



PUBLIKACJA INFORMACYJNA 41/I
WYTYCZNE KLASYFIKACJI I BUDOWY MAŁYCH JEDNOSTEK AUTONO-
MICZNYCH I ZDALNIE STEROWANYCH

lipiec
2026

Publikacje I (Informacyjne) wydawane przez Polski Rejestr Statków S.A.
mają charakter instrukcji lub wyjaśnień przydatnych przy stosowaniu
Przepisów PRS.

GDAŃSK

Publikacja 41/I – Wytyczne klasyfikacji i budowy małych jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych – lipiec 2026.

Niniejsza Publikacja została zaakceptowana przez Dyrektora Okręgowego Polskiego Rejestru Statków S.A. w dniu 30 lipca 2026 roku.

© Copyright by Polski Rejestr Statków^{*}, 2026

^{*} Polski Rejestr Statków oznacza Polski Rejestr Statków S.A. z siedzibą w Gdańsku, al. gen. Józefa Hallera 126, 80-416 Gdańsk, wpisany do Rejestru Przedsiębiorców Krajowego Rejestru Sądowego pod nr KRS: 0000019880. Polski Rejestr Statków, jego oddziały, spółki i inne podmioty zależne, kadra kierownicza, pracownicy, agenci są indywidualnie lub zbiorowo nazywani Polskim Rejestrem Statków lub w skrócie PRS.

SPIS TREŚCI

Str.

1 ZASADY KLASYFIKACJI	7
1.1 Postanowienia ogólne	7
1.2 Zakres stosowania	7
1.3 Określenia	8
1.4 Zakres nadzoru	9
1.5 Klasa jednostki	9
1.6 Zasadniczy symbol klasy	10
1.7 Stałe ograniczenia eksploatacyjne	11
1.8 Znaki dodatkowe w symbolu klasy	11
1.9 Dodatkowe informacje opisowe	12
1.10 Nadanie klasy	12
1.11 Utrzymanie klasy	13
1.12 Terminy przeglądów okresowych	13
1.13 Zakresy przeglądów okresowych	14
1.14 Przeglądy doraźne	16
1.15 Zawieszenie i utrata klasy	16
2 DOKUMENTACJA TECHNICZNA JEDNOSTKI	17
2.1 Dokumentacja klasyfikacyjna jednostki w budowie	17
2.2 Dokumentacja klasyfikacyjna jednostki w przebudowie i odbudowie	18
2.3 Dokumentacja bezpieczeństwa	18
2.4 Dokumentacja pozaklasyfikacyjna	20
3 ANALIZA RYZYKA	21
3.1 Cel analizy ryzyka	21
3.2 Określenia	21
3.3 Stopnie autonomii jednostek	22
3.4 Wymagania dotyczące analizy ryzyka	22
3.5 Ocena ryzyka	23
4 PRÓBY JEDNOSTKI	26
4.1 Przygotowanie do wodowania	26
4.2 Próby w ruchu	26
5 KADŁUB I WYPOSAŻENIE	28
5.1 Określenia i oznaczenia	28
5.2 Poszycie	28
5.3 Usztywnienia	29
5.4 Obciążenie obliczeniowe	30
5.5 Konstrukcje z laminatów	33
5.6 Technologia budowy z laminatów	34
5.7 Właściwości laminatu	37
5.8 Poszycie z laminatu	40
5.9 Usztywnienia z laminatu	45
5.10 Wytrzymałość ogólna kadłuba z laminatu	49
5.11 Połączenia powłok z laminatu	50
5.12 Konstrukcje metalowe	53
5.13 Poszycie stalowe	55
5.14 Usztywnienia stalowe	55
5.15 Połączenia spawane	58
5.16 Wyposażenie	61

5.17 Urządzenia sterowe.....	61
5.18 Balast.....	72
5.19 Urządzenia kotwiczne i cumownicze	72
5.20 Otwory w kadłubie i ich zamknięcia.....	75
5.21 Grodzie wodoszczelne.....	79
6 STATECZNOŚĆ I NIEZATAPIALNOŚĆ.....	80
6.1 Wymagania ogólne	80
6.2 Obliczenia i próby stateczności.....	81
6.3 Kryteria stateczności jednostki.....	82
6.4 Niezatapialność	83
7 OCHRONA PRZECIWOPOŻAROWA.....	84
7.1 Cel.....	84
7.2 Założenia funkcjonalne.....	84
7.3 Dokumentacja ochrony przeciwpożarowej.....	84
7.4 Materiały do konstrukcji i wyposażenia pomieszczeń jednostki.....	84
7.5 Oddzielenie pomieszczeń	84
7.6 Drogi ewakuacji.....	85
7.7 Systemy wykrywania, monitorowania i sygnalizacji alarmu pożarowego.....	85
7.8 Zabezpieczenie przeciwpożarowe pomieszczeń.....	85
7.9 Stałe instalacje gaśnicze gazowe	86
7.10 Próby działania.....	86
8 URZĄDZENIA I WYPOSAŻENIE MASZYNOWE, INSTALACJE RUROCIĄGÓW	87
8.1 Postanowienia ogólne	87
8.2 Silniki i mechanizmy	88
8.3 Wentylacja.....	90
8.4 Wały napędowe.....	92
8.5 Pędniki	94
8.6 Instalacje rurociągów	94
9 URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE I AUTOMATYKA	104
9.1 Postanowienia ogólne	104
9.2 Wymagania ogólne	106
9.3 Podstawowe źródło energii elektrycznej	110
9.4 Awaryjne źródło energii elektrycznej.....	110
9.5 Układy zasilania bezprzerwowego.....	111
9.6 Akumulatory rozruchowe	111
9.7 Parametry energii elektrycznej.....	112
9.8 Zakłócenia elektromagnetyczne.....	112
9.9 Źródła energii elektrycznej o napięciu wyższym niż bezpieczne	112
9.10 Akumulatory	112
9.11 Akumulatory litowo-jonowe	115
9.12 Przetwornice i ładowarki	116
9.13 Rozdział energii elektrycznej.....	116
9.14 Oświetlenie elektryczne	120
9.15 Odbiory siłowe	121
9.16 Elektryczne systemy napędowe	121
9.17 Układy sterowania i automatyki.....	121
9.18 Sygnalizacja alarmu ogólnego.....	123
9.19 Sygnalizacja pozostała	123
9.20 Programowalne urządzenia i systemy komputerowe	123
9.21 Cyberbezpieczeństwo.....	124
9.22 Zabezpieczenia sieci elektrycznej.....	125
9.23 Przewody	127

