

Ochrona odgromowa niewielkich obiektów pływających

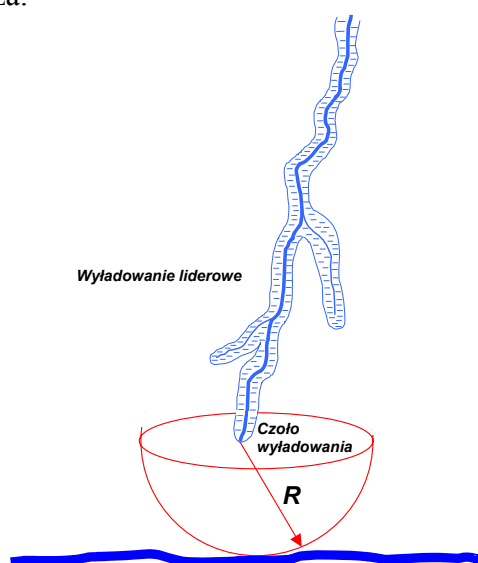
Andrzej Sowa

Obiekty pływające są często narażone na bezpośrednie wyładowania piorunowe. W przypadku dużych statków prąd piorunowy rozprzyska się w metalowych konstrukcjach i praktycznie nie powoduje szkód materialnych i nie stwarza zagrożenia dla załogi i pasażerów.

Znacznie bardziej niebezpieczne jest przebywanie w czasie burzy w niewielkich obiektach pływających (jachty żaglowe, łodzie motorowe, deski wind surfingowe).

Szczególnie niebezpieczne są obiekty, których kadłuby wykonane są z materiałów nieprzewodzących np. drewno lub włókno szklane.

Zgodnie z zasadą przedstawioną na rys.1., jeśli wyładowanie odgórne rozwinie się nad jachtem lub łodzią to najprawdopodobniej zostaną one trafione bezpośrednio, gdyż są najwyższymi obiektami na płaskiej toni jeziora lub morza.



Rys.1. Rozwój odgórnego wyładowania piorunowego

Wśród dodatkowych czynników zwiększających zagrożenie należy wymienić niską świadomość występującego zagrożenia często połączoną z brawurą załogi.

Różnorodne przykłady zagrożeń piorunowych ludzi przebywających w obiektach pływających przedstawiono na rys.2. oraz w tablicy 1.

Pewnym i niezawodnym sposobem ochrony przed porażeniem jest przewidywanie występującego zagrożenia i unikanie przebywania w czasie burzy w łodzi .

Żeglarze lub wędkarze powinni:

