

ochrona odgromowa i przepięciowa jachtów

Krzysztof Wincencik – DEHN POLSKA Sp. z o.o.

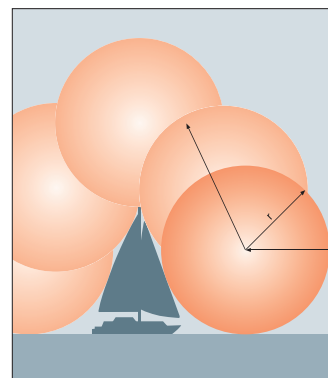
Zima – choć niezbyt mroźna w tym roku – chyli się ku końcowi, a z nadchodzącym ociepleniem właściciele łodzi i jachtów powoli przygotowują się do nowego sezonu żeglarskiego. Warto by było, aby pamiętali oni nie tylko o sprawdzeniu szczelności kadłuba, stanu żagli czy stabilności mocowań elementów metalowych, ale poświęcili także uwagę ochronie odgromowej swoich jednostek pływających.

Jachty są narażone na wyładowania atmosferyczne zarówno podczas żeglugi, zakotwiczenia przy pomocy, jak i na lądzie (np. postój w suchym doku). Prawdopodobieństwo trafienia pioruna jest zależne od gęstości doziemnych wyładowań piorunowych N_g w miejscu pobytu jachtu. Parametr ten wskazuje, ile na danym terenie występuje wyładowań atmosferycznych na km^2 w ciągu roku. Zagrożenie na wodzie jest tym większe, im bardziej jacht zbliża się do wód okołorównikowych. Ogólnie przyjmuje się, że gęstość doziemnych wyładowań piorunowych na lądzie (przy zakotwiczeniu) jest bardzo często większa niż na morzu.

Jeżeli piorun uderzy w maszt jachtu, prąd piorunowy przepłynie po maszcie aż do pokładu. Po maszcie poprowadzone są zazwyczaj rozmaite kable, np. do świateł pozycyjnych, anteny radiowej lub wiatromierza. Po kablach prąd piorunowy dostaje się do wnętrza łodzi i rozplywa po całej pokładowej sieci okablowania, z której zasilane są np. echosonda czy log. Może to doprowadzić do uszkodzenia tych urządzeń, a w konsekwencji – do wnikania wody do wnętrza jachtu, ponieważ znajdują się one poniżej linii wody. O ile na morzu łatwo zauważyć wnikanie wody do wnętrza jachtu i zapobiec temu szkodliwemu zjawisku, o tyle podczas zimowania łodzi przy pomo-

ście pozostaje ono najczęściej niezauważone, co może doprowadzić do zatonięcia jachtu.

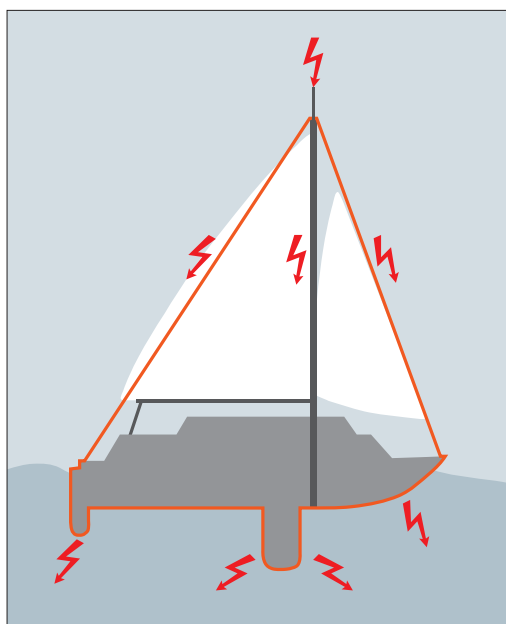
Do ustalenia potencjalnych miejsc uderzenia pioruna stosuje się model elektro-geometryczny (metoda toczonej kuli). Opisuje on nadchodzące wyładowanie piorunowe (środek kuli), które uderza w obiekt z pewnej odległości (promień kuli). Im mniejszy promień zostanie wybrany, tym efektywniej przechwytywane są wyładowania atmosferyczne. W normach ochrony odgromowej różne długości promienia r zostały przyporządkowane do odpowiednich klas LPS I do IV. Najwyższy stopień ochrony przed wyładowaniem atmosferycznym osiąga się, stosując I kla-