10 MATERIAŁY	132
10.1 Zakres zastosowania	132
10.2 Dobór materiałów	132
10.3 Laminaty poliestrowo-szklane	132
10.4 Stale	134
10.5 Stopy aluminium	135
10.6 Stopy miedzi	137
10.7 Materiały izolacyjne	138
10.8 Tworzywa piankowe	138
10.9 Pianki konstrukcyjne	138
10.10 Pianki wypornościowe	139
10.11 Węże elastyczne	139
11 ZASADY NADZORU URZĄDZEŃ WYMAGANYCH PRZEZ ADMINISTRACJĘ	140
11.1 Postanowienia ogólne	140
11.2 Określenia	140
11.3 Forma i zakres nadzoru	140
11.4 Dokumentacja techniczna	140
11.5 Nadzór	140
12 ŚRODKI I URZĄDZENIA RATUNKOWE	141
12.1 Postanowienia ogólne	141
12.2 Określenia	141
12.3 Zasady i zakres nadzoru	141
12.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia w środki ratunkowe	141
12.5 Wyposażenie w środki i urządzenia ratunkowe	142
12.6 Miejsca zbiórek i miejsca do wsiadania	142
12.7 Miejsce wodowania	143
12.8 Ustawienie jednostki ratunkowej	143
13 ŚRODKI SYGNAŁOWE	144
13.1 Postanowienia ogólne	144
13.2 Określenia	144
13.3 Zasady i zakres nadzoru	144
13.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia w środki sygnałowe	144
13.5 Wyposażenie w środki sygnałowe	145
13.6 Dodatkowe światła nawigacyjne i znaki sygnałowe	145
13.7 Wyposażenie jednostek w pirotechniczne środki sygnałowe	145
13.8 Ogólne wymagania techniczne	145
13.9 Zasadnicze cechy użytkowe świateł nawigacyjnych	146
13.10 Dźwiękowe środki sygnałowe	146
13.11 Znaki sygnałowe	147
13.12 Reflektor radarowy	148
14 URZĄDZENIA RADIOWE	149
14.1 Postanowienia ogólne	149
14.2 Określenia	149
14.3 Zakres nadzoru	149
14.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia radiowego	149
14.5 Zakres wyposażenia w urządzenia radiowe	150
14.6 Źródła zasilania	151
14.7 Wymagania instalacyjne dla urządzeń radiowych	151
14.8 Montaż sieci kablowej	153
14.9 Anteny	153

15 URZĄDZENIA NAWIGACYJNE	154
15.1 Postanowienia ogólne	154
15.2 Określenia.....	154
15.3 Zakres nadzoru.....	154
15.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia nawigacyjnego	154
15.5 Zakres wyposażenia jednostek w urządzenia nawigacyjne	154
15.6 Rozmieszczenie urządzeń nawigacyjnych	155
15.7 Źródła zasilania	156
15.8 Ogólne wymagania instalacyjne dla urządzeń nawigacyjnych	156
15.9 Montaż sieci kablowej	156
15.10 Anteny	157
16 CENTRUM ZDALNEGO STEROWANIA.....	158
16.1 Postanowienia ogólne	158
16.2 Określenia.....	158
16.3 Zakres nadzoru.....	158
16.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia ROC	158
16.5 Projektowanie i obsługa centrów zdalnego sterownia	158
16.6 Funkcje i obowiązki ROC.....	159
16.7 Wymagania funkcjonalne ROC	159
16.8 Wymagania funkcjonalne stanowisko zdalnego sterowania	160
16.9 Bezpieczne przekazywanie operacji.....	161
16.10 Oprogramowanie używane do zdalnego sterowania	161

1 ZASADY KLASYFIKACJI

1.1 Postanowienia ogólne

1.1.1 Postanowienia odnoszące się do zakresu działalności nadzorczej PRS, odpowiedzialności PRS, trybu, sposobu i formy sprawowania nadzoru, trybu zatwierdzania dokumentacji technicznej oraz rodzaju wystawianych dokumentów zawarte są w wydanych odrębnie przez PRS – *Zasadach działalności nadzorczej*.

1.1.2 *Wytyczne klasyfikacji i budowy małych jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych*, zwane dalej *Wytycznymi*, składają się z następujących rozdziałów:

- Rozdział 1 – Zasady klasyfikacji
- Rozdział 2 – Wymagana dokumentacja
- Rozdział 3 – Analiza ryzyka
- Rozdział 4 – Próby jednostki
- Rozdział 5 – Kadłub i wyposażenie
- Rozdział 6 – Stateczność i niezatapialność
- Rozdział 7 – Ochrona przeciwpożarowa
- Rozdział 8 – Urządzenia i wyposażenie maszynowe, instalacje rurociągów
- Rozdział 9 – Urządzenia elektryczne i automatyka
- Rozdział 10 – Materiały
- Rozdział 11 – Zasady nadzoru urządzeń wymaganych przez Administrację
- Rozdział 12 – Środki i urządzenia ratunkowe
- Rozdział 13 – Środki sygnałowe
- Rozdział 14 – Urządzenia radiowe
- Rozdział 15 – Urządzenia nawigacyjne
- Rozdział 16 – Centrum zdalnego sterowania

1.1.3 Dodatkowe wymagania zawarte są w innych dokumentach PRS przywoływanych w poszczególnych rozdziałach niniejszych *Wytycznych*.

1.1.4 Niniejsze *Wytyczne* mają charakter nieobowiązkowych wymagań. Ich celem jest stworzenie minimalnego standardu bezpieczeństwa dla jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych, którego spełnienie daje Administracji morskiej podstawę do dopuszczenia takich jednostek do żeglugi.

1.1.5 Na wniosek Armatora PRS na podstawie niniejszych *Wytycznych* może nadać jednostce klasę.

1.2 Zakres stosowania

1.2.1 *Wytyczne klasyfikacji i budowy małych jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych* mają zastosowanie do jednostek motorowych autonomicznych i zdalnie sterowanych o długości kadłuba mniejszej niż 15 m niezależnie od ich przeznaczenia oraz do ich centrów zdalnego sterowania.

1.2.2 Niniejsze *Wytyczne* mają zastosowanie zarówno do jednostek nowych, jak i do istniejących. Jeżeli gdziekolwiek w niniejszych *Wytycznych* mówi się o wieku jednostki, to wiek określa się od daty zakończenia budowy. W uzgodnieniu z PRS niniejsze *Wytyczne* mogą być również stosowane do jednostek innych niż wymienione w 1.2.1.

1.2.3 Niniejsze *Wytyczne* dotyczą małych jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych ze stopniem autonomii 2, 3 i 4 (patrz 3.2).

1.3 Określenia

Na potrzeby niniejszych *Wytycznych* przyjęto następujące określenia:

