



Polski Rejestr Statków

PUBLIKACJA NR 8/I

OCHRONA STATKÓW OD
WYŁADOWAŃ ATMOSFERYCZNYCH

1984



GDAŃSK

PUBLIKACJE PRS

Oprócz Przepisów, które są zbiorem wymagań klasyfikacyjnych i technicznych, Polski Rejestr Statków wydaje teksty pomocnicze i uzupełniające pod nazwą PUBLIKACJA. Każdy taki tekst ma także tytuł odpowiedni do treści. Publikacje podzielone są na dwie grupy.

Publikacje I grupy mają charakter wyjaśniająco-instruktywny. Oznaczone są kolejnym numerem i literą "I".

Publikacje II grupy są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów. Stosowanie tych publikacji jest obowiązujące. Oznaczone są kolejnym numerem i literą "P".

TREŚĆ

	Str.
1. Ocena stopnia zagrożenia piorunowego	5
2. Wyznaczanie stref chronionych	7
3. Przykład obliczeń	9

1. OCENA STOPNIA ZAGROŻENIA PIORUNOWEGO

1.1 Zgodnie z Przepisami PRS na projektowanym statku należy określić strefy zagrożone wybuchem, które powinny podlegać ochronie odgromowej.

1.2 Korzystając z mapy, przedstawiającej częstość występowania piorunów na kuli ziemskiej /rys. 5/, średnią częstość piorunów $n_{ośr}$, przypadającą na 1 km^2 w ciągu roku, określa się ze wzoru:

$$n_{ośr} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n n_{oi} \cdot T_i \quad /1.2-1/$$

n_{oi} - maksymalna częstość piorunów w i-tym rejonie pływania;

T_i - czas pływania statku w i-tym rejonie w latach;

T - czas służby statku w latach.

Dla statków nieograniczonego rejonu pływania:

$$n_{ośr} = 25 \text{ piorunów/km}^2 \cdot \text{rok} \quad /1.2-2/$$

1.3 Częstość piorunów przypadająca na statek określa się ze wzoru:

$$n_1 = n_{ośr} /L + 3h/ /B + 3h/ \cdot 10^{-6} \quad /1.3/$$

L - długość statku, m;

B - szerokość statku, m;

h - wysokość najwyższego masztu, liczona od najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych, m.