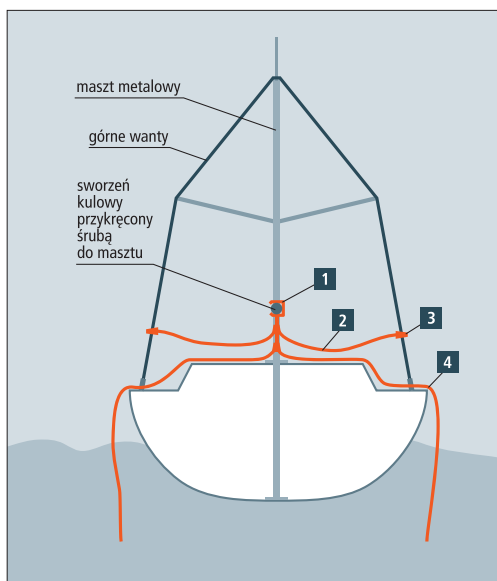
Rys. 1. Ocena zagrożenia jachtu wyładowaniem atmosferycznym za pomocą metody toczonej kuli dla LPS klasy III

sę ochrony odgromowej (LPL I). W tej klasie ochrony urządzenie piorunochronne bezpiecznie przejmuje 99% wszystkich wyładowań o prądzie udarowym mniejszym niż 200 kA i większym niż 3 kA.

W przypadku jachtów często stosuje się III klasę ochrony (LPL III) (patrz przykład na **rysunku 1**). Za pomocą kuli piorunowej można oszacować ryzyko trafienia pioruna w maszt. Poniższe wytyczne dotyczą także jachtów wielomasztowych. Wszystkie miejsca styku kuli piorunowej z powierzchnią jachtu są potencjalnymi miejscami uderzenia pioruna i powinny być one chronione.



Rys. 2. Rozpływ prądu piorunowego po konstrukcji jachtu w następstwie uderzenia pioruna w maszt



Rys. 3. Przenośna ochrona odgromowa jachtu z masztem metalowym, gdzie: 1 – zacisk uziemiający, 2 – wielobiegunowy kabel uziemiający, 3 – cęgi uziemiające, 4 – pleciona taśma miedziana

ochrona odgromowa

Przystępując do wyboru środków ochrony odgromowej, należy ustalić, czy maszt/kadłub jachtu wykonany jest z metalu, czy też materiału niebędącego metalem.

jachty metalowe

Jeżeli kadłub jachtu jest wykonany z metalu i z masztem połączonym bezpośrednio (w sposób zapewniający ciągłość galwaniczną), nie jest konieczne stosowanie żadnych innych środków służących do odprowadzania prądu piorunowego. W momencie ewentualnego uderzenia pioruna w maszt takiego jachtu duża część prądu piorunowego odprowadzona zostanie do wody poprzez maszt, zaś cząstkowe prądy piorunowe – poprzez sztagi do kadłuba/kila i stamtąd do wody (rys. 2).

jachty wykonane z materiałów niebędących metalem

Jeżeli mamy do czynienia z jachtem drewnianym lub wykonanym z GRP (tworzywo sztuczne wzmocnione włóknem szklanym), konieczne są dodatkowe środki ochrony odgromowej.

Jeżeli maszt jest wykonany np. z drewna, konieczne jest zastosowanie zwodu o minimalnej grubości 12 mm wystającego przynajmniej 300 mm ponad maszt. Niezbędne przewody odprowadzające biegnące od masztu w dół mogą być wykonane z miedzi, a ich przekrój powinien wynosić przynajmniej 70 mm². Przewody odprowadzające muszą być poprowadzone w obszarze zewnętrznym jachtu i połączone z płytą uziemiającą. Płyta uziemiająca powinna mieć powierzchnię min. 0,25 m² i być wykonana także z miedzi lub innego materiału wykazującego odporność na oddziaływanie wody morskiej. W przypadku jachtów o większych rozmiarach może dochodzić do sytuacji, że do celów ochrony odgromowej i instalacji zasilania elektrycznego zastosowane zostaną różne płyty uziemiające. W takiej sytuacji konieczne jest w celu zapobiegania przeskokom zachowanie odpowiedniego odstępu między nimi.

