

Jacht żaglowy - skąd wziąć prąd w żegludze dalekomorskiej?

Opracował

Grzegorz Gielas



Budowa Jachtu Żaglowego

- **Część nawodna:**

pokład, kokpit, maszt lub maszty, olinowanie stałe, zejściówka, kotwica + winda kotwiczna

- **Część podwodna mokra:**

pletwa sterowa, śruba, kil (balast), ster strumieniowy

- **Część podwodna sucha:**

mesa (gościńna), koje, kambuz (kuchnia), wc



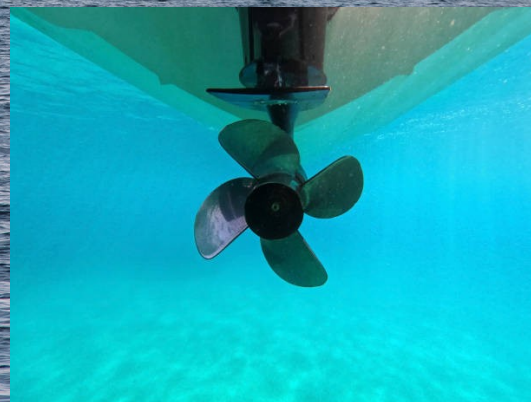
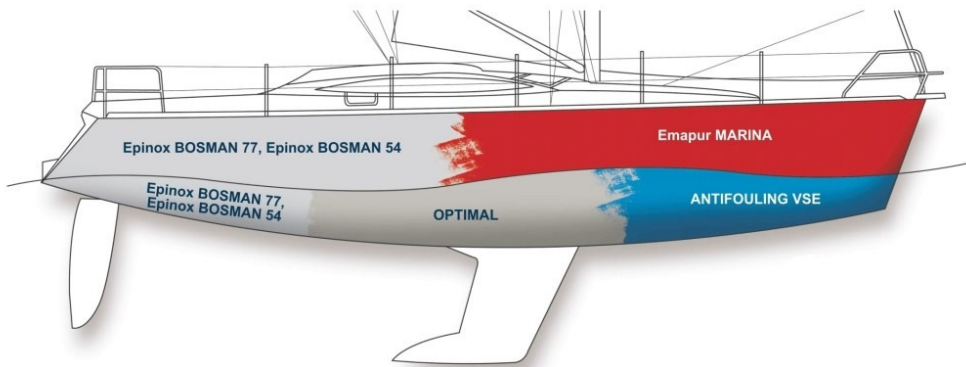
Budowa Jachtu Żaglowego – Część Nawodna



Budowa Jachtu Żaglowego – Część Nawodna



Budowa Jachtu Żaglowego – Część Podwodna



Budowa Jachtu Żaglowego – Część Podwodna c.d

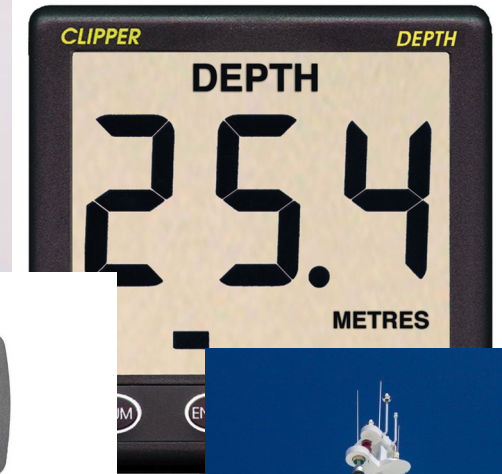


Jacht Żaglowy – Nocna Żegluga

Nocne żeglowanie stawia przed jachtami szereg wymagań i jacht musi być odpowiednio przygotowany. Oprócz spełnienia wymogów bezpieczeństwa, znajomości przepisów, odpowiednio przeszkolonej i ubranej załogi jacht musi posiadać odpowiednie oświetlenie. Dodatkowo większość jachtów wyposażona jest w silnik potrzebny do napędzania śruby oraz współczesne jachty posiadają ster bądź stery strumieniowe. Te wszystkie elementy wymagają zasilania w prąd elektryczny.

Jacht Żaglowy – Żegluga

- Echosonda
- Wskaźnik kierunku i siły wiatru
- GPS, nawigacja, autopilot, radar
- Systemy wczesnego ostrzegania (AIS)
- Kompas i radiostacja



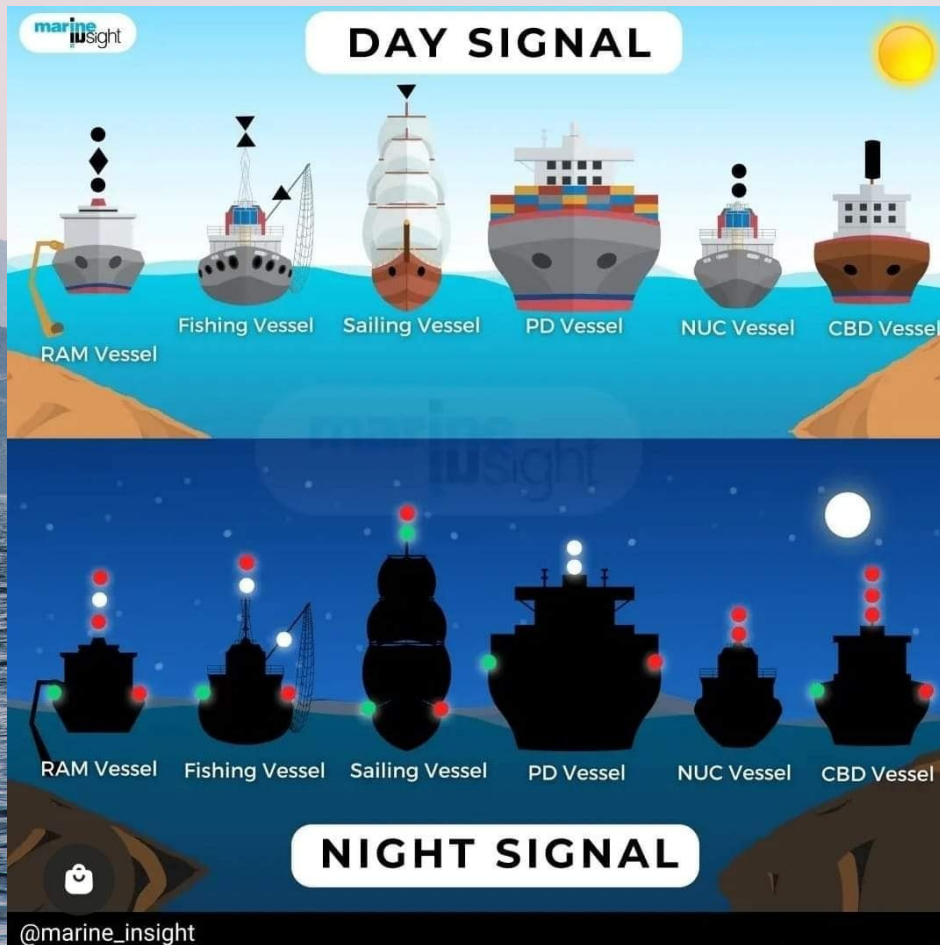
Jacht Żaglowy – Oświetlenie

Oświetlenie nawigacyjne jachtu:

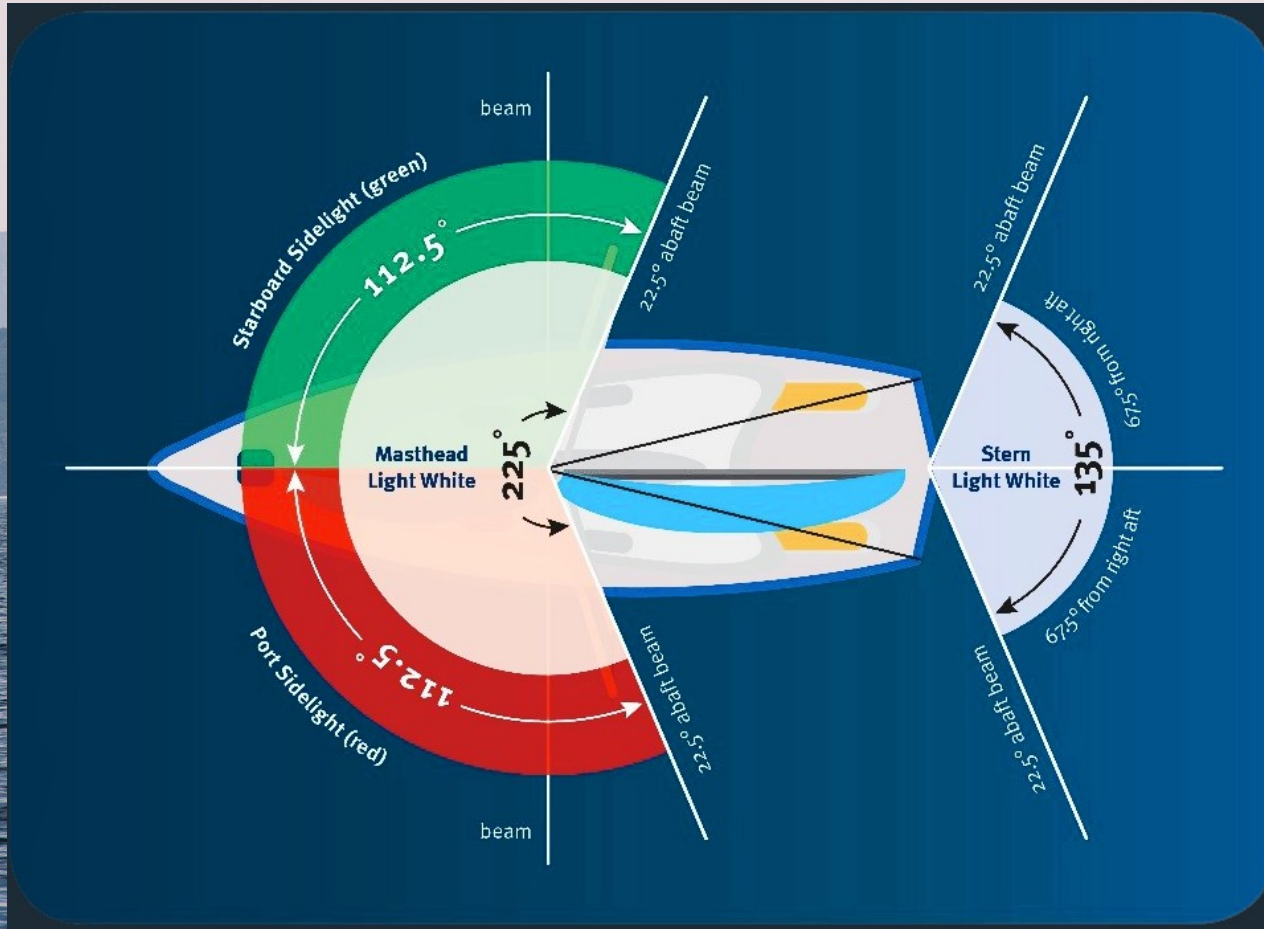
- światła prawej i lewej burty (zielone i czerwone światło)
- światło topowe/masztowe lub trójsektorowe
- oświetlenie pokładu
- światło silnikowe
- światło kotwiczne



Jacht Żaglowy – Oświetlenie



Jacht Żaglowy – Oświetlenie



Jacht Żaglowy – Oświetlenie



Jacht Żaglowy – Oświetlenie



Jacht Żaglowy – Pobór Mocy

Obliczanie przewodów wg zalecanego spadku napięcia

Zakłada się średnią długość przewodów dla małych odbiorów 15m

Dla większych odbiorów - odległość podawana jest precyzyjniej oraz spadek napięcia przeliczany jest do 10%

Ze względów mechanicznych na odległościach większych niż 200mm nie zaleca się stosować mniejszych przewodów niż $2,5\text{mm}^2$

Dla obwodów mniejszego znaczenia - spadek obliczany do max 10%

$$S=2kPI \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$k= \text{dla } 12\text{V } 4 \times 10^{-3} \text{ i dla } 24\text{V } 1 \times 10^{-3}$$

P=maksymalna moc w obwodzie

l= długość przewodu

Zaleca się by wszelkie obwody pomiarowe były ekranowane celem eliminacji zakłóceń elektromagnetycznych zarówno w obwodach pomiarowych jak i elektronice nawigacyjnej.

Jacht Żaglowy – Pobór Mocy

Przykładowe zestawienie urządzeń na jachcie oraz zapotrzebowanie na energię elektryczną

Lp	Nazwa obwodu	Ilość el.	Prąd [A]	P	I	k	S	Sn
1	Waterpomp / Hydrofoor	1	15	180	4	0,004	5,76	6
2	Oświetlenie halogen 25W/12V	10	8,3	99,6	15	0,002	7,1712	**
3	Lamki kojowe - 5W	10	4,1	49,2	15	0,002	3,5424	2,5
4	Nawigacja łącznie - oświetlenie	6	2,46	29,52	10	0,004	2,3616	**
5	szperacz 55W	1	4,5	54	10	0,004	4,32	4
6	Oświetlenie nocne LED	5	0,405	4,86	15	0,004	0,5832	
7	Elektryka - styczniki, podświetlenia itp..	1	0,5	6	15	0,004	0,72	2,5
8	Automatische Pilot	1	5	60	5	0,004	2,4	2,5
9	GPS	1	0,2	2,4	3	0,004	0,0576	1,5
10	Radar	1	3	36	10	0,004	2,88	4
11	Czujniki alarmowe / SEA-FIRE	0	0	0	15	0,004	0	2,5
12	Echosonda	1	0,5	6	15	0,004	0,72	1,5
13	trymkłapy + siłowniki kłapy silnika	0	0	0	8	0,001	0	6
14	Horn	0	0	0	5	0,001	0	4
15	Log	1	0,2	2,4	15	0,004	0,288	2,5
16	Marifoon	0	0	0	15	0,004	0	
17	Kompas	2	0,04	0,48	15	0,004	0,0576	1
18	UKF 0.1/6A	1	6	72	2	0,004	1,152	2,5
19	konwenter 12 / 24 volt	0	0	0	15	0,004	0	
20	Pompy żęzowe	1	5	60	5	0,004	2,4	2,5
21	pompy wody / prysznicowa	2	10	120	10	0,004	9,6	10
22	oświetlenie podsalingowe 25W	2	2,5	30	30	0,004	7,2	
23	kontrola napełnienia zbiorników	3	0,06	0,72	15	0,004	0,0864	1,5
24	Elektrisch Toilet	2	15	180	10	0,002	8,64	10
25	wentylatory	0	0,8	9,6	15	0,004	1,152	1,5
26	lodówka - 150W	1	4	48	15	0,002	3,456	4
27	Ogrzewanie (ropa) wydajność 2kW (zasil-pompy)	1	6	72	15	0,001	2,592	4

Jacht Żaglowy – Pobór Mocy

Przykładowe zestawienie urządzeń na jachcie oraz
zapotrzebowanie na energię elektryczną – c.d.

Lp	Nazwa obwodu	Ilość el.	Prąd [A]	P	I	k	S	Sn
28	winda kotwiczna 1500W + 3,5kW ster- stumieniowy	1	330	3960	10	0,001	95,04	95
	Oświetlenie 10W/12V obwód 1	6	4,98	59,76	5	0,004	2,3904	2,5
	Oświetlenie 10W/12V obwód 2	6	4,98	59,76	5	0,004	2,3904	2,5
	Oświetlenie 10W/12V obwód 3	5	4,15	49,8	5	0,004	1,992	2,5

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów



POLSKI ZWIĄZEK
ŻEGLARSKI

PRZEPISY NADZORU, BUDOWY
I WYPOSAŻENIA JACHTÓW

ZESPÓŁ NADZORU TECHNICZNEGO
POLSKIEGO ZWIĄZKU ŻEGLARSKIEGO



Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów

PN-EN 60092-507:2015-02

EN 60092-507:2015

Instalacje elektryczne na statkach – Część 507: Małe statki

Electrical installations in ships – Part 507: Small craft

PN-EN ISO 10133:2017

EN ISO 10133:2017

**Małe statki – Systemy elektryczne – Instalacje prądu stałego
bardzo niskiego napięcia**

*Small craft – Electrical systems – Extra-low-voltage d.c.
installat*



Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów

- *Instalacja prądu stałego (max. 50V) musi być albo w pełni izolowaną instalacją dwuprzewodową lub dwuprzewodową instalacją prądu stałego z gruntem ujemnym. Kadłub nie może być wykorzystywany jako przewodnik przewodzący prąd.*
- *Montowane w silniku układy przewodów mogą wykorzystywać blok silnika jako uziemiony przewodnik.*
- *Przewód wyrównania potencjałów, jeżeli jest zainstalowany, należy podłączyć do uziemienia jednostki (ziemi), aby zminimalizować korozję prądową.*
- *Przełączniki i elementy sterujące powinny być oznaczone, aby wskazać ich przeznaczenie, chyba że przeznaczenie przełącznika jest oczywiste i jego błędne użycie nie spowoduje niebezpiecznego stanu.*
- *U źródła zasilania należy zapewnić urządzenia ochronne, takie jak wyłączniki lub bezpieczniki, np. tablica rozdzielcza, aby przerwać prąd przeciążeniowy w przewodach obwodu, zanim temperatura uszkodzi izolację, połączenia lub zaciski systemu okablowania.*
- *Charakterystyka wyboru, rozmieszczenia i wydajności powinna być taka, aby osiągnąć:*
 - a) maksymalną ciągłość obsługi „zdrowych” obwodów w warunkach awarii poprzez selektywne działanie różnych urządzeń ochronnych,*
 - b) ochronę osprzętu elektrycznego i obwodów przed uszkodzeniem w wyniku przeciążenia, poprzez koordynację właściwości elektrycznych obwodu lub urządzenia oraz charakterystyki wyłączania urządzeń ochronnych.*

Wszystkie urządzenia instalacji prądu stałego powinny działać w zakresach napięć na zaciskach akumulatora:

- a) dla układu 12 V: od 10,5 V do 15,5 V,*
- b) dla układu 24 V: od 21,0 V do 31,0 V.*

Wyjątek: jeżeli obwód zawiera sprzęt wymagający wyższego napięcia minimalnego, do obliczenia przekroju przewodu należy zastosować określone napięcie minimalne.