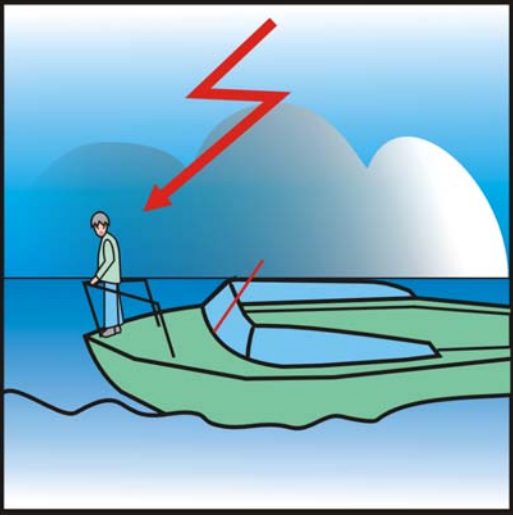

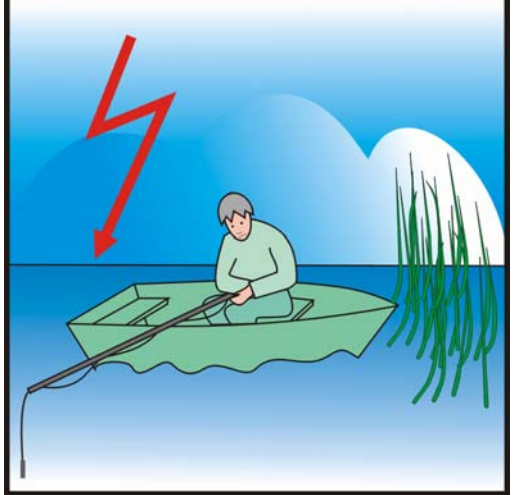
- słuchać prognoz pogody i, jeśli są zapowiedziane burze, tak planować swój pobyt na wodzie, aby była możliwość szybkiego dopłynięcia do brzegu,
- umieć rozpoznawać zmiany pogody i przewidywać wystąpienie burzy,
- reagować bezzwłocznie na odległe grzmoty.

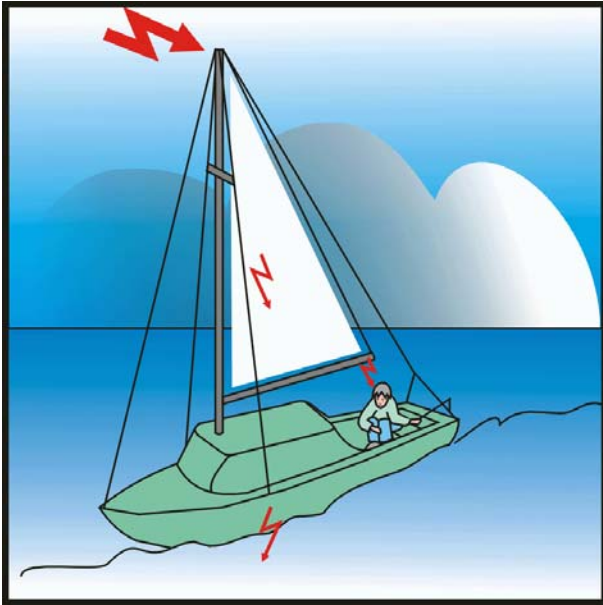
Spełnienie powyższych zaleceń nie wymaga żadnych nakładów finansowych a gwarantuje bezpieczny pobyt na wodzie.

Jeśli nie jesteśmy w stanie wykluczyć przypadków zaskoczenia i konieczności przebywania na wodzie w podczas burzy to należy zastosować odpowiednie środki ochrony odgromowej.

Ich zastosowanie nie zapewni ochrony obiektów pływających przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym ale stworzy warunki do bezpiecznego odprowadzenia prądu piorunowego do wody.

Tablica 1. Przykładowe zagrożenia występujące podczas burzy

Przykłady zagrożenia	Opis zagrożenia
	<p style="text-align: center;">Przykłady zagrożeń na akwenach wodnych</p> <p>Przykład 1 - łódź motorowa - wylądowanie może nastąpić np. w maszt antenowy, nastąpi uszkodzenie radionadajnika, przeskok do kadłuba i jego przebicie (jeśli jest on z materiału nieprzewodzącego). Droga przepływu prądu może ulec zmianie jeśli w jej sąsiedztwie znajduje się członek załogi do którego może nastąpić przeskok iskrowy. I część piorunowego popłynie przez człowieka.</p>
	<p>Przykład 2 – łódź motorowa – osoby znajdujące się w łodzi mogą być narażone na bezpośrednie wylądowanie (jeśli są najwyższym punktem w okolicy).</p> <p>Przykład 3 – jacht żaglowy - wylądowanie w maszt. Jeśli osoby znajdujące się na jachcie nastąpić do nich przeskok. Część prądu piorunowego popłynie przez ludzi.</p>
	<p>Przykład 4. - wędkarz łowiący z łodzi może być jako najwyższy punkt bezpośrednio trafiony przez piorun. Dodatkowym czynnikiem zwiększającym zagrożenie są wędkie aluminiowe, grafitowe lub z włókna węglowego, które są najczęściej trzymane przez wędkarzy.</p> <p>Przykład 5. Amator „wind surfing”, którego żagiel może być najwyższym punktem w danej okolicy i stanowić cel bezpośredniego wylądowania piorunowego.</p>