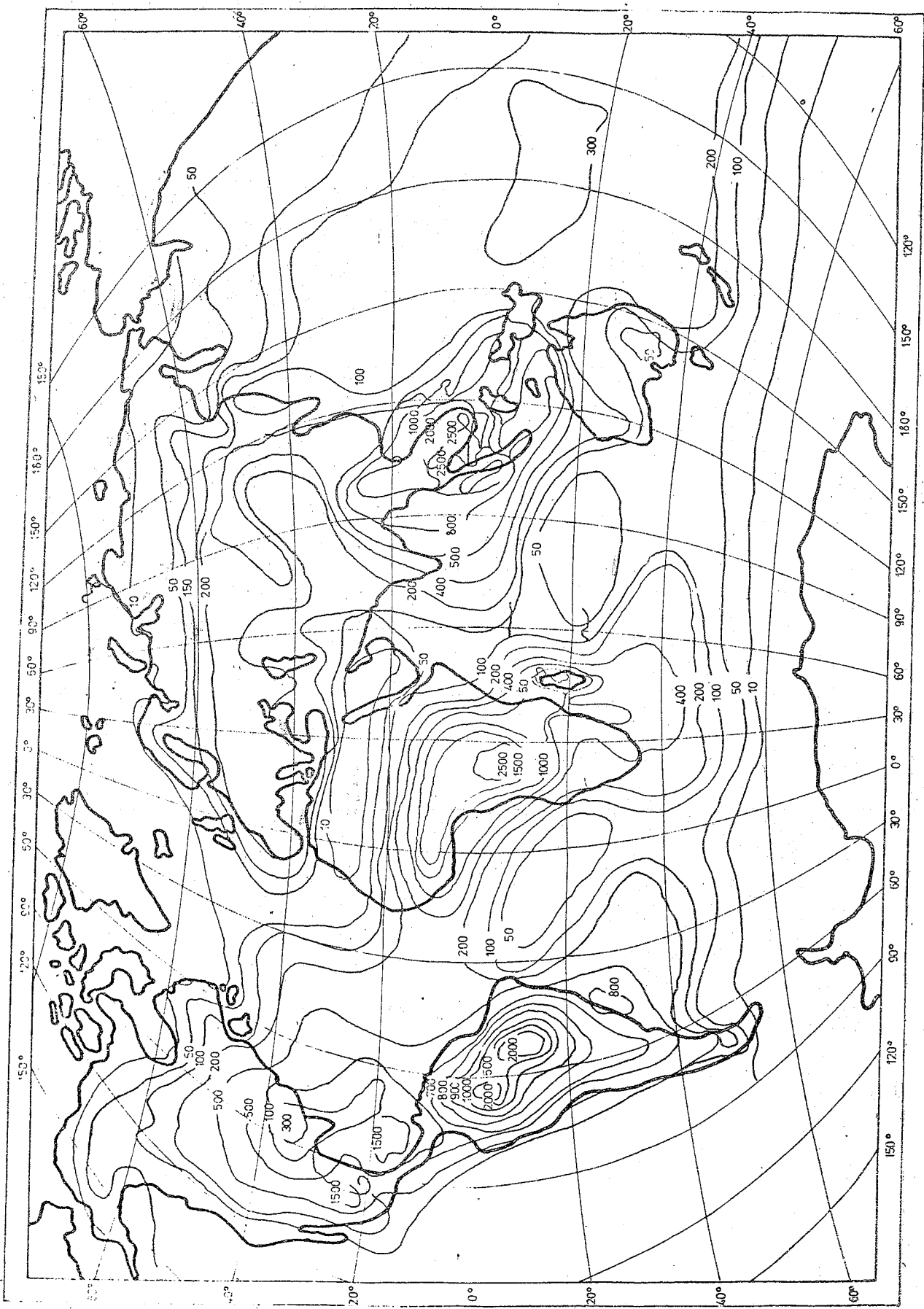
1.4 Wskaźnik zagrożenia piorunowego określa się ze wzoru:

$$P_s = 1 - e^{-\lambda} \quad /1.4/$$

$$\lambda = n_1 T \theta$$

θ - stosunek powierzchni strefy chronionej na górnym pokładzie do powierzchni górnego pokładu.

1.5 Sposób oceny zagrożenia piorunowego polega na porównaniu obliczonej wartości wskaźnika zagrożenia piorunowego z wartością 0,01. Przy $P_s \leq 0,01$ ochrona odgromowa wynikająca z warunków eksploatacyjnych jest wystarczająca i nie wymaga się żadnych dodatkowych przedsięwzięć. W innym przypadku należy wykreślić strefy chronione przez pionowe konstrukcje statku i ewentualnie uzasadnić konieczność montowania dodatkowych urządzeń chroniących przed uderzeniem pioruna.



Rys. 5 Częstość występowania piorunów na kuli ziemskiej (liczba piorunów/100 km² . rok)

2. WYZNACZANIE STREF CHRONIONYCH

2.1 Wyznaczenie stref chronionych przeprowadza się dla zespołu dwóch pionowych konstrukcji, dla których spełniony jest warunek:

$$l < 3 h_{\min} \quad /2.1/$$

l - odległość między dwiema rozpatrywanymi konstrukcjami, m;

h_{\min} - wysokość niższej konstrukcji, m.

Jeżeli powyższy warunek nie jest spełniony, to rozpatrywaną konstrukcję należy uważać za pojedynczy zwód.

2.2 Strefą chronioną pojedynczego zwodu prętowego jest stożek, którego wysokość i promień /rys. 1 patrz str. 8/ oblicza się ze wzorów:

$$\begin{aligned} h_0 &= 0,85 h \\ r_0 &= /1,1 - 0,002 h/ h \\ r_x &= /1,1 - 0,002 h/ h - \frac{h_x}{0,85} \end{aligned} \quad /2.2/$$

h - wysokość zwodu liczona od najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych, m;

r_0 - promień strefy chronionej na poziomie najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych, m.