Długość i przekrój żył w każdym obwodzie powinny być takie, aby obliczony spadek napięcia nie przekraczał 10% nominalnego napięcia akumulatora dla dowolnego urządzenia, gdy każde urządzenie w obwodzie jest włączone przy pełnym obciążeniu.

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów - Akumulatory

PRZECHOWYWANIE

Akumulatory powinny być zainstalowane na stałe w suchym, wentylowanym miejscu powyżej przewidywanego poziomu wody żezowej. Przepisy nadzoru, budowy i wyposażenia jachtów. 84 Uchwała nr 272/Z/XXXIX Zarządu PZŻ z dn. 06.02.2023 r.

Akumulatory należy instalować w taki sposób, aby ograniczyć ich ruch w poziomie i w pionie, biorąc pod uwagę zamierzone użycie jednostki. Zainstalowana bateria nie może poruszać się więcej niż 10 mm w dowolnym kierunku, gdy zostanie poddana działaniu siły odpowiadającej dwukrotności masy baterii.

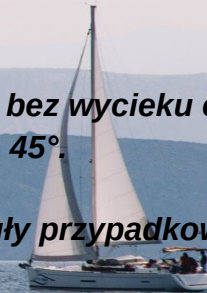
Akumulatory zainstalowane na jednostce powinny być zdolne do pochylania do 30° bez wycieku elektrolitu. W jednostce jednokadłubowej należy zapewnić powstrzymanie rozlania elektrolitu do nachylenia 45°.

Baterie powinny być instalowane (lub chronione) aby metalowe przedmioty nie mogły przypadkowo wejść w kontakt z dowolnym zaciskiem akumulatora.

Zainstalowane akumulatory powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Akumulatorów nie należy instalować bezpośrednio nad lub pod zbiornikiem paliwa lub filtrem paliwa.

Każdy metalowy element układu paliwowego zainstalowany w odległości do 300 mm nad górną krawędzią akumulatora powinien być izolowany elektrycznie.



Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów - Akumulatory

POJEMNOŚĆ AKUMULATORÓW

Pojemność akumulatorów przeznaczonych do zasilania obwodów oświetlenia powinna być dobrana w zależności od rejonu żeglugi i możliwości ładowania baterii. Pojemność akumulatorów winna zapewnić ośmiogodzinny okres zasilania świateł nawigacyjnych i oświetlenia kompasu. Dla żeglugi w rejonie T - 1 i 2 (kategorii projektowej D-mazury i C-przybrzeżna żegluga) dla instalacji bez własnego źródła ładowania pojemność akumulatorów powinna zapewnić 24-godzinny okres zasilania, tj. 3 noce po 8 godzin świecenia.

ROZRUCH SILNIKA

Pojemność każdej baterii powinna zapewniać nie mniej niż 6 rozruchów silnika spalinowego przygotowanego do rozruchu, a w przypadku dwóch lub większej liczby silników – nie mniej niż 3 rozruchy każdego silnika. Przy obliczaniu pojemności baterii rozruchowej należy założyć, że czas trwania każdego rozruchu wynosi co najmniej 5 sekund.

Bateria akumulatorów rozruchowych może być zastosowana do zasilania instalacji oświetleniowej statku, pod warunkiem, że pojemność jej będzie odpowiednio zwiększona ponad wynikającą z ogólnych wymagań.

Baterie rozruchowe należy umieszczać możliwie blisko rozrusznika.

Należy przewidzieć urządzenie do ładowania baterii akumulatorów zasilających ważne urządzenia. Urządzenie to powinno umożliwiać naładowanie baterii w czasie nie dłuższym niż 8 godzin.

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów - Akumulatory

WYŁĄCZNIK AKUMULATORA

Wyłącznik akumulatora należy zainstalować w przewodzie dodatnim akumulatora lub grupy akumulatorów, w łatwo dostępnym miejscu, możliwie jak najbliżej baterii lub grupy baterii.

Wyjątki stanowią:

- a) jednostka napędzana silnikiem zaburtowym z obwodami wyłącznie do uruchamiania silnika i oświetlenia nawigacyjnego,*
- b) urządzenia elektroniczne z chronioną pamięcią i urządzenia ochronne, takie jak pompy zęzowe i alarmy, jeśli są indywidualnie chronione wyłącznikiem lub bezpiecznikiem,*
- c) dmuchawa wyciągowa wentylacji komory silnika / zbiornika paliwa, jeżeli jest oddzielnie chroniona bezpiecznikiem lub bezpiecznikiem automatycznym,*
- d) urządzenia ładujące, które mają być używane, gdy jednostka jest bez nadzoru (np. panele słoneczne, generatory wiatrowe), jeżeli są indywidualnie zabezpieczone bezpiecznikiem lub wyłącznikiem automatycznym.*

Minimalna ciągła moc znamionowa wyłącznika akumulatora musi być co najmniej równa maksymalnemu prądowi, dla którego dana instalacja jest zaprojektowana, wliczając chwilowe obciążenie obwodu rozrusznika i prąd znamionowy zasilający pozostałe obwody. Dla instalacji silnikowej można zainstalować oddzielny wyłącznik odłączania akumulatora.

Jeżeli zainstalowane są zdalnie sterowane odłączniki akumulatora, powinny one również umożliwiać bezpieczną obsługę ręczną.

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Zaciski i Połączenia Przewodów

POŁĄCZENIA I ZACISKI

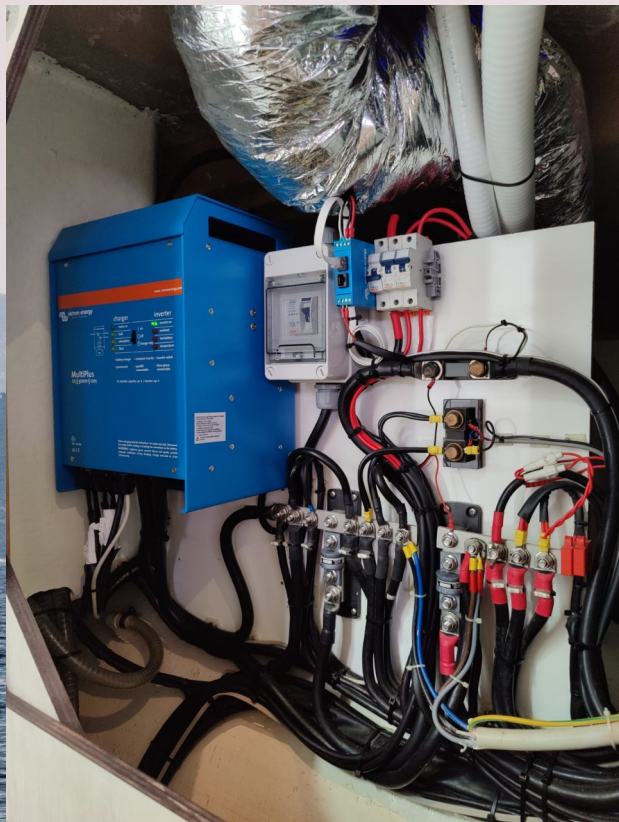
Zaciski i złącza zaciskane bez lutowania należy przymocować za pomocą odpowiedniego typu narzędzia do zaciskania. Każde połączenie przewód-złącze i połączenie przewód-zacisk musi wytrzymać działanie siły rozciągającej równej co najmniej wartości pokazanej w tabeli dla najmniejszego przewodnika w połączeniu.