- .1 Budowniczy** – stocznia, inny zakład, warsztat lub osoba budująca jednostkę.
- .2 Centrum zdalnego sterowania (ROC)** – jedno lub kilka stanowisk wraz z umeblowaniem zawierających całe wyposażenie takie jak komputery, terminale komunikacyjne z których możliwe jest sterowanie funkcjami lub operacjami jednostki albo ich monitorowanie.
- .3 Długość kadłuba (L_H) [m]** – odległość pomiędzy skrajnymi punktami kadłuba, mierzona równolegle do wodnicy jednostki załadowanej, bez uwzględniania elementów należących do wyposażenia kadłuba, a wystających poza obrys właściwego kadłuba, takich jak ster, odbojnice itp., zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 8666.
- .4 Klasa jednostki** – zgodność konstrukcji, wykonania i stanu jednostki (kadłuba, urządzeń maszynowych, instalacji i wyposażenia) z właściwymi wymaganiami niniejszych *Wytycznych* potwierdzona nadaniem symbolu klasy i wydaniem *Świadectwa klasy*.
- .5 Jednostka** – obiekt pływający ze sterowaniem autonomicznym lub zdalnie sterowany.
- .6 Jednostka autonomiczna** – obiekt pływający, który w różnym stopniu może działać niezależnie od interakcji z człowiekiem.
- .7 Jednostka otwarta** – jednostka bezpokładowa albo pokładowa o takiej konstrukcji, że do jej wnętrza może dostawać się woda w ilości stanowiącej zagrożenie dla jej stateczności i pływerności.
- .8 Jednostka zamknięta** – jednostka z pokładem ciągłym lub całkowicie zakryta, ze strugoszczelnymi otworami pokładowymi.
- .9 Miejsce schronienia** - naturalnie lub sztucznie chroniony akwen, w którym można znaleźć bezpieczny postój w razie powstania warunków zagrażających bezpieczeństwu jednostki.
- .10 Normalna eksploatacja** – eksploatacja jednostki prowadzona w jej ramach eksploatacyjnych.
- .11 Oględziny**
 - **Oględziny zewnętrzne (ogólne)** – czynności polegające na zewnętrznym obejrzeniu konstrukcji, mechanizmu lub urządzenia, bez ich demontażu, mające na celu ogólną ocenę ich stanu technicznego i ewentualne ustalenie zakresu dodatkowych oględzin szczegółowych.
 - **Oględziny wewnętrzne** – czynności polegające na obejrzeniu konstrukcji, mechanizmu lub urządzenia w stanie rozmontowanym (częściowo lub całkowicie) lub na obejrzeniu urządzeń od wewnątrz (zbiorniki), mające na celu ogólną ocenę ich stanu technicznego i ewentualne ustalenie zakresu dodatkowych oględzin szczegółowych.
 - **Oględziny szczegółowe** – czynności polegające na dokładnym obejrzeniu konstrukcji, mechanizmu lub urządzenia z ewentualnym zastosowaniem badań przy pomocy ostukania młotkiem, badań przy pomocy lupy itp.

.12 Próby

- **Próby działania** – oględziny zewnętrzne dokonywane w czasie pracy mechanizmu lub urządzenia, połączone z pomiarami istotnych parametrów pracy.
- **Próby szczelności** – przedmiot próby poddany jest działaniu czynnika ciekłego lub gazowego. Rodzaj czynnika, ciśnienie i sposób przeprowadzenia próby podlegają uzgodnieniu z PRS. Dla otworów pokładowych rozróżnia się próbę wodoszczelności i strugoszczelności.

.13 Przegląd – zespół czynności dotyczących jednostki, jej mechanizmów, urządzeń, wyposażenia itp., realizowany poprzez sprawdzenie dokumentacji technicznej oraz przeprowadzenie odpowiednich oględzin, pomiarów i prób.

.14 Ramy eksploatacyjne (OE) – opis zdolności oraz ograniczeń eksploatacyjnych jednostki.

.15 Stanowisko zdalnego sterowania – oznacza pojedyncze lub wiele stanowisk, w tym cały sprzęt, taki jak komputery, terminale komunikacyjne, z którego można zdalnie sterować lub monitorować funkcje lub działanie jednostki autonomicznej

.16 Symbol klasy – zespół umownych znaków i oznaczeń, określających klasę jednostki, rodzaj nadzoru nad jej budową i w trakcie eksploatacji oraz cechy i ograniczenia eksploatacyjne, jeśli występują. Symbol klasy składa się z zasadniczego symbolu klasy oraz znaków dodatkowych.

.17 Uszkodzenie – utrata zdolności elementu do realizacji określonej funkcji.

.18 Załoga pokładowa – kapitan, inni oficerowie lub personel operacyjny fizycznie znajdujący się na pokładzie jednostki.

.19 Zdalny operator – osoba posiadająca odpowiednie kwalifikacje, zatrudniona lub zajmująca się sterowaniem niektórymi lub wszystkimi funkcjami jednostki ze centrum zdalnego sterowania.

.20 Zdalne operowanie – sposób prowadzenia operacji, w którym jednostka lub jej funkcje i systemy są obsługiwane spoza niej.

1.4 Zakres nadzoru

1.4.1 Nadzór klasyfikacyjny obejmuje kadłub wraz z jego wyposażeniem, urządzenia maszynowe i elektryczne łącznie z instalacjami oraz inne wyposażenie wymienione w niniejszych *Wytycznych*. Nadzorem objęta jest również stateczność, niezatapialność i ochrona przeciwpożarowa, na zasadach określonych w niniejszych *Wytycznych*.

1.4.2 Podczas okresowych przeglądów klasyfikacyjnych wyposażenie jednostki nie objęte nadzorem klasyfikacyjnym może podlegać nadzorowi technicznemu PRS, po uzgodnieniu z Administracją.

1.5 Klasa jednostki

1.5.1 PRS może nadać klasę jednostce nowo zbudowanej lub istniejącej, a także potwierdzić, odnowić, zawiesić, unieważnić lub przywrócić klasę jednostce istniejącej, klasyfikowanej przez PRS.

1.5.2 Warunkiem nadania klasy jest złożenie przez Armatora pisemnego wniosku, przedłożenie wymaganej dokumentacji technicznej i pozytywny wynik przeglądu zasadniczego.

1.5.3 Po zakończeniu przeglądu zasadniczego Placówka/Agencja PRS wydaje *Tymczasowe świadectwo klasy*, umożliwiające jednostce żeglugę. Wyniki przeglądu zasadniczego podlegają weryfikacji przez Centralę PRS.

1.5.4 Nadanie, odnowienie lub przywrócenie klasy jest stwierdzeniem, że jednostka całkowicie lub w stopniu uznanym przez PRS za wystarczający odpowiada wymaganiom niniejszych *Wytycznych* obowiązujących w czasie nadawania klasy, chyba że w następnych wydaniach *Wytycznych* lub zmianach do nich postanowiono inaczej.

1.5.5 Nadanie, odnowienie lub przywrócenie klasy następuje w formie wydania *Świadectwa klasy* i umieszczenia odpowiednich zapisów w *Rejestrze jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych*.

1.5.6 Klasę nadaje się lub odnawia w zasadzie na okres 5 lat.

Z uwagi na stan techniczny kadłuba, urządzeń i wyposażenia, PRS może nadać klasę na krótszy okres lub skrócić okres ważności klasy po przeglądzie dla odnowienia klasy, oznaczając to odpowiednim znakiem dodatkowym w symbolu klasy.

1.6 Zasadniczy symbol klasy

1.6.1 Nowa jednostka zbudowana pod nadzorem PRS, której po zakończeniu przeglądu zasadniczego nad budową zostaje nadana klasa PRS, otrzymuje zasadniczy symbol klasy składający się ze znaku *, umieszczonego po nim znaku **MASS** oraz znaku rejonu żeglugi, np.:

* **MASS III** – dla jednostki przeznaczonej do żeglugi w rejonie III.

1.6.2 Jednostka istniejąca zbudowana pod nadzorem innej instytucji klasyfikacyjnej, której po zakończeniu przeglądu zasadniczego zostaje nadana klasa PRS, otrzymuje zasadniczy symbol klasy bez znaku *, np.:

MASS IV – dla jednostki przeznaczonej do żeglugi w rejonie IV.