Jeżeli dojdzie do uderzenia pioruna w zwód zamocowany na masz-

cie nieprzewodzącym, prądy piorunowe muszą być odprowadzone do płyty uziemiającej płynąc przez przewód odprowadzający oraz dodatkowo przez wanty, sztagi i podwiewia. Aby warunek ten był spełniony, maszt, wanty, sztagi i podwiewie muszą być połączone z płytą uziemiającą. Połączenia te realizuje się za pomocą materiału o przekroju minimalnym wynoszącym dla miedzi 16 mm². Wszystkie połączenia, przez które ma płynąć prąd piorunowy, muszą być wykonane wyłącznie poprzez ześrubowanie, nitowanie lub spawanie.

przenośna ochrona odgromowa dla jachtu z masztem metalowym

Przenośna ochrona odgromowa jest tania i łatwa w montażu. Wykorzystywana jest bardzo chętnie przede wszystkim przez osoby okazjnie czarterujące jachty. Podstawą tego rodzaju ochrony jest zaopatrzenie masztu aluminiowego w jego dolnej części w sworznię kulisty, który będzie później wykorzystywany jako element LPS. Do sworzni należy przykręcić zacisk odporny na przepływ prądu pioruna połączony z dwoma kolejnymi zaciskami i dwoma kilkumetrowymi odcinkami plecionej taśmy miedzianej. Zaciski łączy się z górnymi wantami, aby wykorzystać je jako przewody odprowadzające. Wolne końce obu plecionych taśm miedzianych powinny być zanurzone w wodzie na głębokość przynajmniej 1,5 m (rys. 3).

Wszystkie elementy i połączenia muszą być wykonane z materiałów wytrzymałych na prąd piorunowy i odpornych na korozję. Tego typu środek ochronny można bardzo szybko zastosować w momencie, gdy nadciąga burza. Zapewnia on pewien stopień ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi. Ciężko jest stwierdzić z całą pewnością, jak dalece skuteczna jest przenośna ochrona odgromowa jachtów, ponieważ nie zachowuje ona wymogów normatywnych

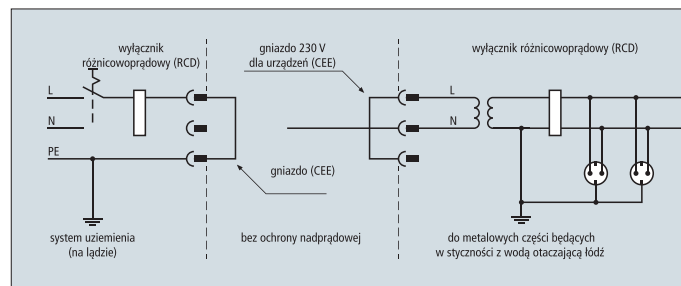
w zakresie wyrównania potencjałów (ochrona ludzi), odstępów izolacyjnych, itd. Można wyjść jedynie z założenia, że ochrona taka zapobiegnie powstaniu szkód piorunowych, np. perforacji kadłuba, ponieważ największa część prądu piorunowego zostanie odprowadzona przez plecione taśmy miedziane do wody. Z tego powodu preferuje się rozwiązanie z urządzeniem piorunochronnym zainstalowanym na stałe.

instalacja zasilająca

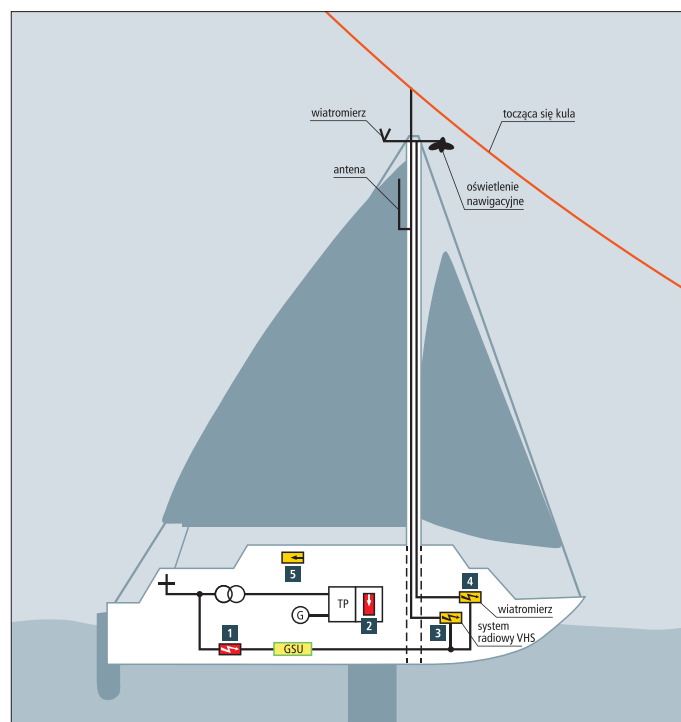
Norma IEC 60364-7-709 (HD 60364-7-709) (przystanie oraz podobne lokalizacje) opisuje szczególne wymagania w stosunku do obwodów zasilania (energia elektryczna dostarczana

z łądu) wodnych pojazdów sportowych i łodzi mieszkalnych zasilanych przez publicznych operatorów sieci energetycznej. Pod pojęciem wodnych pojazdów sportowych rozumie się łodzie, statki, jachty, barki motorowe i łodzie mieszkalne, użytkowane jedynie w celach sportowo-rekreacyjnych.