Przewód [mm ²]	Siła rozciągająca [N]	Przewód [mm ²]	Siła rozciągająca [N]	Przewód [mm ²]	Siła rozciągająca [N]
0,75	40	6	200	50	400
1	60	10	220	70	440
1,5	130	16	260	95	550
2,5	150	25	310	120	660
4	170	35	350	150	770

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Zaciski i Połączenia Przewodów



Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Zaciski i Połączenia Przewodów



Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Zaciski i Połączenia Przewodów

WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEWODÓW

Tabela A.1 podaje dopuszczalne wartości prądu stałego określone dla temperatury otoczenia wynoszącej 30° C.

Przekrój przewodu [mm ²]	Maksymalny prąd [A] dla pojedynczego przewodu w zależności od temp. izolacji						Minimalna ilość drutów w żyłce	
	60 °C	70 °C	85 °C do 90 °C	105 °C	125 °C	200 °C	Typ A	Typ B
0,75	6	10	12	16	20	25	16	-
1	8	14	18	20	25	35	16	-
1,5	12	18	21	25	30	40	19	26
2,5	17	25	30	35	40	45	19	41
4	22	35	40	45	50	55	19	65
6	29	45	50	60	70	75	19	105
10	40	65	70	90	100	120	19	168
16	54	90	100	130	150	170	37	266
25	71	120	140	170	185	200	49	420
35	87	160	185	210	225	240	127	665
50	105	210	230	270	300	325	127	1064
70	135	265	285	330	360	375	127	1323
95	165	310	330	390	410	430	259	1666
120	190	360	400	450	480	520	418	2107
150	220	380	430	475	520	560	418	2107

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Zaciski i Połączenia Przewodów

WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEWODÓW

W przypadku przewodów w maszynowniach (temperatura otoczenia 60 ° C) maksymalne natężenie prądu w tabeli A.2 należy obniżyć o współczynniki podane poniżej:

Temperatura znamionowa izolacji przewodu:	Pomnóż maksymalny prąd z tabeli A.1 przez:
70 °C	0,75
85 °C do 90 °C	0,82
105 °C	0,86
125 °C	0,89
200 °C	1

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Zaciski i Połączenia Przewodów

SPADEK NAPIĘCIA

Orientacyjnie spadek napięcia E przy obciążeniu w woltach można obliczyć według następującego wzoru:

$$E = \frac{0,0164 \cdot I \cdot L}{S} \quad [V]$$

gdzie:

S - pole przekroju poprzecznego przewodu [mm²],

I - natężenie prądu [A],

L - długość przewodu od dodatniego źródła zasilania do urządzenia elektrycznego i z powrotem do negatywnego połączenia źródłowego [m].

Jacht Żaglowy – Trochę Przepisów – Pomiar Izolacji

WARTOŚĆ REZYSTANCJI

Wartości rezystancji izolacji obwodów, mierzone w odniesieniu do kadłuba statku w czasie prób zdawczych po zakończeniu budowy/przebudowy jednostki lub w czasie przeglądów, nie powinny być niższe od podanych poniżej.

a) dla instalacji do 50 V: 0,3 MΩ,

b) dla instalacji 230 V: 1 MΩ.



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

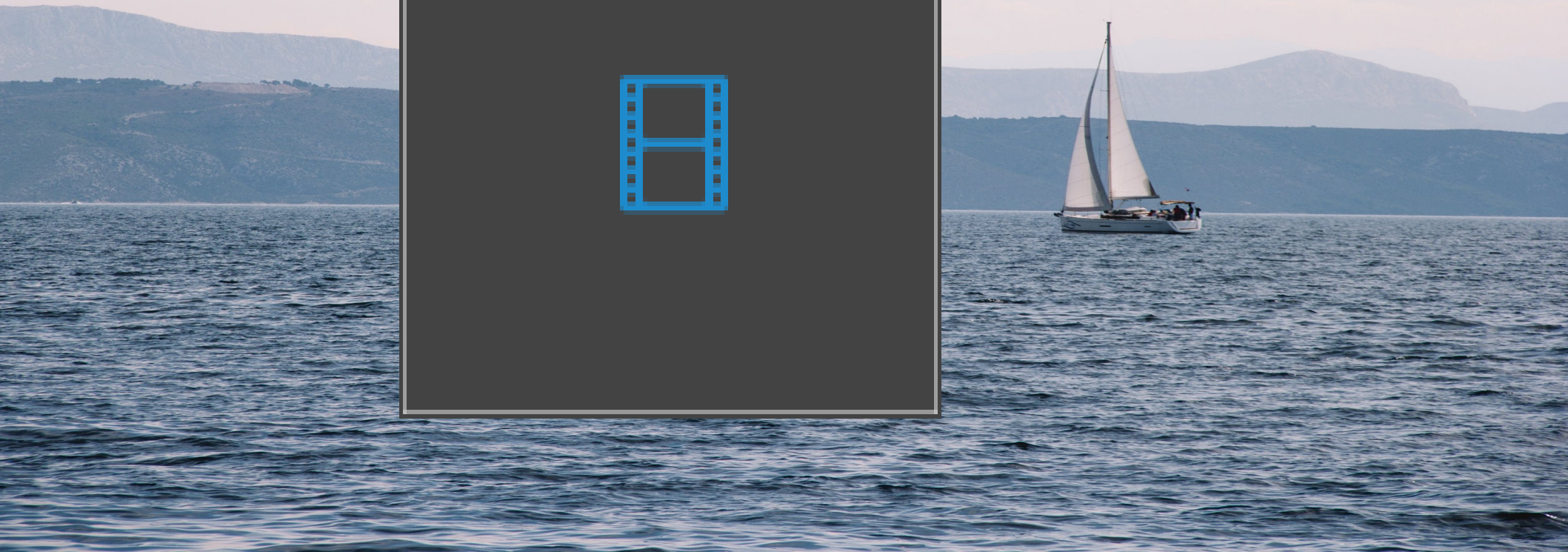
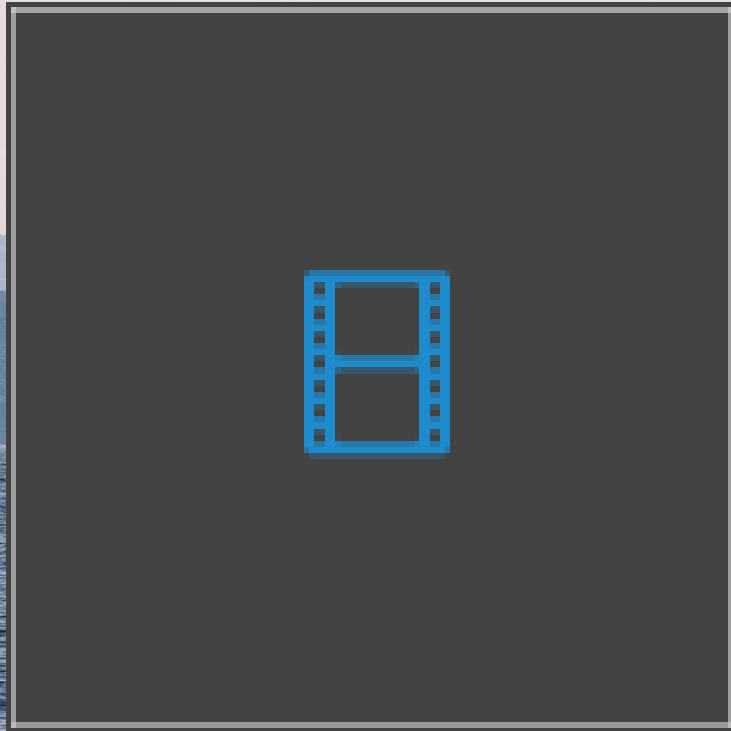
INSTALACJA ODGROMOWA

Instalacja odgromowa na jachcie jest istotnym elementem bezpieczeństwa, szczególnie biorąc pod uwagę, że jachty często przemieszczają się na otwartym morzu, gdzie są narażone na intensywne burze. Poniżej przedstawiam ogólne kroki, jakie należy podjąć przy instalacji odgromowej na jachcie:

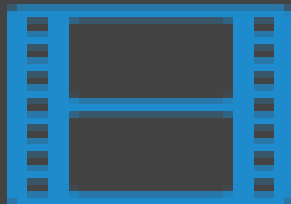
- 1 Znajomość przepisów*
- 2 Wybór materiałów*
- 3 Montaż piorunochronu*
- 4 Połączenia elektryczne*
- 5 Uziemienie!!!*



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Jak ochronić siebie i jacht?