1.6.3 Jednostka istniejąca zbudowana bez nadzoru instytucji klasyfikacyjnej, której po zakończeniu przeglądu zasadniczego zostaje nadana klasa PRS, otrzymuje zasadniczy symbol klasy ujęty w nawiasy, np.:

(**MASS IV**) – dla jednostki przeznaczonej do żeglugi w rejonie IV.

1.6.4 W zależności od spełnienia odpowiednich wymagań niniejszych *Wytycznych* oraz akwenu, na którym jednostka ma uprawiać żeglugę, w zasadniczym symbolu klasy umieszcza się znaki rejonu żeglugi **III** lub **IV**, które mają następujące znaczenie:

- III** żegluga po morskich wodach przybrzeżnych w odległości nie większej niż 20 mil morskich od linii brzegu na Morzu Bałtyckim i innych morzach o podobnych warunkach żeglugowych oraz po wodach śródlądowych;
- IV** żegluga po morskich wodach przybrzeżnych w odległości nie większej niż 6 mil morskich od linii brzegu morskiego oraz po wodach śródlądowych; z polskich akwenów do tego rejonu zalicza się również część Zatoki Pomorskiej położoną na południe od linii łączącej cypel Nord Perd na wyspie Rugia z latarnią morską Niechorze oraz część Zatoki Gdańskiej położoną na południe od linii łączącej latarnię morską Hel z latarnią morską Krynica Morska;

1.7 Stałe ograniczenia eksploatacyjne

Klasa jest nadawana jednostce pod warunkiem przestrzegania podczas jej eksploatacji następujących stałych ograniczeń eksploatacyjnych:

- dopuszczalną siłę wiatru ogranicza się do 6° Beauforta (14 m/s);
- przy pogarszaniu się warunków pogodowych jednostka znajdująca się w drodze powinna kierować się do najbliższego miejsca schronienia;
- prędkość jednostki powinna być odpowiednio dostosowana do warunków żeglugi;
- jednostka bez znaku wzmocnienia lodowego **L** (patrz 1.8.7.1) nie powinna być eksploatowana w warunkach zalodzenia;
- należy stosować się do zaleceń dotyczących bezpieczeństwa statecznościowego zawartych w niniejszych *Wytycznych* i w zatwierdzonej przez PRS Informacji o stateczności, o ile jest wymagana.

1.8 Znaki dodatkowe w symbolu klasy

1.8.1 Dla zaznaczenia przeznaczenia jednostki, spełnienia wymagań dodatkowych lub ograniczeń przewidzianych w niniejszych *Wytycznych*, w symbolu klasy umieszcza się za zasadniczym symbolem klasy znaki dodatkowe.

1.8.2 Stopień autonomii

Stosownie do spełnienia wymagań niniejszych *Wytycznych* jednostka może otrzymać w symbolu klasy znak dodatkowy określający jeden z poniższych stopni autonomii, zgodnie z Tabelą 3.3.1.

2, 3 lub 4

Znak taki umieszcza się za zasadniczym symbolem klasy.

1.8.3 Znak jednostki otwartej

Jeżeli jednostka autonomiczna jest otwarta, wówczas za znakiem stopnia autonomii jednostki umieszcza się znak jednostki otwartej:

op

Brak w symbolu klasy znaku **op** oznacza, że jednostka jest zamknięta lub hybrydowa.

1.8.4 Znak jednostki hybrydowej

Jeżeli jednostka jest hybrydowa, to za znakiem stopnia autonomii jednostki umieszcza się znak jednostki hybrydowej:

hyb

1.8.5 Znaki ograniczenia okresu ważności klasy

1.8.5.1 Jeżeli w wyniku przeglądu stwierdzono konieczność skrócenia okresu ważności klasy (patrz 1.5.6), to do symbolu klasy jednostki, której nadaje się, odnawia lub przywraca klasę, dodaje się odpowiedni znak ograniczenia okresu ważności klasy:

- <2** – przy ograniczeniu do 2 lat,
- <1** – przy ograniczeniu do 1 roku.

Znak taki umieszcza się za znakiem jednostki otwartej lub za znakiem jednostki hybrydowej, o ile takie występują.

1.8.5.2 Jednostką, którym klasę nadaje się lub odnawia na okres 5 lat, nie umieszcza się w symbolu klasy żadnego znaku okresu ważności klasy.

1.8.6 Znak niezatapialności

Jeżeli spełniony jest warunek niezatapialności określony w *Rozdziale 6 – Stateczność i niezatapialność*, to za znakiem ograniczenia okresu ważności klasy, o ile taki występuje, dodaje się znak niezatapialności:

n

1.8.7 Znak wzmocnienia lodowego

1.8.7.1 Jeżeli jednostka jest konstrukcyjnie przystosowana do żeglugi w drobno pokruszonych lodach oraz przy cienkiej skorupie lodowej, której kruszenie pod naporem kadłuba nie powoduje wyraźnego ograniczenia prędkości jednostki, to za znakiem niezatapialności, o ile taki występuje, dodaje się znak wzmocnienia lodowego:

L

Warunki nadania znaku wzmocnienia lodowego będą odrębnie rozpatrywane przez PRS, w oparciu o odpowiednie wymagania określone w *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

1.8.7.2 O konieczności nadania jednostce znaku wzmocnień lodowych decyduje jej Armator.

1.8.8 Znak ograniczenia pory dnia

Jeżeli ogranicza się żeglugę do pory dziennej, to za znakiem wzmocnienia lodowego, o ile taki występuje, dodaje się znak:

d

1.9 Dodatkowe informacje opisowe

Inne, związane z klasą jednostki dodatkowe wymagania, warunki lub ograniczenia, wykraczające poza zakres związany ze znakami dodatkowymi, umieszcza się w formie odpowiedniego zapisu w *Świadectwie klasy/Tymczasowym świadectwie klasy*.

1.10 Nadanie klasy

1.10.1 Przegląd zasadniczy dla nadania klasy ma na celu ustalenie możliwości nadania klasy jednostce zgłoszonej po raz pierwszy do klasyfikacji w PRS.

1.10.2 Szczegółowy zakres przeglądu zasadniczego w budowie ustala Placówka/Agencja PRS nadzorująca daną jednostkę, na podstawie niniejszych *Wytycznych*, zatwierdzonej dokumentacji i z uwzględnieniem lokalnych warunków budowy.

1.10.3 PRS może przyjąć do klasyfikacji jednostkę istniejącą, która ma ważną klasę innej instytucji klasyfikacyjnej, pod warunkiem przedstawienia jej do przeglądu zasadniczego dla nadania klasy w zakresie należnego przeglądu okresowego. Zakres tego przeglądu może być rozszerzony w zależności od wieku i stanu technicznego kadłuba, urządzeń i wyposażenia.

Po pozytywnym przeglądzie PRS może nadać klasę takiej jednostce na okres ważności posiadanego *Świadectwa klasy*.

1.10.4 Jednostka istniejąca, która uprzednio nie była klasyfikowana lub której klasa nadana przez inną instytucję klasyfikacyjną utraciła ważność, może być przyjęta do klasyfikacji i poddana przeglądowi zasadniczemu w zakresie ustalonym przez PRS na podstawie wymagań dla przeglądu dla odnowienia klasy, w zależności od wieku i stanu technicznego kadłuba, urządzeń i wyposażenia.