2.3 Strefę chronioną utworzoną przez dwa zwody prętowe o tej samej wysokości pokazano na rys. 2 /patrz str. 9 /.

Zewnętrzne części strefy chronionej wyznacza się jak strefy dwóch pojedynczych zwodów charakteryzujących się odpowiednio wartościami h_0 , r_{x1} , r_{x2} .

Strefa chroniona zespołu dwóch zwodów pionowych charakteryzuje się następującymi wymiarami:

$$\text{dla } l \leq h \Rightarrow h_s = h_0; \quad r_{sx} = r_x$$

$$\text{dla } l > h \Rightarrow h_s = h_0 - /0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h/ / 1 - h/ \quad /2.3/$$

$$r_{sx} = \frac{h_s - h_x}{h_s}$$

2.4 Strefę chronioną zespołu dwóch zwodów pionowych o różnej wysokości pokazano na rys. 3 /patrz str. 11 /.

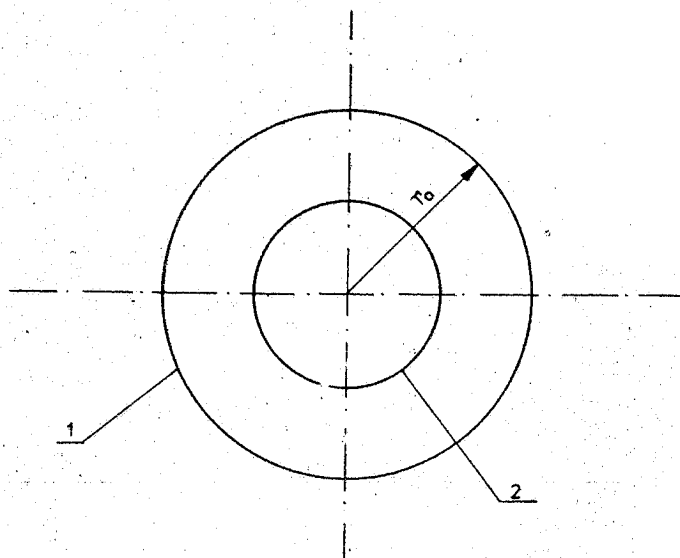
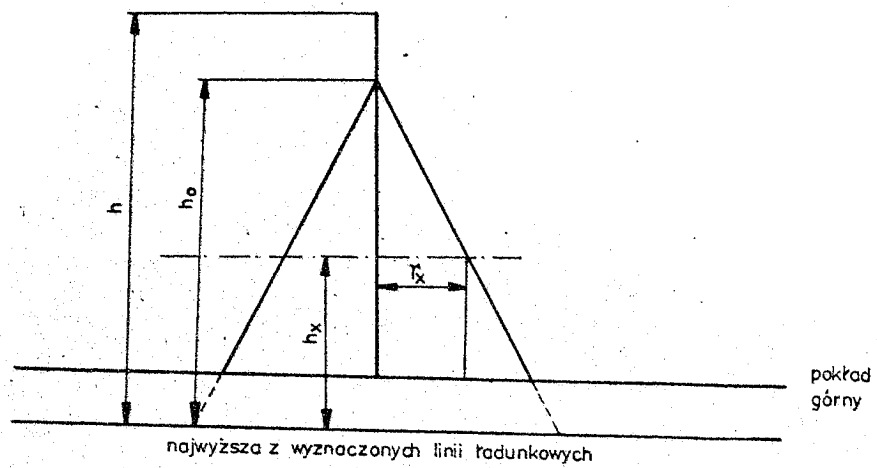
Zewnętrzne części tej strefy wyznacza się jak strefy pojedynczych zwodów pionowych, a wymiary

h_{01} , h_{02} , r_{01} , r_{02} , r_{x1} , r_{x2} oblicza się ze wzorów podanych w 2.2.