Płyta uziemiająca Giant Dynaplate 12 X 3 X 1/2" 4012 Płyta uziemiająca Giant Dynaplate 12 X 3 X 1/2"

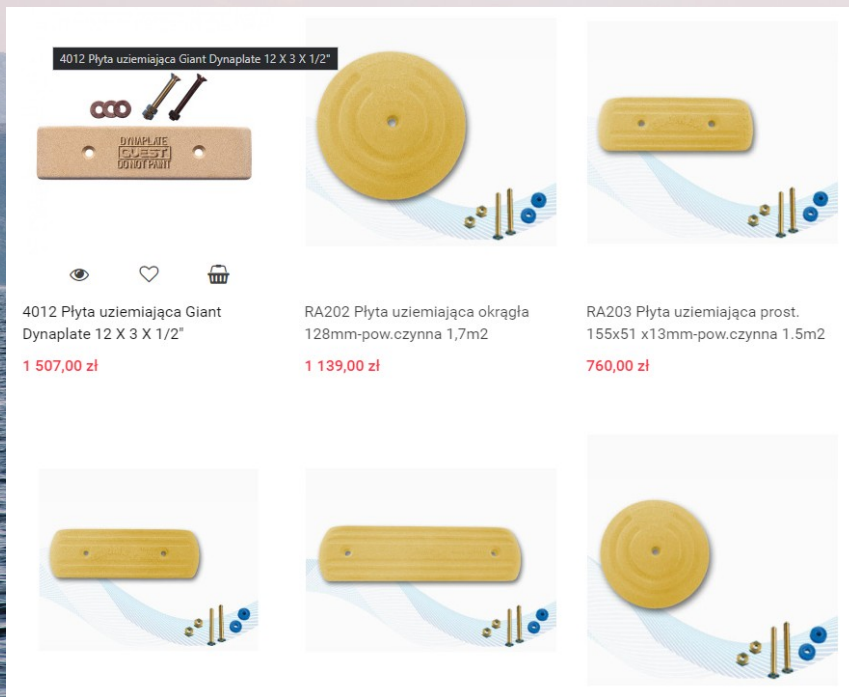



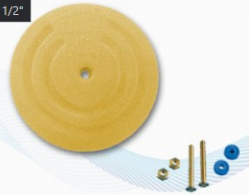




Płyty uziemiające wykonane są ze złoczonego brązu spiekanego, czyli składają się z miliona mikrokulek tworzących powierzchnię 10 razy większą niż w rzeczywistości. Mogą mieć kształt prostokątny lub okrągły i są mocowane do kadłuba za pomocą śrub i nakrętek z brązu, bardzo odpornych na korozję, oraz gumowych podkładek dystansowych.

Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Oferta Płyt Uziemiających

Płyty Uziemiające - sklep

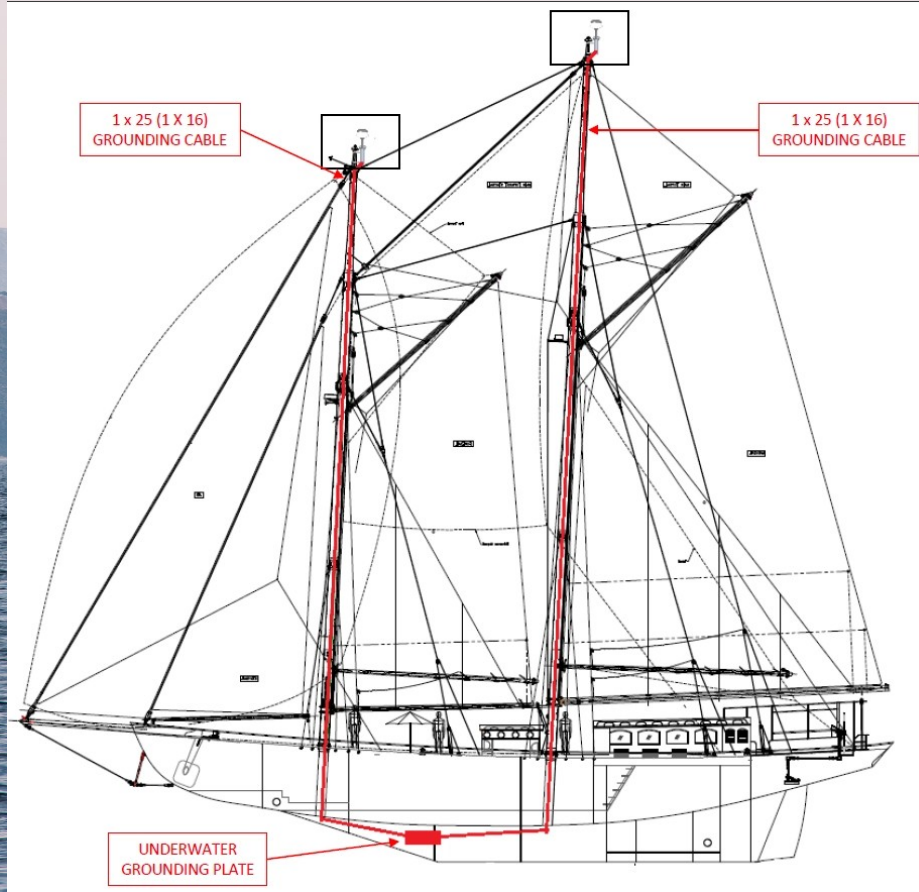


 <p>4012 Plyta uziemiająca Giant Dynaplate 12 X 3 X 1/2"</p>	 <p>RA202 Plyta uziemiająca okrągła 128mm-pow.czynna 1,7m2</p>	 <p>RA203 Plyta uziemiająca prost. 155x51 x13mm-pow.czynna 1.5m2</p>
<p>1 507,00 zł</p>	<p>1 139,00 zł</p>	<p>760,00 zł</p>
		



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Poglądowy schemat instalacji odgromowej jachtu



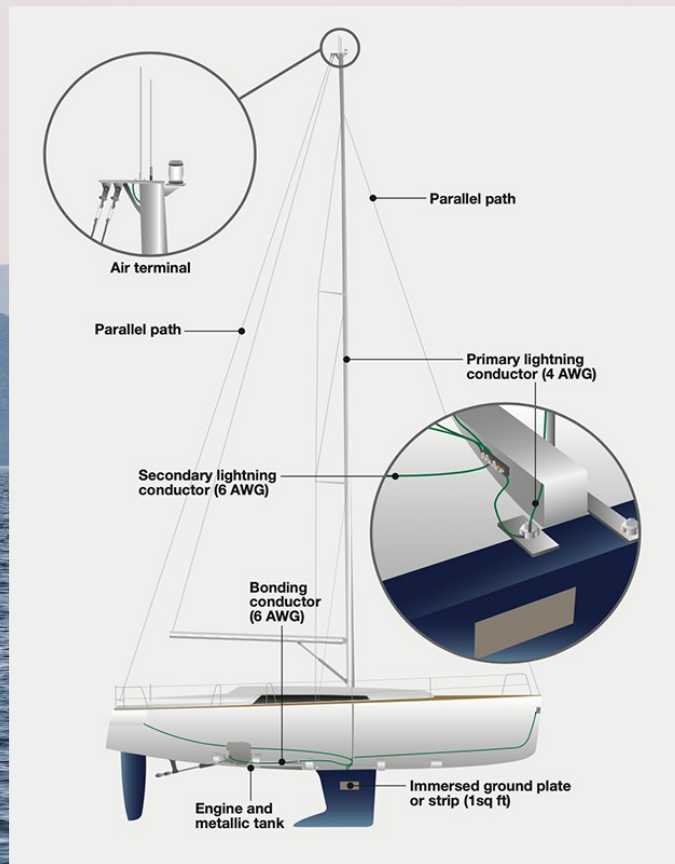
Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Instalacja taśmy uziemiającej pod dnem jachtu



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

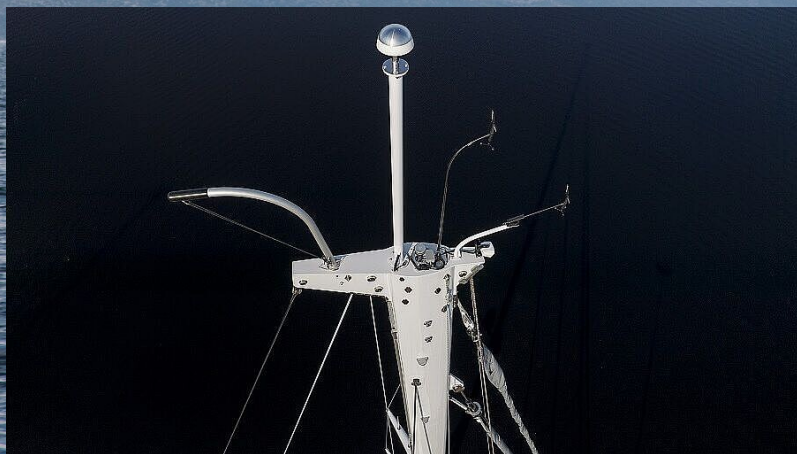
Instalacja odgromowa – poglądowy schemat



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Jak ochronić siebie i jacht?