1.10.5 Przy zgłaszaniu do klasyfikacji jednostki istniejącej z klasą innej instytucji klasyfikacyjnej lub która uprzednio nie była klasyfikowana, należy przedstawić dokumentację techniczną w zakresie każdorazowo uzgodnionym z Centralą PRS, przy czym w uzasadnionych sytuacjach PRS może w ogóle zrezygnować z tego wymagania.

1.10.6 Jeżeli szczegóły konstrukcji lub wyposażenia jednostki przyjmowanej do klasy PRS nie odpowiadają wymaganiom niniejszych *Wytycznych*, a Armator przedstawi dowody ich zadowalającego działania w czasie dotychczasowej eksploatacji, wówczas PRS może zaakceptować je jako technicznie równoważne.

1.10.7 Okres ważności *Świadectwa klasy* liczy się od daty zakończenia przeglądu zasadniczego.

1.11 Utrzymanie klasy

1.11.1 Warunkiem utrzymania klasy jest:

- utrzymanie jednostki w należyтым stanie – jej kadłuba, urządzeń i wyposażenia,
- eksploataowanie jednostki zgodnie z warunkami określonymi w *Świadectwie klasy*, zgodnie z wytycznymi podanymi przez producentów urządzeń i wyposażenia oraz z zasadami dobrej praktyki,
- przeprowadzanie przeglądów okresowych w wyznaczonych terminach,
- wykonywanie zaleceń w wyznaczonych terminach,
- przeprowadzanie wymaganych przeglądów doraźnych.

1.11.2 Jednostki autonomiczne podlegają następującym przeglądom okresowym:

- przeglądowi pośredniemu,
- przeglądowi dla odnowienia klasy.

1.11.3 Przegląd pośredni ma na celu stwierdzenie czy kadłub i jego wyposażenie, urządzenia maszynowe i instalacje są utrzymane w należyтым stanie.

1.11.4 Przegląd dla odnowienia klasy ma na celu stwierdzenie czy kadłub, urządzenia i wyposażenie odpowiadają wymaganiom niniejszych *Wytycznych* i czy jednostka nadaje się do eksploatacji zgodnej z jej przeznaczeniem przez kolejny okres cyklu (5-letniego lub skróconego), pod warunkiem zachowania należytej obsługi i konserwacji.

1.11.5 W uzasadnionych przypadkach inspektor PRS może odstąpić od przeglądu poszczególnych urządzeń w stanie rozmontowanym lub przegląd ten ograniczyć, jeżeli oględziny zewnętrzne, pomiary i próby działania wykażą dobry stan techniczny danego urządzenia. Inspektor może również ograniczyć zakres przeglądów w stanie rozmontowanym silnika napędowego i silników pomocniczych na podstawie analizy protokołów z prac konserwacyjnych danego silnika.

1.12 Terminy przeglądów okresowych

1.12.1 Terminy przeglądów okresowych jednostki ustalane są w odniesieniu do daty rozpoczęcia cyklu klasyfikacyjnego.

1.12.2 PRS może skrócić okres między oględzinami, pomiarami lub próbami kadłuba, poszczególnych mechanizmów, urządzeń, instalacji i elementów wyposażenia, jeżeli okaże się to konieczne ze względu na ich stan techniczny lub warunki żeglugowe.

1.12.3 Przegląd pośredni przeprowadzany jest nie wcześniej niż dwa lata i nie później niż trzy lata po terminie liczonym od daty nadania, odnowienia lub przywrócenia klasy.

1.12.4 W razie ograniczenia okresu ważności klasy do 2 lat, przegląd pośredni, o ile obowiązuje, przeprowadzany jest nie wcześniej niż 3 miesiące przed i nie później niż 3 miesiące po upływie okresu rocznego, licząc od daty nadania, odnowienia lub przywrócenia klasy.

1.12.5 Przegląd dla odnowienia klasy

1.12.5.1 Przeglądy dla odnowienia klasy należy przeprowadzać w okresach nie przekraczających 5 lat. Jednak w szczególnych okolicznościach, na podstawie zgody udzielonej przez Centralę PRS, klasa zachowuje ważność do 3 miesięcy po upływie 5 lat.

1.12.5.2 Przegląd dla odnowienia klasy zakończony w okresie do 3 miesięcy przed lub po terminie upływu ważności klasy nie ma wpływu na terminy następnych przeglądów.

1.13 Zakresy przeglądów okresowych

1.13.1 Przegląd pośredni

Przegląd pośredni przeprowadza się na lądzie, przed konserwacją kadłuba oraz na wodzie, w stanie gotowym do żeglugi. Przegląd ten obejmuje:

- 1** przegląd następujących elementów kadłuba i wyposażenia, w tym oględziny w zakresie możliwym do przeprowadzenia oraz wymienione niżej pomiary i próby działania:
 - poszycia kadłuba,
 - stępki, wsporników wałów, środków ochrony przeciwkorozyjnej,
 - płetwy steru, wspornika steru, ułożyskowania steru, pomiar luzów w łożyskach,
 - śruby napędowej (lub innego pędnika),
 - pomiar luzu w łożysku wału śrubowego, o ile jest to możliwe bez demontażu wału,
 - otworów w poszyciu, armatury burtowej,
 - nadburcia, relingów,
 - pokładu, pokładówek, kokpitów, otworów pokładowych i ich zamknięć,
 - urządzeń sterowych oraz próby ich działania,
 - urządzeń kotwicznych (kotwic, łańcuchów, lin, wciągarek, stoperów, kluz) oraz próby działania wciągarek,
 - urządzeń cumowniczych (cum, liny holowniczej, kabestanów, kluz, knag, pachołków),
- 2** przegląd urządzeń maszynowych wraz z instalacjami rurociągów oraz instalacji elektrycznych, w tym:
 - próby działania silnika napędowego,
 - próby działania silnika(-ów) pomocniczego (jeżeli zainstalowano),
 - próby działania zdalnego zamykania zaworów na zbiornikach paliwa,
 - próby działania instalacji wentylacyjnych, w szczególności pomieszczenia silnika,
 - próby działania pomp zawieszonych i z niezależnym napędem,
 - próby działania instalacji zęzowej,

- oględziny i próby działania prądnic i baterii akumulatorów oraz urządzeń do przetwarzania energii elektrycznej,
- oględziny i próby działania rozdzielnic i przyłączy zasilania z lądu,
- oględziny i próby działania napędów elektrycznych,
- próby działania systemów pracy autonomicznej,
- próby działania systemów zdalnego sterowania,
- próby działania oświetlenia pomieszczeń,
- próby działania latarni sygnałowo-pozycyjnych,
- próby działania systemów sygnalizacji i automatyzacji.