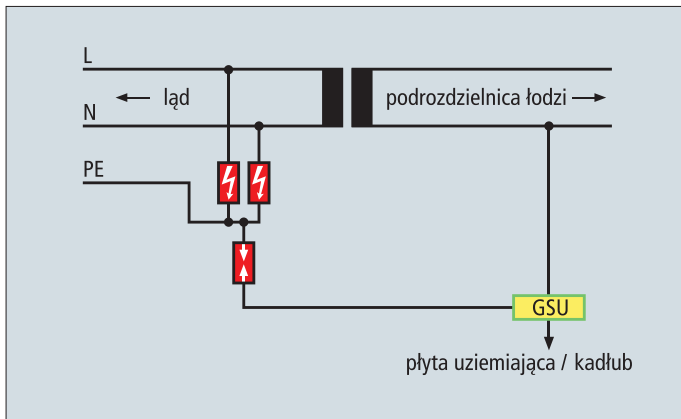
Przytoczone informacje odnoszą się wyłącznie do zasilania jednofazowym prądem przemiennym z sieci 230 V/50 Hz (w zmodyfikowanej formie można je zastosować do zasilania prądem trójfazowym). Zastosowane w tym przypadku złącza do 63 A muszą odpowiadać zapisom normy IEC 60309-2 (EN 60309-2) (gniazda i wtyczki przemysłowe CEE, niebieskie).



Rys. 4. Zapobieganie korozji poprzez zastosowanie transformatora separecyjnego



Rys. 5. Podstawowa ochrona przepięciowa jachtu (należy uwzględnić dane techniczne producenta urządzeń ochrony przepięciowej), gdzie: 1, 3, 4 – SPD kombinowany typu 1, 2, 5 – SPD typu 2



Rys. 6. Schemat nabrzeżnej instalacji zasilającej z odpornym na prąd piorunowy kombinowanym ogranicznikiem przepięć typu 1

Z punktu widzenia ochrony przeciwkorozyjnej nie należy łączyć przewodu ochronnego zasilania energetycznego (zasilanie z lądu) z uziemionymi częściami metalowymi statku wodnego. Przewód ochronny zasilania z lądu nie jest wymagany jako środek ochrony przed porażeniem elektrycznym na jachcie. Ochronę przed porażeniem zapewnia znajdujący się na jachcie transformator separacyjny w połączeniu z wyłącznikiem różnicowoprądowym (rys. 4).

wyrównanie potencjałów

W przypadku jachtów obowiązuje ogólna zasada, że wszystkie przewody ochronne elektroniki pokładowej i wszystkie części metalowe muszą być przyłączone do tego samego systemu wyrównania potencjałów/uziemienia instalacji zasilającej. Zastosowanie takiego środka ochrony zapobiega powstawaniu niebezpiecznego napięcia dotykowego oraz przeskoków iskrowych. Przewody służące do ochronnego wyrównania potencjałów, które nie przewodzą prądu piorunowego, powinny mieć przekrój miedziany minimalny 6 mm². Należy stosować przewody giętkie o budowie jedno-, wielo- lub cienkożyłowej. Z racji występujących drgań i wibracji preferuje się zastosowanie przewodów cienkożyłowych. Należy przy tym zwrócić uwagę, że z powodu środowiska o zwiększonym zagrożeniu korozyjnym (zawartość soli, wilgoć) oraz

występujących zjawisk kapilarnych może dochodzić do uszkodzeń przewodów. Dlatego zakończenia przewodów cienkożyłowych w końcówkach kablowych należy zabezpieczyć koszulkami termokurczliwymi.

ochrona przed przepięciami

Kombinowany ogranicznik przepięć typu 1 instalowany bezpośrednio w miejscu wejścia zasilania sieciowego jest jednym z najważniejszych środków ochrony (rys. 5). Konieczność zainstalowania tego rodzaju ogranicznika zostanie przedstawiona na przykładzie dwóch przypadków zagrożenia opisanych poniżej.