W przeciwieństwie do konwencjonalnej metody odprowadzania piorunów, rynek oferuje obecnie alternatywną metodę zapobiegania uszkodzeniom jednostek. Tak zwany system DDCE firmy Dinnteco wykorzystuje zasadę wyrównywania potencjałów w taki sposób, że nie dochodzi do wyładowań atmosferycznych w chronionym obszarze wokół łodzi lub jachtu.



System ten, pierwotnie opracowany do ochrony budynków, został rozwinięty specjalnie do zastosowań morskich i zapewnia wysoce skuteczne zmniejszenie prawdopodobieństwa uderzenia pioruna w chroniony obszar. System DDCE, jeśli został prawidłowo zainstalowany, jest uznawany przez firmę Pantaenius (ubezpieczenia) za odpowiedni system ochrony odgromowej.

Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Jak działa system DDCE - (Electromagnetic Charge Compensation Device)

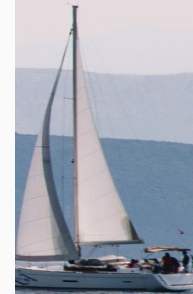
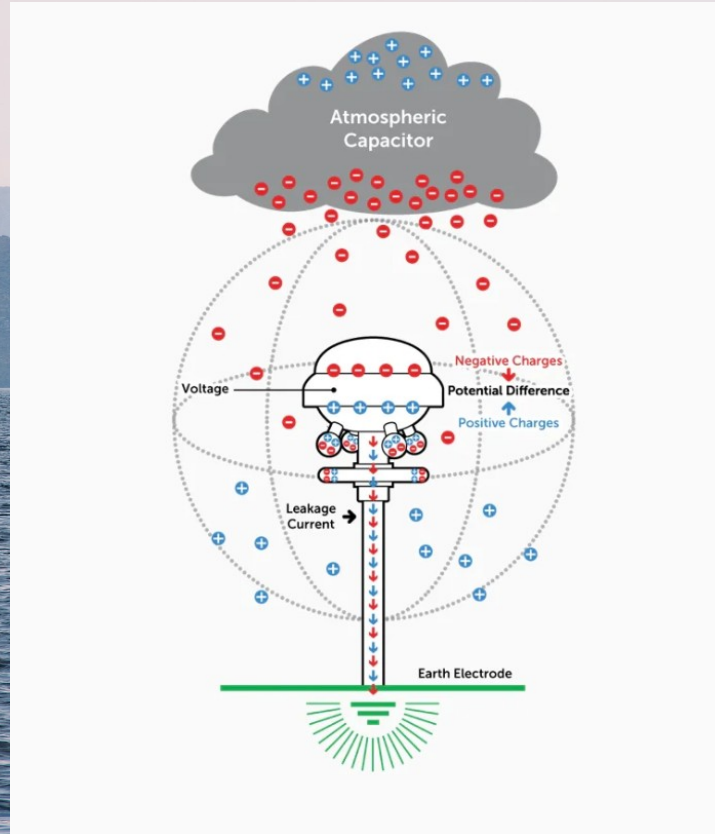
Konstrukcja umożliwia rozproszenie pola elektromagnetycznego. W połączeniu z systemem uziemiającym o małej rezystancji skutecznie neutralizuje różnicę potencjałów powstającą podczas burzy

Aby zapobiec uderzeniu pioruna w określonej strefie, system ochrony odgromowej zbiera ładunek indukowany z chmur burzowych w chronionym obszarze i przekazuje go do ziemi, równoważąc w ten sposób natężenie pola elektrycznego w chronionej strefie.

Powstała zmniejszona różnica potencjałów elektrycznych między miejscem a chmurą hamuje tworzenie się strumienia skierowanego w górę.

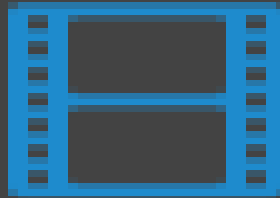
Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Jak działa system DDCE - (Electromagnetic Charge Compensation Device)



Jacht Żaglowy – Uderzenie Pioruna

Jak działa system DDCE - (Electromagnetic Charge Compensation Device)



Jacht Żaglowy – Systemy Ładowania Akumulatorów

Generator 230V

Panele fotowoltaiczne

Turbiny wiatrowe

Uruchomienie silnika

Podłączenie jachtu do prądu po zacumowaniu



Jacht Żaglowy – Systemy Ładowania Akumulatorów

Generator 230V



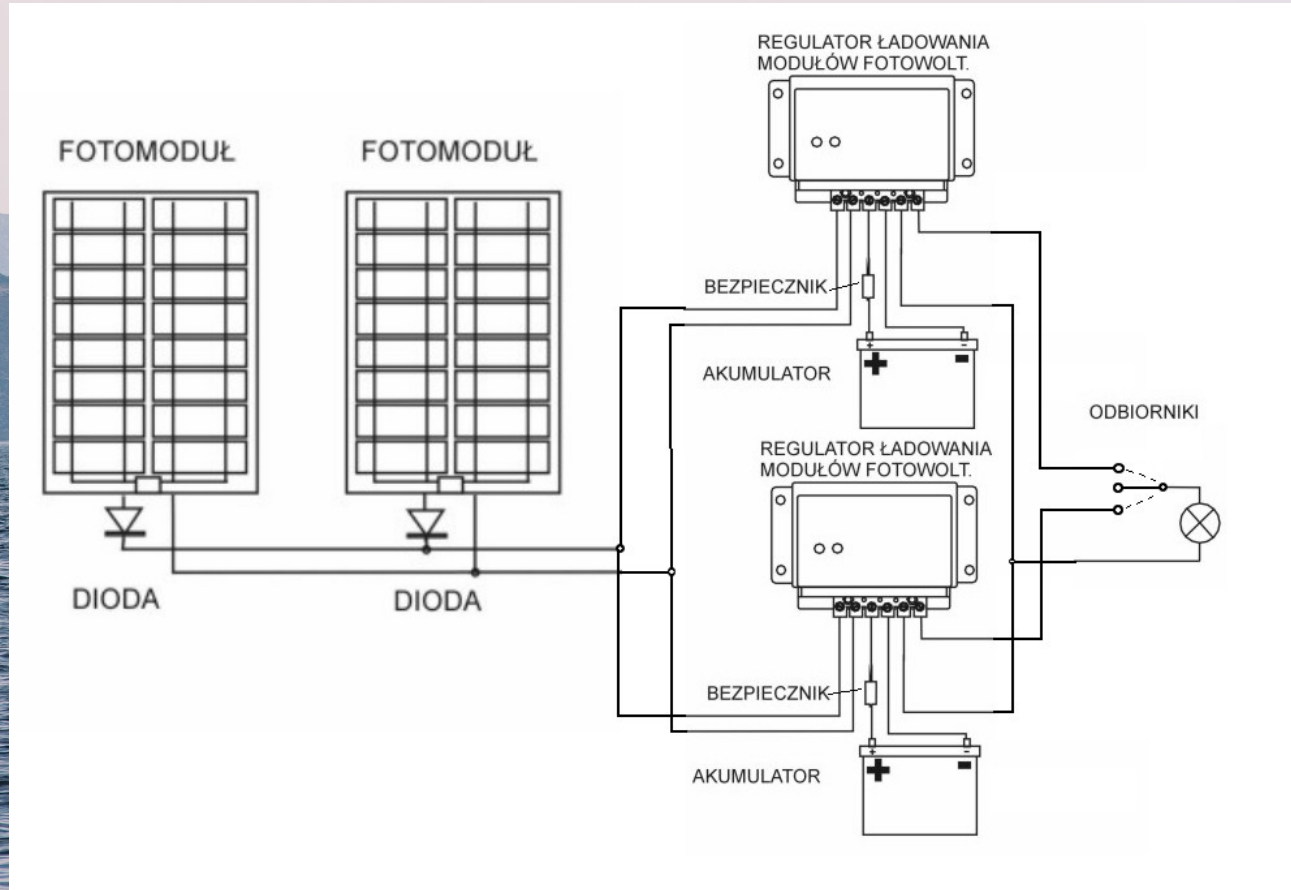
Jacht Żaglowy – Systemy Ładowania Akumulatorów