1.13.2 Przegląd dla odnowienia klasy

Przegląd dla odnowienia klasy obejmuje zakres przeglądu pośredniego, a ponadto:

.1 przegląd kadłuba i wyposażenia:

- oględziny dna, grodzi, poszycia pokładów, wiązań, rurociągów, zęz,
- oględziny skrajników, , zamocowania balastu wewnętrznego,
- oględziny wewnętrzne armatury burtowej, o ile jest to możliwe ze względu na konstrukcję tej armatury,
- oględziny płetwy steru,
- oględziny fundamentów silników i mechanizmów,
- oględziny dostępnych elementów mocujących zbiorniki wstawiane,
- oględziny zbiorników integralnych i wstawianych oraz próby szczelności w zależności od wyników ich oględzin,
- próby szczelności zamknięć otworów pokładowych w zależności od wyników oględzin;

.2 pomiary grubości elementów konstrukcyjnych kadłuba jednostek metalowych w zależności od wyników ich oględzin;

.3 oględziny i próby następujących urządzeń maszynowych (oraz pomiary, tam gdzie to ma uzasadnienie), które wymagane są w zakresie nie szerszym niż niezbędny dla prawidłowej oceny ich stanu technicznego:

- silnika napędowego – oględziny elementów ważnych dla prawidłowej pracy silnika, mechanizmów i urządzeń zawieszonych na silniku, zamocowania silnika do fundamentu,
- przekładni,
- sprzęgła,
- wałów pośrednich i oporowych (jeżeli zastosowano) łącznie z łożyskami,
- pomp z napędem niezależnym,
- oględziny i próby działania instalacji wody chłodzącej, paliwa, spalinowej oraz hydraulicznej i pneumatycznej (jeżeli występują),
- oględziny instalacji wentylacyjnych,
- oględziny torów kablowych i przejść kabli przez przegrody,
- pomiar rezystancji izolacji sieci elektrycznej w zależności od wyników oględzin,
- oględziny ochrony odgromowej i uziemienia,
- sprawdzenie przyrządów pomiarowych i kontrolnych;

.4 przegląd wału śrubowego.

1.14 Przeglądy doraźne

1.14.1 Postanowienia ogólne

1.14.1.1 Przeglądy doraźne są przeprowadzane w razie zgłoszenia jednostki lub poszczególnych jej mechanizmów, urządzeń, instalacji i elementów wyposażenia do przeglądu we wszystkich innych przypadkach niż przegląd zasadniczy i przeglądy okresowe.

1.14.1.2 Przegląd doraźny może być dokonywany na zlecenie Armatora lub ubezpieczyciela, w zakresie niezbędnym do wykonania ich zlecenia.

1.14.1.3 Zakres przeglądów doraźnych i sposób ich przeprowadzania ustala Placówka/Agencja PRS, zależnie od celu przeglądu oraz wieku i stanu technicznego jednostki.

1.14.2 Przegląd poawaryjny

1.14.2.1 Jednym z przeglądów doraźnych jest przegląd poawaryjny, któremu należy poddać jednostkę w razie uszkodzenia kadłuba, mechanizmów, urządzeń, instalacji i elementów wyposażenia objętych wymaganiami niniejszych *Wytycznych* i podlegających nadzorowi technicznemu PRS.

Obowiązek niezwłocznego zgłoszenia do PRS awarii ciąży na Armatorze.

1.14.2.2 Przegląd poawaryjny ma na celu ustalenie rozmiaru uszkodzeń, uzgodnienie zakresu prac związanych z usunięciem skutków awarii oraz określenie możliwości i warunków utrzymania lub przywrócenia klasy.

1.15 Zawieszenie i utrata klasy

1.15.1 Klasa jednostki zostaje zawieszona automatycznie z następujących przyczyn:

- .1 uszkodzenie kadłuba, awaria urządzeń, instalacji lub wyposażenia objętych wymaganiami niniejszych *Wytycznych*,
- .2 przekroczenie warunków eksploatacyjnych, określonych w *Świadectwie klasy*,
- .3 przekroczenie przewidzianego w niniejszych *Wytycznych* terminu przeglądu dla odnowienia klasy lub przeglądu pośredniego,
- .4 przekroczenie terminu wykonania zaleceń,
- .5 zmiana Armatora, portu macierzystego (jeśli dotyczy) lub parametrów technicznych.
- .6 nieuiszczenie przez Armatora opłat za czynności nadzorcze w uzgodnionym terminie. O zamiarze zawieszenia klasy z tego powodu PRS informuje Armatora z miesięcznym wyprzedzeniem. Przywrócenie klasy następuje po uregulowaniu tych opłat.

Z wyjątkiem przyczyn określonych w .2, .5 i .6 przywrócenie klasy może nastąpić po przeprowadzeniu odpowiedniego przeglądu.

1.15.2 Utrata klasy jednostki następuje z wymienionych poniżej przyczyn:

- .1 wprowadzenie bez zgody PRS zmian konstrukcyjnych kadłuba, mechanizmów, urządzeń i instalacji objętych wymaganiami niniejszych *Wytycznych*,
- .2 zawieszenie klasy trwające dłużej niż 6 miesięcy; jednakże na wniosek Armatora PRS może wyrazić zgodę na przedłużenie okresu zawieszenia klasy jednostki,
- .3 zatonięcie lub kasacja,
- .4 pisemny wniosek Armatora o wykreślenie jednostki z Rejestru PRS.

Jednostka, która utraciła klasę, może być na wniosek Armatora poddana przeglądowi w celu przywrócenia klasy. Zakres przeglądu każdorazowo ustala PRS.

2 DOKUMENTACJA TECHNICZNA JEDNOSTKI

2.1 Dokumentacja klasyfikacyjna jednostki w budowie

Przed rozpoczęciem budowy jednostki należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia lub do wglądu dokumentację w takim zakresie, w jakim to ma zastosowanie, biorąc pod uwagę typ i wielkość jednostki, jej urządzenia i wyposażenie.

Wymienione w 2.1.1 do 2.1.66 pozycje dokumentacji mogą być odpowiednio łączone na jednym rysunku, pod warunkiem pokazania wszystkich wymaganych informacji.

2.1.1 Dokumentacja ogólna

- .1 Opis techniczny jednostki z podaniem jej przeznaczenia, wymiarów głównych, innych podstawowych danych technicznych, wskaźnika wyposażenia, rejonu żeglugi, przewidywanego symbolu klasy, projektowanej prędkości, opisu urządzeń i instalacji, a także wykazu wyposażenia kotwicznego i cumowniczego.
- .2 Plan ogólny.
- .3 Linie teoretyczne (do wglądu) z podaniem wartości wyporności konstrukcyjnej oraz położenia środka wyporu.
- .4 Analiza stateczności w zakresie zgodnym z wymaganiami niniejszych *Wytycznych*.
- .5 Analiza niezatapialności w zakresie zgodnym z wymaganiami niniejszych *Wytycznych*.

2.1.2 Dokumentacja kadłubowa

- .1 Zład poprzeczny.
- .2 Zład wzdłużny.
- .3 Rysunek konstrukcyjny pokładu, pokładówek i nadbudówki.
- .4 Opis technologii budowy kadłuba jednostki.
- .5 Rozwinięcie poszycia dla jednostek z poszyciem metalowym.
- .6 Plan laminowania kadłuba i pokładu dla jednostek z laminatu.
- .7 Rysunek fundamentu silnika napędowego.