Pozostałe wymiary oblicza się następująco:

$$r_s = \frac{r_{01} + r_{02}}{2}; \quad h_s = \frac{h_{s1} + h_{s2}}{2}; \quad r_{sx} = r_s \frac{h_s - h_x}{h_s} \quad /2.4/$$

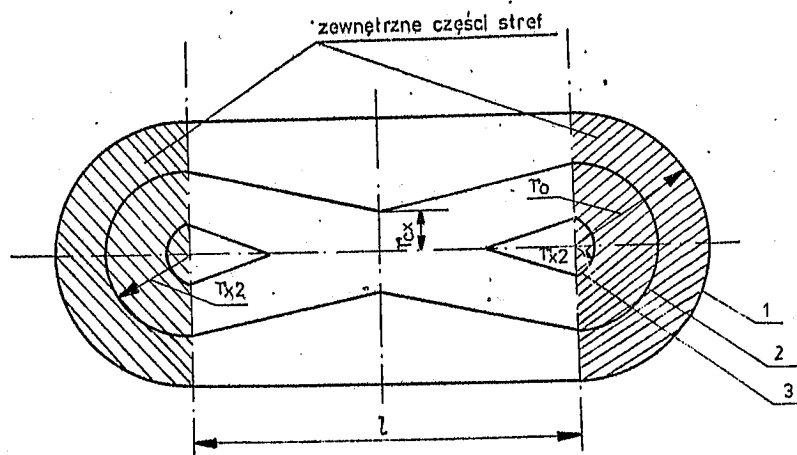
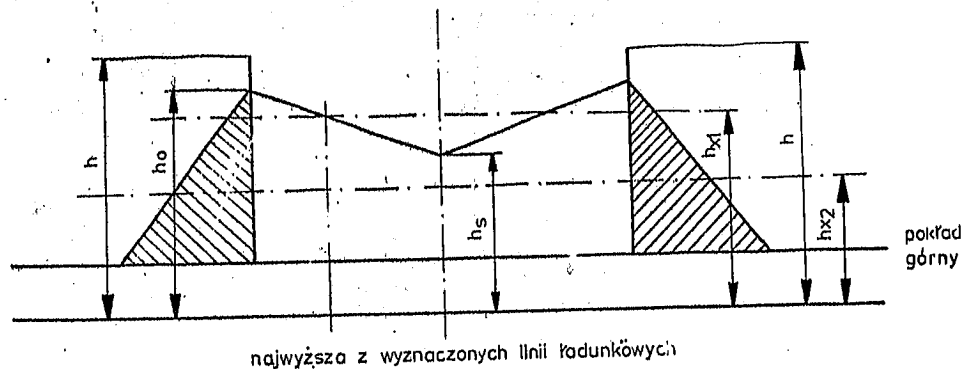
h_{s1} i h_{s2} - obliczane ze wzorów w 2.3 dla każdego zwodu.



Rys. 1 Strefa chroniona pojedynczego zwodu:

- 1 - na poziomie najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych;
- 2 - na poziomie h_x .

Rozkład stref chronionych zespołu trzech zwodów pionowych pokazano na rys. 4. /patrz str. 11/