Panele fotowoltaiczne



Jacht Żaglowy – Systemy Ładowania Akumulatorów

Panele fotowoltaiczne – schemat podłączenia



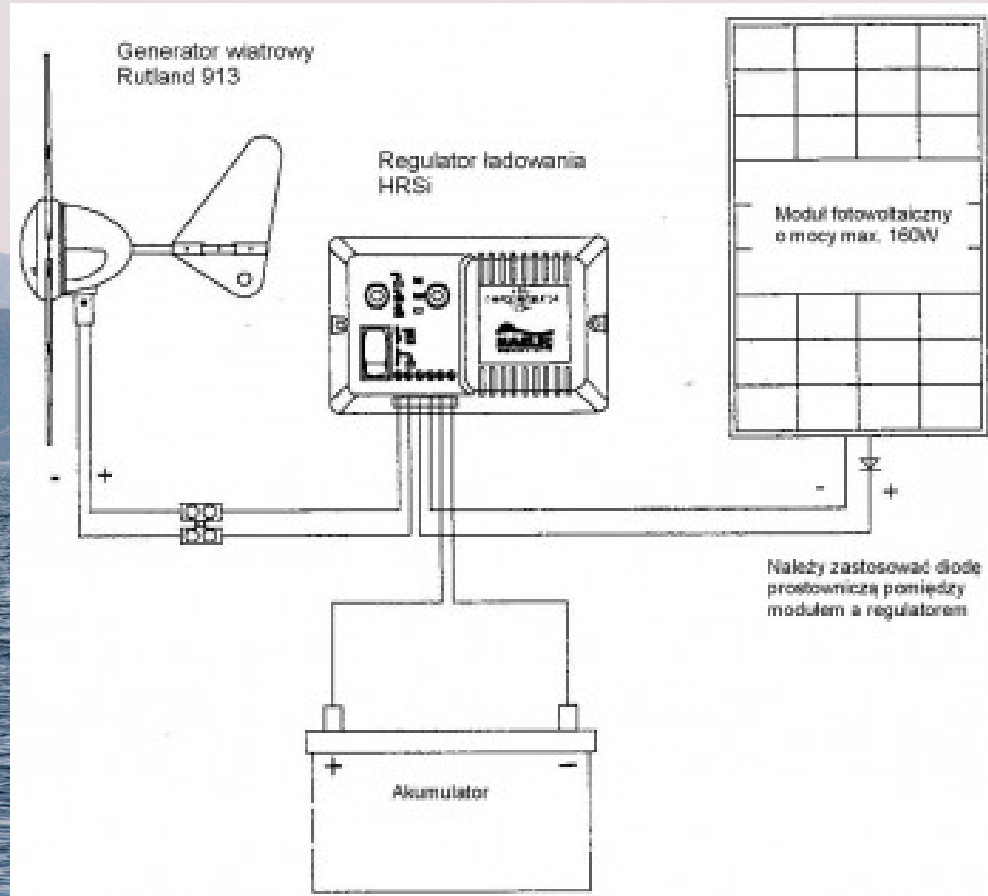
Jacht Żaglowy – Systemy Ładowania Akumulatorów