2.1.3 Dokumentacja wyposażenia kadłuba

- .1 Plan otworów w pokładzie, pokładówkach i nadbudówkach, z uwidocznieniem wysokości zrębnic i konstrukcji zamknięć otworów.
- .2 Plan urządzenia sterowego, rysunek steru i jego ułożyskowania.
- .3 Plan urządzenia kotwicznego i urządzeń cumowniczych – dla wskaźnika wyposażenia.
- .4 Plan otworów w poszyciu dna i burt z ich rozmieszczeniem i armaturą.
- .5 Plan wentylacji – przy prostych instalacjach wystarczy oznaczyć otwory wentylacyjne na Planie ogólnym i zamieścić odpowiednią informację w Opisie technicznym.

2.1.4 Dokumentacja urządzeń maszynowych

- .1 Plan pomieszczenia silnika z podaniem charakterystyki urządzeń maszynowych.
- .2 Schematy i opis sterowania autonomicznego
- .3 Plan linii wałów z uwidocznieniem konstrukcji i wymiarów pochwy, wału śrubowego, wraz z danymi do obliczeń linii wałów – nie jest wymagany, jeżeli linia wałów jest dostarczana w komplecie z silnikiem napędowym.
- .4 Schemat instalacji rurociągów zęzowych, paliwowych, wody chłodzącej, spalinowych.
- .5 Rysunki zbiorników paliwowych z armaturą.
- .6 Schemat instalacji hydraulicznej i pneumatycznej (jeśli występują).

2.1.5 Dokumentacja urządzeń elektrycznych

- .1 Schemat zasadniczy instalacji elektrycznej wraz z zestawieniem danych o obwodach, zastosowanych zabezpieczeniach i przekrojach kabli.
- .2 Schemat rozdzielnic głównej.
- .3 Bilans energetyczny i obliczenia doboru akumulatorów.

2.2 Dokumentacja klasyfikacyjna jednostki w przebudowie i odbudowie

2.2.1 Przed przystąpieniem do przebudowy lub odbudowy jednostki należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia dokumentację tych części kadłuba, mechanizmów i wyposażenia jednostki, które ulegają przebudowie lub odbudowie, a także uaktualnioną analizę stateczności, o ile okaże się to konieczne, zgodnie z wymaganiami *Rozdziału 6 – Stateczność i niezatapialność*.

2.2.2 W razie instalowania na jednostce eksploatowanej nowych, objętych wymaganiami niniejszych *Wytycznych* mechanizmów lub urządzeń różniących się od dotychczasowych, należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia uzupełniającą dokumentację nowych instalacji związanych z tymi mechanizmami lub urządzeniami, w zakresie wymaganym dla jednostki w budowie.

2.3 Dokumentacja bezpieczeństwa

- .1 Uzasadnienie bezpieczeństwa¹, które obejmuje:
 - Środki kontroli ryzyka² zidentyfikowane podczas procesu projektowania, weryfikacji i walidacji projektu obejmujące redundancję systemów,
 - Procedury awaryjne;
 - Stan minimalnego ryzyka³ czyli predefiniowany tryb operacyjny systemu autonomicznego lub zdalnie sterowanego który jest uruchamiany w przypadku degradacji funkcjonalnej lub przekroczenia operacyjnej domeny projektowej i ma na celu ograniczenie ryzyka do poziomu możliwie najniższego poprzez przejście do bezpiecznej konfiguracji systemu;
 - Poziom cyberbezpieczeństwa (MSC-FAL.1/Circ.3) (informacje o zabezpieczeniu połączenia z serwerem komunikacyjnym, lub centrum zdalnego sterowania (ROC), ograniczenia przed nieuprawnionym dostępem etc.),
 - Procedury operacyjne oraz dowody weryfikacji i walidacji takie jak testy systemu, symulacje, opis prób morskich i walidację algorytmów AI.
 - Wnioski i deklaracja akceptowalności przyjętych środków kontroli ryzyka zawierające stwierdzenia czy osiągnięty poziom ryzyka po przeprowadzeniu analizy i oceny zgodnie z *Rozdziałem 3 – Analiza ryzyka* spełnia wymagania niniejszych *Wytycznych* i Administracji morskiej oraz czy system może zostać dopuszczony do eksploatacji
- .2 Koncepcja wykorzystania operacyjnego ConOps definiująca docelowy model eksploatacji jednostki określający: poziom autonomii, granice odpowiedzialności człowieka i systemu, architekturę funkcjonalną, scenariusze operacyjne oraz warunki brzegowe i ograniczenia środowiskowe. Koncepcja stanowi podstawę do analizy ryzyka, specyfikacji wymagań technicznych, procesu weryfikacji i walidacji.

¹ Safety case

² Risk Control Measures

³ Minimum Risk Condition (MRC)

Koncepcja powinna zawierać:

- charakterystykę i deklarację misji jednostki
 - sposób prowadzenia operacji żeglugowych przy ustalonym poziomie autonomii,
 - zakres autonomii jednostki,
 - opis interakcji człowiek – centrum zdalnego sterowania,
 - procedury postępowania w sytuacjach normalnych i awaryjnych takich jak utrata łączności, awaria napędu itp.,
 - opis odpowiedzialności operatorów oraz załogi (jeśli występuje),
 - architekturę systemu np. radar(y), LIDAR(y), kamery, systemy decyzyjne sztucznej inteligencji (AI)⁴ itp.
 - scenariusze operacyjne: wyjście z portu, żegluga przybrzeżna, zatokowa, morska, zapobieganie kolizjom, manewrowanie w porcie,
 - wstępnie zdefiniowane stany awaryjne dla poszczególnych operacji.
- .3** Operacyjna domena projektowa, która określa warunki środowiskowe i operacyjne kiedy jednostka autonomiczna może funkcjonować bezpiecznie np.:
- obszar geograficzny i rodzaj akwenu (przybrzeżny / zatokowy / morski),
 - ograniczenia pogodowe (fala, wiatr, widzialność),
 - gęstość ruchu statków i obecność infrastruktury VTS,
 - dostępność łączności (GNSS, satelitarna),
 - ograniczenia techniczne jednostki (prędkość, manewrowość, autonomia),

.4 Analiza ryzyka

Analiza ryzyka może być przeprowadzona przy użyciu macierzy ryzyka 7x7.

W uzasadnionych przypadkach PRS może wymagać dokumentacji uzupełniającej takiej jak:

- Identyfikacja Zagrożeń (HAZID)⁵ zapisanych w Rejestrze zagrożeń (HR)⁶ np. zagrożenia operacyjne, zagrożenia systemowe (AI, czujniki), scenariusze kolizyjne, utratę łączności itp.
- Analiza odchyłeń procesowych/systemowych (HAZOP)⁷ zapisanych w Liście potencjalnych zagrożeń zawierającej ich przyczyny i skutki. Analiza identyfikuje odchylenia od zamierzonego działania (np. „brak sygnału”, „brak/spóźniona reakcja czujnika”) i ma na celu:
 - identyfikację zagrożeń czyli wykrycie potencjalnych niebezpiecznych zdarzeń związanych z funkcjonowaniem systemu;
 - analizę operacyjności czyli sprawdzenie, czy system będzie działał zgodnie z założeniami i czy możliwe są odchylenia od normalnego działania;
 - ocenę skutków i przyczyn odchyłeń dotyczących konsekwencji które mogą wynikać z błędów procesowych lub projektowych.