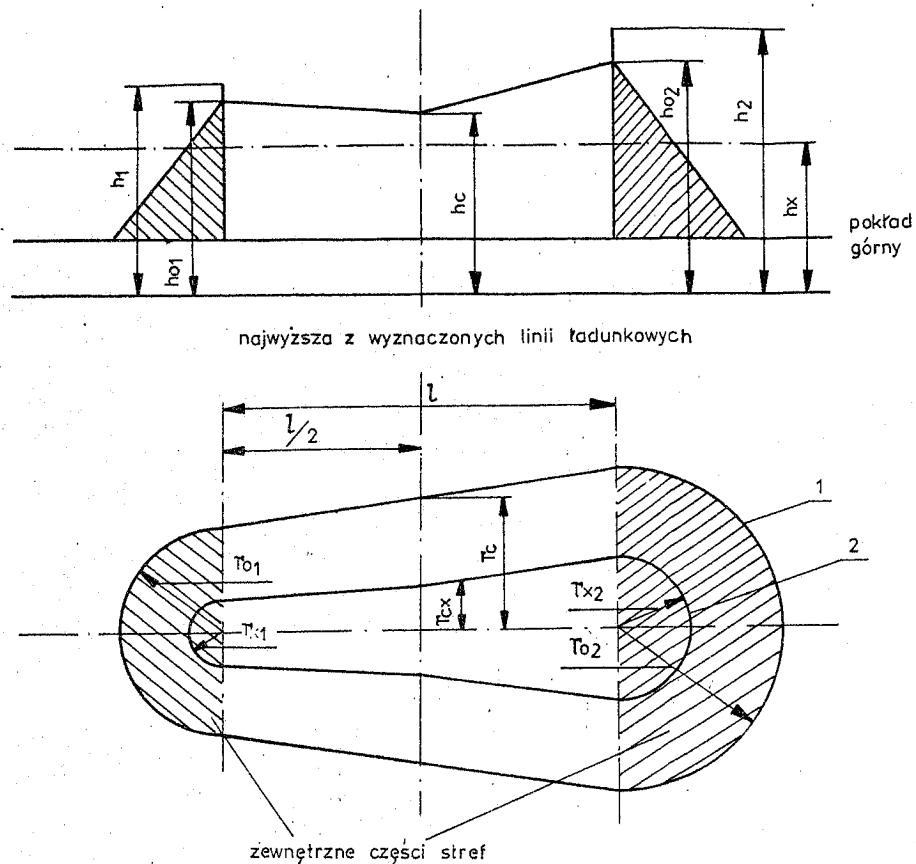
Rys. 2 Strefa ochroniona zespołu dwóch zwodów o jednakowej wysokości:
 1 - na poziomie najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych;
 2 - na poziomie h_{x2} ;
 3 - na poziomie h_x

3. PRZYKŁAD OBLICZEŃ

3.1 Rozpatrzmy tankowiec z nieograniczonym rejonem pływania i czasem eksploatacji 20 lat.
 Wymiary statku:

$\Theta = 0,7$; $L = 242,8$ m /długość/; $B = 32,2$ m /szerokość/; $h = 42,5$ m /wysokość najwyższego masztu liczona od poziomu najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych/.

3.2 Zgodnie z dokumentacją górny pokład zaliczany jest do strefy zagrożonej wybuchem i podlega ochronie odgromowej.



Rys. 3 Strefa chroniona zespołu dwóch zwodów o różnej wysokości:

- 1 - na poziomie najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych;
- 2 - na poziomie h_x

3.3 Czas przebywania statku w różnych rejonach aktywności burzowej w czasie eksploatacji nie jest dokładnie wiadomy. Zakładamy, że statek będzie przebywał 7 lat w rejonach maksymalnej aktywności burzowej, 7 lat w rejonach umiarkowanej i 6 lat w rejonach małej aktywności burzowej. W rejonach tych częstość występowania piorunów wynosi odpowiednio:

$$n_{s1} = 25 \text{ pior./km}^2 \cdot \text{rok}; \quad n_{s2} = 5 \text{ pior./km}^2 \cdot \text{rok}; \quad n_{s3} = 2 \text{ pior./km}^2 \cdot \text{rok};$$