Rys.2. Przykład zagrożeń podczas trafienia w jacht

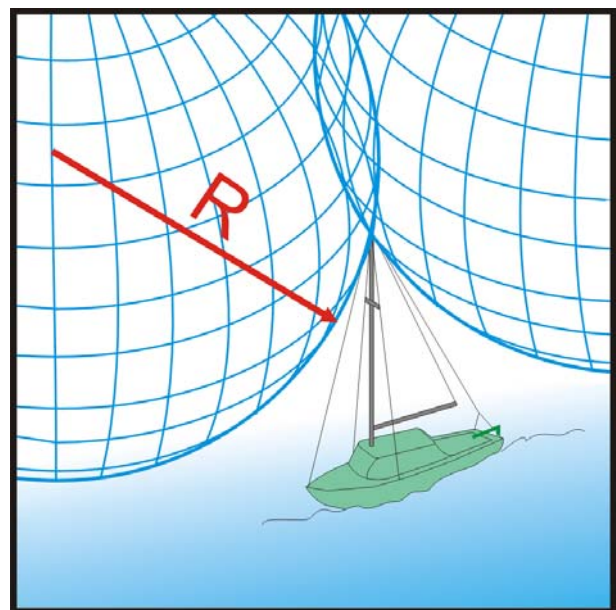
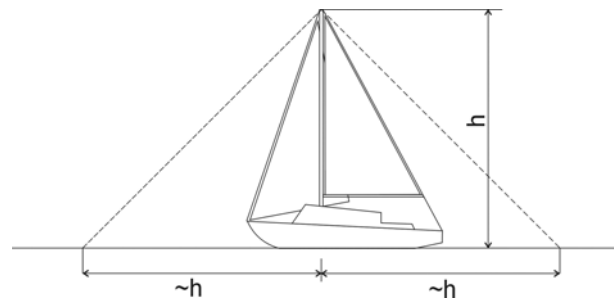
Poniżej, wykorzystując wskazówki zawarte w normie międzynarodowej **ISO 10134** oraz w zaleceniach amerykańskich [10, 11] zestawiono podstawowe zasady tworzenia systemów ochrony ogromowej jachtów żaglowych oraz łodzi motorowych.

1. W obiektach pływających podstawową rolę odgrywają maszty, które są wykorzystywane jako zwody pionowe do tworzenia stref osłonowych oraz do odprowadzania prądu piorunowego.
2. Maszty wykonane ze stopów aluminium lub rur stalowych należy połączyć z przewodzącymi elementami konstrukcji jachtu (kil, miecz lub dodatkowa przewodząca płaszczyna) zanurzonymi w wodzie.
3. W przypadku masztu drewnianego lub wykonanego z tworzyw sztucznych należy zastosować dodatkowy przewód odgromowy np. miedziany o średnicy 6 – 8 mm który:
 - biegnie wzdłuż masztu i jest pewnie do niego przymocowany,
 - wystaje ok. 150 mm ponad maszt,
 - jest połączony z metalowymi linami naciągowymi,

- jest połączony z przewodzącymi elementami konstrukcji jachtu zanurzonymi w wodzie (patrz punkt 2.).

4. Maszty tworzą strefę osłonową o kącie 45° jeśli ich wysokość nie przekracza 15m ponad poziom wody (rys.3a).

a)