Turbiny wiatrowe

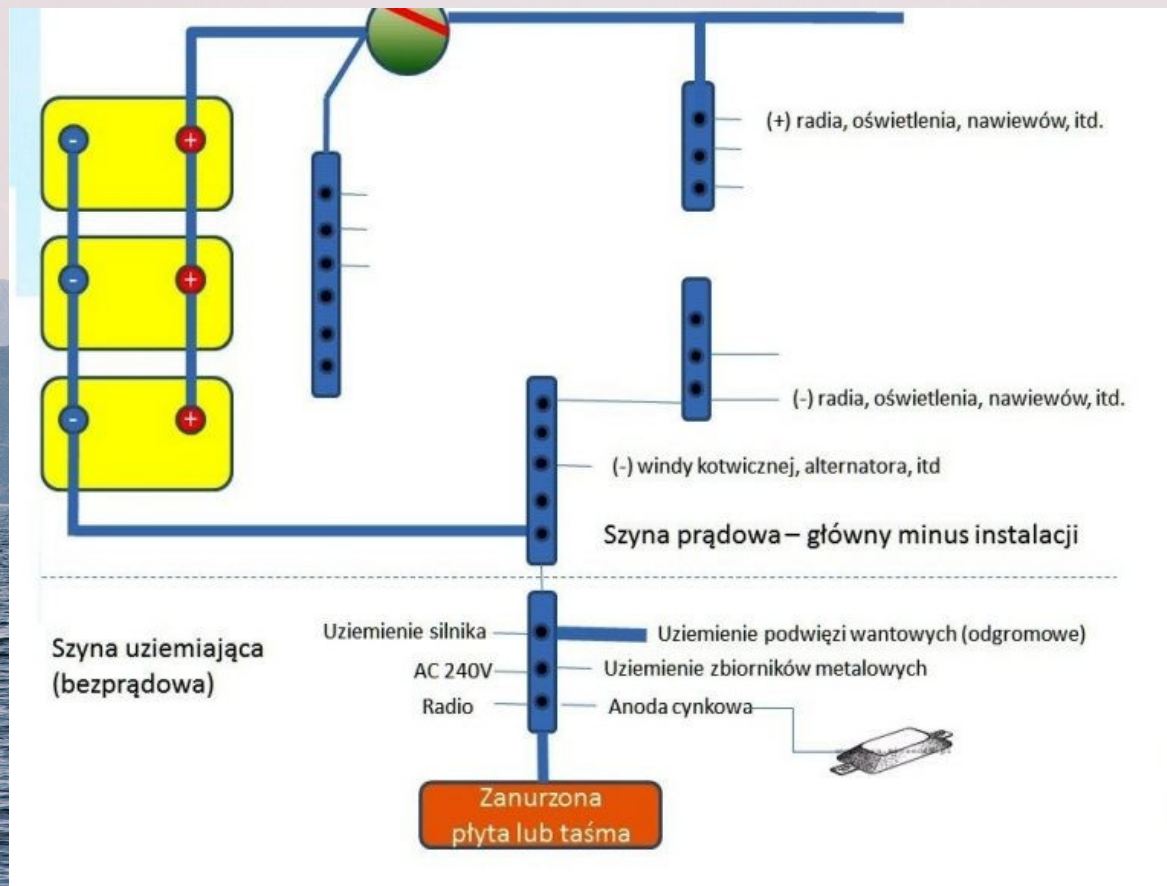


Jacht Żaglowy – Systemy Ładowania Akumulatorów

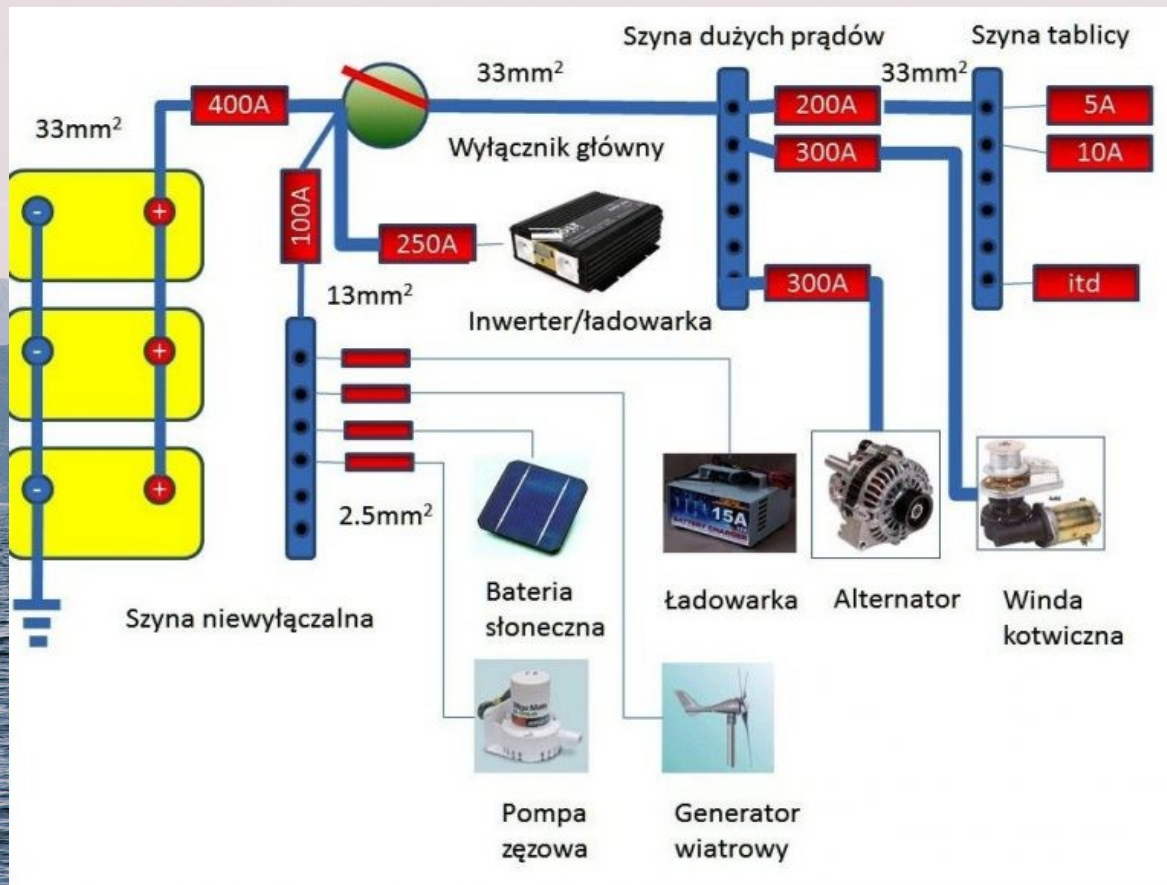
Turbiny wiatrowe – schemat podłączenia



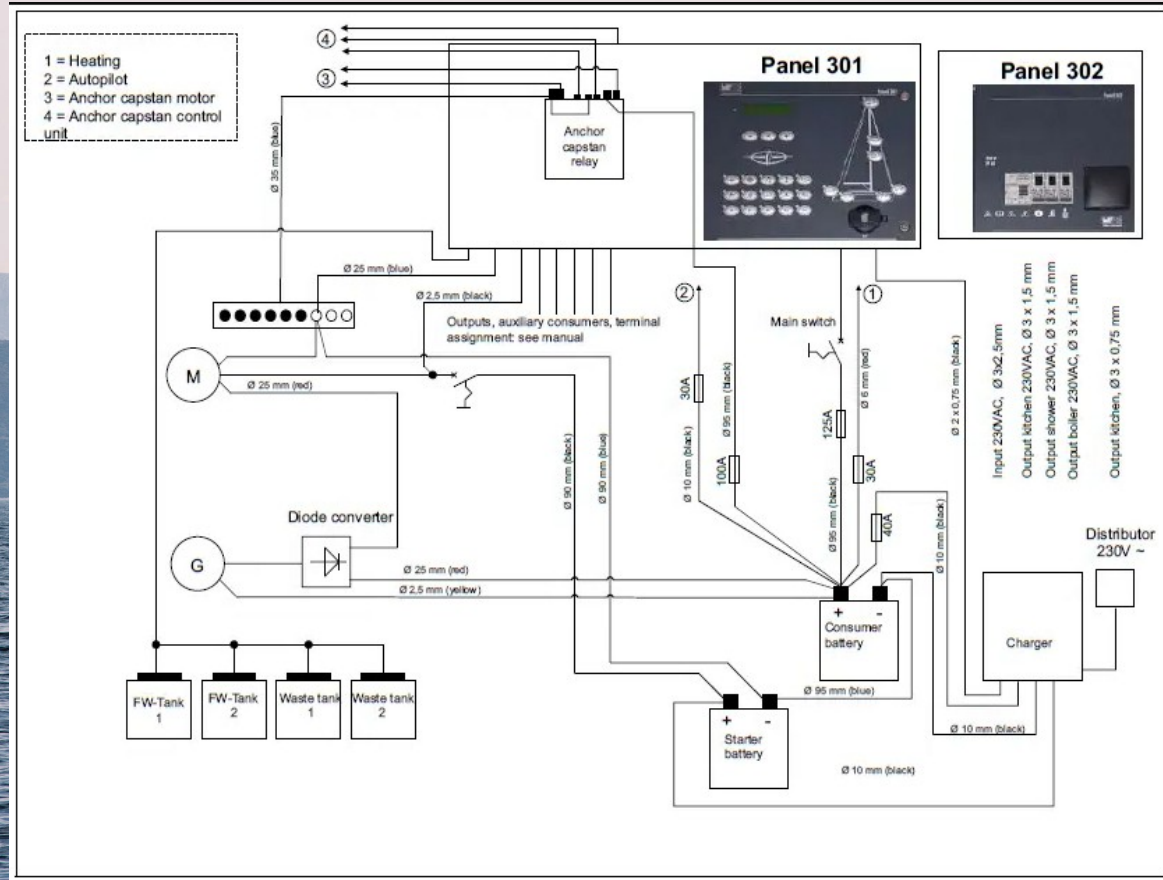
Jacht Żaglowy – Schemat Poglądowy Instalacji Elektrycznej



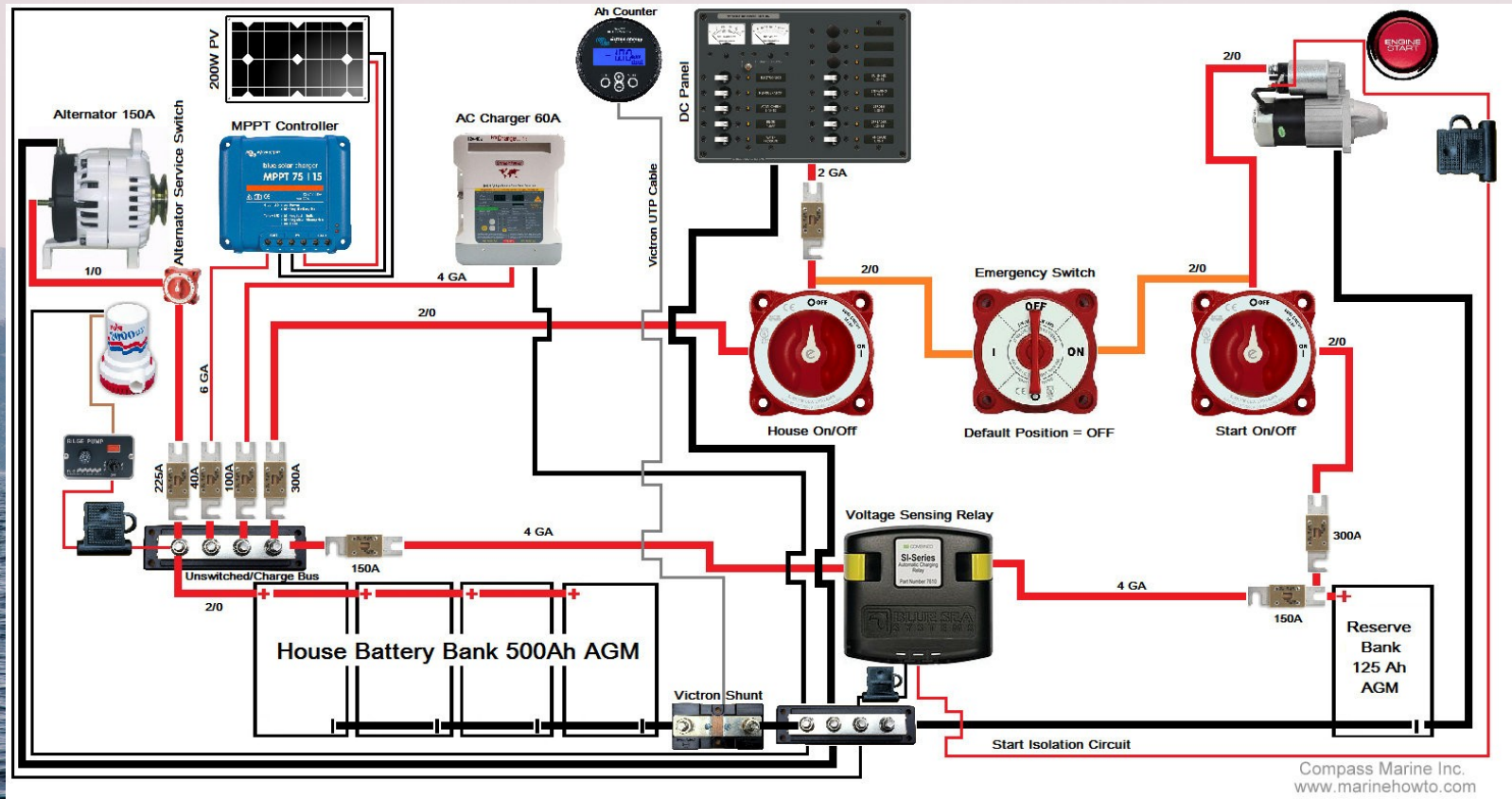
Jacht Żaglowy – Schemat Poglądowy Instalacji Elektrycznej



Jacht Żaglowy – Schemat Poglądowy Instalacji Elektrycznej

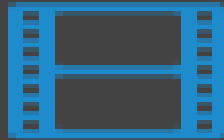


Jacht Żaglowy – Schemat Poglądowy Instalacji Elektrycznej



Jacht Żaglowy – Instalacja Elektryczna

Skutki błędnie wykonanej instalacji elektrycznej



Dziękuję za uwagę