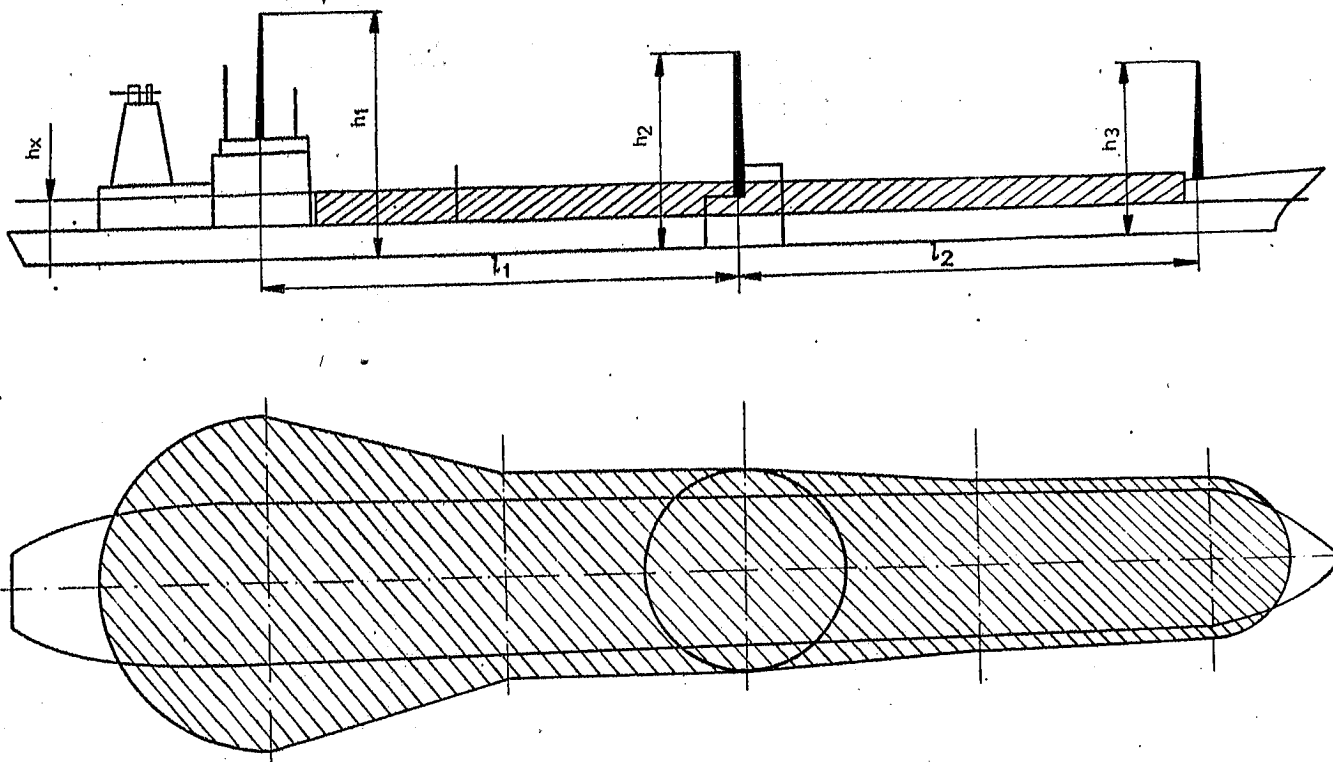
Częstość występowania piorunów w ciągu roku, przypadająca na 1 km^2 w poszczególnych rejonach kuli ziemskiej, określa się z mapy przedstawionej na rys. 5 /patrz str. 6/.

Średnia częstość występowania piorunów we wszystkich rejonach pływania statku wynosi:

$$n_{\text{ośr}} = \frac{25 \cdot 7 + 5 \cdot 7 + 2 \cdot 6}{20} = 11 \text{ pior./km}^2 \cdot \text{rok}$$

3.4 Częstość występowania piorunów przypadających na statek oblicza się ze wzoru w 1.3:

$$n_1 = 11 / 242,8 + 3 \cdot 42,5 / 32,2 + 3 \cdot 42,5 / \cdot 10^{-6} = 0,65 \text{ pior./rok}$$



Rys. 4 Wyznaczenie stref chronionych na planie ogólnym statku.

3.5 Zgodnie z 1.4 określa się wskaźnik zagrożenia piorunowego dla statku w ciągu całego czasu jego eksploatacji:

$$P_s = 1 - e^{-9,1} \approx 1$$

3.6 Wartość P_s jest większa od 0,01, co powoduje konieczność zastosowania ochrony odgromowej z uwzględnieniem charakterystyk ochronnych pionowych konstrukcji statku /np. masztów/.

3.7 Wysokość masztów liczona od najwyższej z wyznaczonych linii ładunkowych:

- $h_1 = 37 \text{ m}$ - wysokość grotmasztu,
- $h_2 = 25 \text{ m}$ - wysokość masztów ładunkowych,
- $h_3 = 21 \text{ m}$ - wysokość fokmasztu,
- $h_x = 5,4 \text{ m}$ - wysokość strefy chronionej,
- $l_1 = 70 \text{ m}$ i $l_2 = 60 \text{ m}$ - odległości między masztami.