Rys.3. Przykłady wyznaczanie stref osłonowych tworzonych przez maszt [9] ,

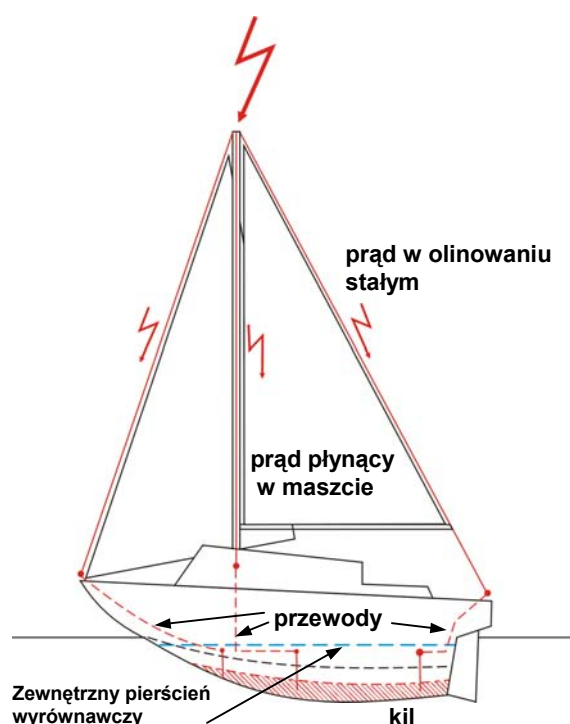
- a) dla jachtów o wysokości masztu do 15m,
 - b) w przypadku masztów o wysokości ponad 15m
5. Jeśli wysokość masztu przekracza 15m to strefy osłonowe należy wyznaczyć wykorzystując zasadę toczącej się strefy o promieniu 30m (rys. 3b).
 6. Do odprowadzenia prądów piorunowych należy wykorzystać również olinowanie

stałe (metalowe liny naciągowe), które podobnie jak maszt należy połączyć (np. połączenia wewnątrz łodzi) z przewodzącymi elementami konstrukcji jachtu zanurzonymi w wodzie.

7. Powierzchnia styku metalowej powierzchni jachtu (kil, miecz lub dodatkowa przewodząca płaszczyzna zamontowana specjalnie na kadłubie do odprowadzania prądu piorunowego do wody) z wodą powinna mieć wymiary:

- ok. **500 cm²** w przypadku wody morskiej,
- ok. **5 000 cm²** w przypadku łodzi pływających w wodach słodkich.

Pojawiają się również zalecenia [9] określające powierzchnię styku na ok. **1000 cm²** bez podziału na jachty morskie i śródlądowe.



Rys.4. Przykładowe rozwiązanie instalacji piorunochronnej jachtu żaglowego

8. W przypadku jachtów morskich odprowadzenie prądów piorunowych do wody (przy wykorzystaniu np. kilu) nie powinno spowodować dużych różnic potencjałów

w wodzie w sąsiedztwie łodzi. Wynika to z faktu stosunkowo niewielkiej rezystywności wody morskiej – przeciętnie ok. 1 Ω m.

9. Rezystywność wody słodkiej (jeziora, stawy, rzeki) wynosi ok. 30 – 70 Ω m. Może to spowodować znaczne różnice potencjałów dookoła łodzi i przebiecie kadłuba (np. przeskoki iskrowe pomiędzy wewnętrznymi metalowymi elementami w łodzi a wodą). Ochronę przed tego rodzaju zjawiskiem zapewnia zewnętrzny przewód lub taśma (np. miedziane o przekroju do 50 mm²) wyrównywania potencjałów umieszczona na zewnętrznej części kadłuba dookoła łodzi poniżej linii wodnej. Optymalnym rozwiązaniem jest montaż tego przewodu przez producenta łodzi.

10. Zapewnienie ochrony wewnętrznej łodzi wymaga, w chwili przepływu prądu piorunowego, wyrównania potencjałów silnika, prądnicy, elementów instalacji elektrycznej, nadajnika. Aby to osiągnąć należy połączyć przy pomocy iskierników wymienione elementy wyposażenia łodzi z kilem (mieczem) lub innymi częściami instalacji piorunochronnej.

11. W niewielkich łodziach (nie posiadających metalowego miecza) maszt i końcówki przewodzących lin naciagowych mocowanych na pokładzie powinny być połączone z wodą. Do tego celu można wykorzystać przewody miedziane zanurzone w wodzie na głębokość ok. 1,5m. Pomimo takiej ochrony żeglowanie w małych łodziach jest bardzo niebezpieczne, gdyż członkom załogi trudno zachować bezpieczne odległości od masztu i lin odprowadzających prąd piorunowy.

