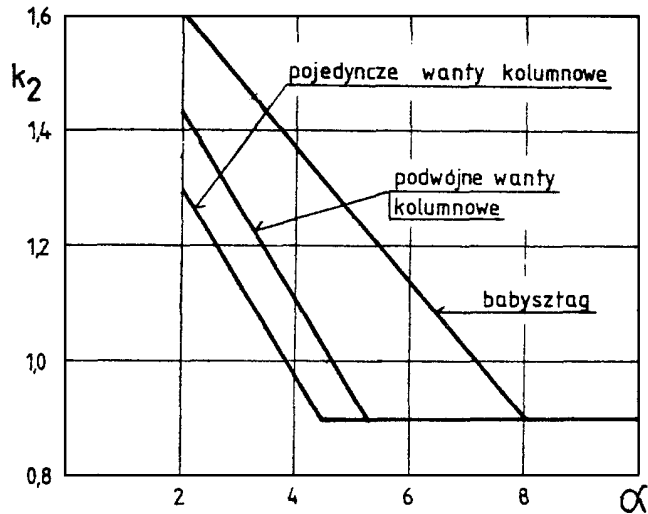
$l$  – długość rozpatrywanego przęsła, [m]

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

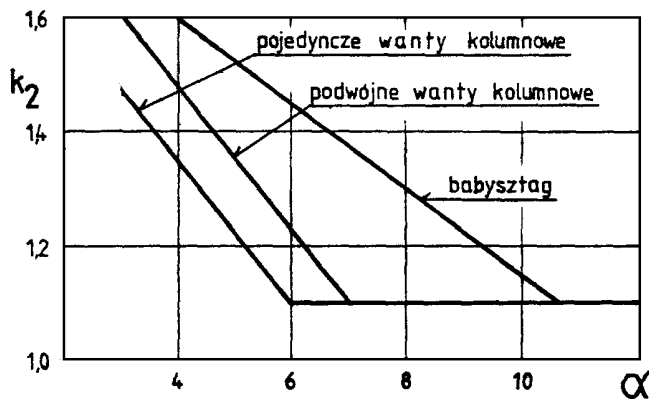
**Tablica 4.1.1.1**  
**Wartości współczynników przęsła  $k_1$**

typ olinowania	przęsło	kolumna masztu	pozostałe przęsła
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  $k_2 = 1,25$ .

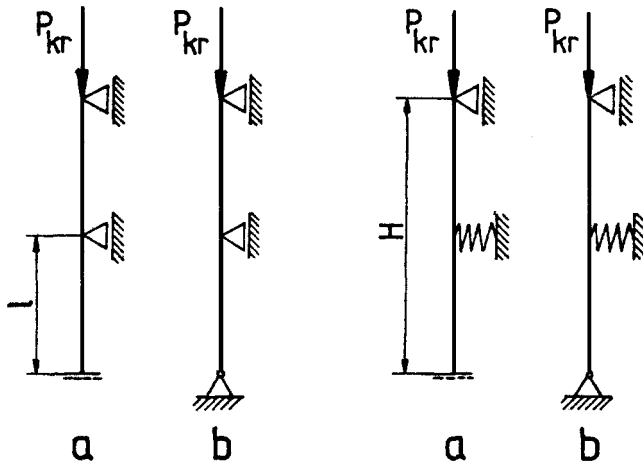
Dla olinowania z większą liczbą salingów należy przyjmować współczynniki  $k_2$  tak jak dla typów  $b$ .

**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 podpokładowej 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

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

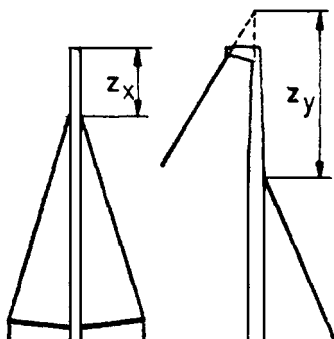
.2 jeżeli przęsło podzielono na trzy równe odcinki

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

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

Moment bezwładności najslabszego 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:

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

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

$m_b$  – 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 ściskająca 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 ściskające 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 ściskające 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 piąty 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 przechyle  $35^\circ$  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.

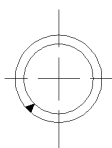
## 7 KONSTRUKCJA MASZTÓW NA JACHTACH O DŁUGOŚCI $L_L > 24$ M

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

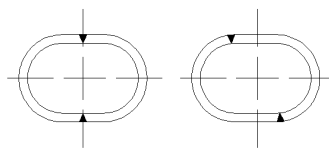
7.2 Na maszty stalowe powinny być stosowane stale kadłubowe o podwyższonej wytrzymałości, określone w Części IX – *Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.



**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).

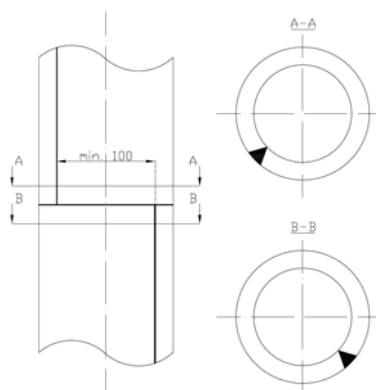


Rys.7.3-1. Maszt zwijany z jednej blachy (okrąg)



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.

---