3.8 Grotmaszt i maszty ładunkowe tworzą zespół dwóch zwodów prętowych o różnej wysokości, ponieważ odległość między nimi jest mniejsza od potrójnej wysokości niższego masztu.

$$h_{o1} = 0,85 \cdot 37 = 32,19 \text{ m}$$

$$h_{o2} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ m}$$

$$r_{o1} = /1,1 - 0,002 \cdot 37/ \cdot 37 = 37,96 \text{ m}$$

$$r_{o2} = /1,1 - 0,002 \cdot 25/ \cdot 25 = 26,25 \text{ m}$$

$$r_{x1} = /1,1 - 0,002 \cdot 37/ /37 - \frac{5,4}{0,85}/ = 30,48 \text{ m}$$

$$r_{x2} = /1,1 - 0,002 \cdot 25/ /25 - \frac{5,4}{0,85}/ = 19,58 \text{ m}$$

3.9 Pozostałe wymiary strefy oblicza się ze wzorów w 2.3, a h_{s1} i h_{s2} - ze wzoru na h_s w 2.4:

$$h_{s1} = 32,19 - /0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 37//70 - 37/ = 26,21 \text{ m}$$

$$h_{s2} = 21,25 - /0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 25//70 - 25/ = 13,26 \text{ m}$$

$$r_s = \frac{37,96 + 26,25}{2} = 51,09 \text{ m}$$

$$h_s = \frac{26,21 + 13,26}{2} = 19,73 \text{ m}$$

$$r_{sx} = \frac{19,73 - 5,4}{19,73} \cdot 51,09 = 37,12 \text{ m}$$

Na planie ogólnym statku wykreśla się strefy chronione utworzone przez konstrukcje /grot-maszt i maszty ładunkowe/ na wysokości przestrzeni wymagającej ochrony. Ponieważ strefy chronione wyżej wymienionych konstrukcji pokrywają przestrzenie wymagające ochrony odgromowej, można nie ustawiać dodatkowych zwodów.

3.10 Fokmaszt i maszt ładunkowy tworzą zespół dwóch prętowych zwodów o różnej wysokości, ponieważ odległość między nimi jest mniejsza od potrójnej wysokości niższego masztu.

$$h_{o1} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ m}$$

$$h_{o2} = 0,85 \cdot 21 = 17,85 \text{ m}$$

$$r_{o1} = /1,1 - 0,002 \cdot 25/ \cdot 25 = 26,25 \text{ m}$$

$$r_{o2} = /1,1 - 0,002 \cdot 21/ \cdot 21 = 22,22 \text{ m}$$

$$r_{x1} = /1,1 - 0,002 \cdot 25/ /25 - \frac{5,4}{0,85}/ = 19,58 \text{ m}$$

$$r_{x2} = /1,1 - 0,002 \cdot 21/ /21 - \frac{5,4}{0,85}/ = 15,49 \text{ m}$$

Pozostałe wymiary strefy chronionej oblicza się ze wzorów podanych w 2.3, a h_{s1} i h_{s2} według 2.4:

$$h_{s1} = 21,25 - /0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 25//60 - 25/ = 15,04 \text{ m}$$

$$h_{s2} = 17,85 - /0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 21//60 - 21/ = 10,97 \text{ m}$$

$$r_s = \frac{26,25 + 22,22}{2} = 24,24 \text{ m}$$

$$h_s = \frac{15,04 + 10,97}{2} = 13,01 \text{ m}$$

$$r_{sx} = \frac{13,01 - 5,4}{13,01} \cdot 24,24 = 14,18 \text{ m}$$

Na planie ogólnym statku wykreślą się strefy chronione utworzone przez konstrukcje /fok-maszt i maszt ładunkowy/ na wysokości przestrzeni wymagającej ochrony. Ponieważ strefy chronione tych konstrukcji pokrywają przestrzenie wymagające ochrony odgromowej - ustawienie dodatkowych zwodów nie jest wymagane.