12. Materiały stosowane do tworzenia instalacji piorunochronnej powinny być odporne na korozję.

13. W łodziach motorowych maszt antenowy może być wykorzystany jako zwód piorunowy jeśli jego konstrukcja wytrzyma przepływ prądu piorunowego oraz radiostacja będzie odpowiednio zabezpieczona przed przepięciami.

14. Należy stwierdzić, że zagrożenie osób przebywających w łodzi jest wypadkową budowy łodzi oraz zachowań przebywających w niej ludzi. Stworzenie na jachcie lub łodzi motorowej warunków do odprowadzania prądów piorunowych nie zwalnia załogi od zachowania podstawowych zasad bezpieczeństwa. Należy:

- starać się przebywać w strefie osłonowej masztu i lin naciągowych,
- pozostawać w środku kabiny (jeśli taka jest),
- nie moczyć rąk i nóg w wodzie,
- nie dotykać metalowych elementów łodzi, które są wykorzystywane do odprowadzania prądu piorunowego (szczególnie groźne jest jednoczesne dotknięcie dwu przewodzących elementów),
- nie chować masztu antenowego lub anteny, jeśli są one wykorzystywane w systemie ochrony odgromowej,
- wyłączyć i nie używać radiostacji i innych urządzeń elektrycznych i elektronicznych wyposażenia jachtu lub łodzi.

15. Wskazane jest, aby co najmniej jeden z członków załogi był w stanie udzielić pierwszej pomocy w przypadku porażenia.

16. Jeśli nastąpiło bezpośrednie wyładowanie piorunowe w obiekt pływający należy sprawdzić czy uszkodzeniu nie uległ kompas oraz inne urządzenia elektryczne i elektroniczne łodzi.

17. Ponownie można wypłynąć, jeśli od ostatniego słyszalnego grzmotu upłynęło ok. 30 minut.

Powyższe uwagi świadczą o tym, że każdy obiekt pływający można zaopatrzyć w prosty system ochrony odgromowej. Optymalnym rozwiązaniem, wymagającym jedynie symbolicznych nakładów finansowych, jest jego wykonanie w czasie budowy łodzi.

Dodatkowo należy zauważyć, że właściciel lub użytkownik obiektu pływającego wyposażonego w instalację piorunochronną powinien przestrzegać zasad jej oględzin i konserwacji.

Literatura

- [1] Flisowski Z. : Trendy rozwojowe ochrony odgromowej budowli. Część 1. Wyładowania piorunowe jako źródło zagrożenia. PWN 1986.
- [2] Hasse P.: History of Lightning Protection. IEC-TC 81 Memorial Lecture Meeting. IEIE of Japan, 28th June 1988.
- [3] Hasse P., Wiesinger J.: Handbuch für Blitzschutz und Erdung. Pflaum Verlag Munchen 1989.
- [4] Kikagawa W.: Safety guide against lightning hazards. 20th International Conference on Lightning Protection, Interlaken 1990.
- [5] Lundquist S.: lightning and Sailboats. 18th International Conference on Lightning Protection, Munich 1985.
- [6] Szpor. S. Ochrona odgromowa. Tom 3. Piorunochrony. WNT 1978.
- [7] Wie kann man sich gegen Blitzeinwirkungen schützen. Ausschluss Blitzschutz und Blitzforschung (ABB) des VDE.
- [8] Leben mit Blitzen. Wydawnictwo DEHN + SOHNE.
- [9] ISO 10134: *Small craft – Electrical devices – Lightning protection*. 1993.03.01.
- [10] *Standard and Recommendation Practices for Small Craft. Standard E-4, Lightning Protection*. American Boat and Yacht Council, P.O. Box 806, Amityville, NY 11701.
- [11] National Fire Codes. *Lightning Protection Code – NFPA 78; Fire Protection Standard for Motor Craft – NFPA 302, 14*. National Fire Protection Association, Batterymach Park, Quincy, MA, 02269.
- [12] IEC 61024-1. *Protection of structures against lightning. Part 1. General principles*.
- [13] IEC 61213-1. *Protection against lightning electromagnetic impulse. Part 1. General principles*.