Jeżeli piorun uderzy w zwód lub metalowy maszt jachtu zacumowanego przy pomoście i zasilanego napięciem z lądu, wzrasta potencjał tego jachtu względem przyłącza zasilającego jacht. Część prądu piorunowego zostanie odprowadzona poprzez wodę i – w zależności od jej przewodności – dojdzie do przebiecia do kabla zasilającego jacht energią elektryczną z lądu. Taki przeskok prowadzi nie tylko do uszkodzenia instalacji kablowej i urządzeń wewnątrz jachtu, ale także stwarza zagrożenie pożarowe. W przypadku jachtów zacumowanych przy pomostach i zasilanych napięciem sieciowym o wiele bardziej prawdopodobne jest jednak zagrożenie uderzeniem pioruna dochodzącym od

strony lądu. W takim wypadku prąd piorunowy popłynie w kierunku jachtu i spowoduje na nim opisane wcześniej szkody.

W przypadku zastosowania opisanego wyżej ogranicznika kombinowanego typu 1 należy zwrócić uwagę, aby przyłączenie instalacji uziemiającej / wyrównania potencjałów łodzi do przewodu ochronnego nabrzeżnej instalacji zasilającej nie powodowało korozji. Przedstawiony wariant połączeniowy uwzględnia zmianę polaryzacji (L, N) mającą miejsce w przypadku zasilania z gniazd typu „schuko” (niezgodne ze standardem, ale ciągle spotykane). W takich przypadkach zarówno przewód zewnętrzny (L), jak i przewód neutralny (N) są przyłączone do przyłączy L i N zasilania pokładowego bez zabezpieczenia przed zmianą polaryzacji. Zwiększony napięciowy poziom ochrony jest wystarczający dla wytrzymałości napięciowej uzwojenia pierwotnego.

Niezależnie od tego, czy mamy do czynienia z jachtem metalowym czy wykonanym z materiałów niemetalowych, istnieje niebezpieczeństwo uderzenia pioruna w umieszczoną na maszcie antenę radiową, wiatromierz, itp., co pociągałoby za sobą uszkodzenie tych urządzeń oraz występujących za nimi innych urządzeń radiowych i pomiarowych. Jeżeli wymienione urządzenia zostaną zlokalizowane w obszarze niezagrażonym wyładowaniem atmosferycznym (iglica odgromowa zamontowana na maszcie), nie powstaje niebezpieczeństwo bezpośredniego uderzenia pioruna w te elementy. Możliwe połączenie ochronne przedstawia rysunek 5.

Należy brać pod uwagę także oddziaływanie spowodowane przepięciami indukowanymi oraz łączeniowymi, powstającymi na skutek pracy generatorów pokładowych i systemów bezprzewodowego zasilania (UPS). W tych przypadkach zaleca się zastosowanie ograniczników przepięć typu 2 w rozdzielnicach elektrycznej (rys. 6).

ochrona ludzi

Opisane środki wyrównania potencjału dla wszystkich przyłączy wymienionych w sekcji „Wyrównanie potencjałów” redukują zagrożenie dla ludzi na pokładzie jachtu. Dlatego w przypadku burzy ludzie:

- nie powinni pozostawać na pokładzie, gdzie z racji występowania mokrych nawierzchni może dochodzić do powstawania różnicy potencjałów, stwarzającej zagrożenie w połączeniu z mokrą skórą;
- nie powinni dotykać want, prętów i innych przedmiotów metalowych;
- powinni regularnie dokonywać przeglądu urządzenia piorunochronnego, nie zaś dopiero w momencie pojawienia się burzy; istotna jest przy tym kontrola, czy wyrównanie potencjałów, tzn. połączenie wszystkich metalowych urządzeń przewodzących na pokładzie z urządzeniem piorunochronnym, jest sprawne i działa prawidłowo.

literatura

1. M. Hermann, Blitzschutz für Yachten (Ochrona odgromowa jachtów), Palstek Verlag, Hamburg 2011.
2. Blitzschutz auf Yachten, <https://www.vde.com/de/blitzschutz/infos/blitzschutz-im-freien-in-freizeit-beim-sport/yachten>

reklama



DEHN Polska Sp. z o.o.
02-675 Warszawa
ul. Wołoska 16
tel. 22 299 60 40 do 41
info@dehn.pl
www.dehn.pl