⁴ AI – Artificial Intelligence

⁵ HAZID – Hazard Identification

⁶ HR – Hazard Register

⁷ HAZOP - Hazard and Operability Study

- Formalna Ocena Bezpieczeństwa (FSA)⁸ polegająca na identyfikacji zagrożeń, ocenie ryzyka oraz zdefiniowaniu środków redukcji ryzyka zgodnie z Wytycznymi IMO do Formalnej Oceny Bezpieczeństwa⁹. Metoda ta uwzględnia Rejestr zagrożeń HAZID, Listę potencjalnych zagrożeń z ich przyczynami i skutkami HAZOP, Analizę środków redukcji ryzyka i prawdopodobieństwa wystąpienia, ocenę opłacalności środków i rekomendacje dla decydentów.

2.4 Dokumentacja pozaklasyfikacyjna

Wymaganą dokumentację pozaklasyfikacyjną podano w 11.4, 12.4, 13.4, 14.4, 15.4 i 16.4.

⁸ FSA – Formal Safety Assessment

⁹ MSC-MEPC.2/Circ.12 Guidelines for Formal Safety Assessment

3 ANALIZA RYZYKA

3.1 Cel analizy ryzyka

3.1.1 Analizę ryzyka należy przeprowadzić dla każdej jednostki dla której ma być wydane *Świadectwo Klasy*. Analiza ryzyka podlega zatwierdzeniu przez PRS i ma na celu zapewnienie, że poziom ryzyka operacyjnego, technicznego i cybernetycznego jest akceptowalny w całym cyklu życia jednostki.

3.1.2 Celem analizy ryzyka jest określenie zagrożeń wynikających ze stosowania funkcji autonomicznych lub realizowanych zdalnie, które wpływają na osoby na pokładzie, środowisko i bezpieczeństwo jednostki. W analizie należy wziąć pod uwagę określone cele i wymagania funkcjonalne jednostki i ograniczyć poziom ryzyka do poziomu niskiego – akceptowalnego lub umiarkowanego – akceptowalnego warunkowo (dodatkowy monitoring) oraz wyeliminować poziomy wysokiego i niedopuszczalnego ryzyka przez redukcję ryzyka np. systemy redundantne.

3.2 Określenia

- .1 Autonomiczny** – procesy lub urządzenia zaprojektowane i zweryfikowane w taki sposób, aby w określonych warunkach mogły być sterowane przez systemy automatyczne bez udziału człowieka
- .2 Interfejs człowiek-maszyna (HMI)** – część systemu, z którą operator wchodzi w interakcje. Interfejs stanowi zbiór środków umożliwiających użytkownikom interakcję z maszyną, urządzeniem lub systemem. Zapewnia środki wprowadzania danych umożliwiające użytkownikom sterowanie systemem oraz środki wyprowadzania danych umożliwiające systemowi przekazywanie informacji użytkownikom.
- .3 Koncepcja wykorzystania operacyjnego (ConOps)** – dokument opisujący charakterystyki jednostki.
- .4 Monitorowanie** – wykorzystanie pomiarów oraz metod analitycznych w celu określenia stanu jednostki, w tym jej systemów i komponentów, oraz wszelkich zmian tego stanu.
- .5 Niedopuszczalne ryzyko** – poziom ryzyka, który nie jest ani pomijalny, ani dopuszczalny.
- .6 Operacyjna domena projektowa (ODD)** – zakres projektowy, w którym system może funkcjonować zgodnie ze swoim przeznaczeniem. Obejmuje on zarówno zdarzenia wewnętrzne, takie jak awarie lub obniżenie funkcjonalności komponentów bądź podsystemów, jak i istotne czynniki zewnętrzne, takie jak dostępność zasobów oraz uwarunkowania geograficzne lub środowiskowe.
- .7 Projektowanie zorientowane na człowieka** – podejście do projektowania i rozwoju systemów mające na celu zwiększenie użyteczności systemów interaktywnych poprzez koncentrację na sposobie ich użytkowania oraz zastosowanie wiedzy i technik z zakresu czynników ludzkich, ergonomii i użyteczności.
- .8 Przejęcie kontroli** – przejęcie kontroli nad funkcjami lub systemami, które są sterowane autonomicznie lub zdalnie.
- .9 Stan awaryjny** – uprzednio zdefiniowany stan, w który przechodzi jednostka w przypadku, gdy nie jest możliwe utrzymanie jej działania w ramach eksploatacyjnych.
- .10 Tryby eksploatacji (MoO)** – stan lub stany, w których realizowane są funkcje jednostki tj. w trybie zdalnie sterowanym lub autonomicznym, z osobami na pokładzie lub bez nich.

.11 Zagrożenia – sytuacje stwarzające potencjalne zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzi, mienia albo środowiska.

3.3 Stopnie autonomii jednostek

3.3.1 Dla wymaganej niniejszym *Rozdziałem 3* analizy ryzyka ustalono stopnie autonomii jednostek zgodnie z Cyrkularzem IMO dotyczącym stopnia autonomii Morskich Autonomicznych Statków Nawodnych (MASS)¹⁰ jak w poniższej Tabeli 3.3.1:

Tabela 3.3.1
Stopnie autonomii jednostek

Stopień 1 Jednostka z procesami zautomatyzowanymi i systemami wspomagania decyzji Na pokładzie znajdują się osoby w celu obsługi i kontroli systemów oraz funkcji jednostki. Niektóre operacje mogą być zautomatyzowane i okresowo wykonywane bez bezpośredniego nadzoru, jednak przy obecności osób na pokładzie gotowych do przejęcia kontroli.
Stopień 2 Jednostka zdalnie sterowana z osobami na pokładzie Jednostka jest kontrolowana i obsługiwana z innej lokalizacji. Na pokładzie znajdują się osoby zdolne do przejęcia kontroli oraz obsługi systemów i funkcji jednostki.
Stopień 3 Jednostka zdalnie sterowana bez osób na pokładzie Jednostka jest kontrolowana i obsługiwana z innej lokalizacji. Na pokładzie nie ma osób.
Stopień 4 Jednostka w pełni autonomiczna System operacyjny jednostki jest zdolny do samodzielnego podejmowania decyzji oraz określania i realizowania działań.

3.3.2 Niniejsze *Wytyczne* dotyczą jednostek ze stopniem autonomii 2, 3 i 4.

3.4 Wymagania dotyczące analizy ryzyka

3.4.1 Analiza ryzyka powinna być przeprowadzona w celu wykazania, że realne zagrożenie podczas eksploatacji jednostki jest mniejsze niż akceptowalny teoretyczny poziom bezpieczeństwa określony na podstawie kryteriów akceptacji ryzyka.

3.4.2 Należy przeprowadzić analizę ryzyka, aby zapewnić, że poziom bezpieczeństwa takich jednostek będzie równoważny lub wyższy niż jednostek konwencjonalnych.

3.4.3 Analizę rozpoczyna się od zidentyfikowania potencjalnych zagrożeń we wszystkich trybach eksploatacji jednostki dla funkcji zdalnego sterowania i monitoringu, łączności, nawigacji, manewrowania, napędu, zasilania elektrycznego, kontroli szczelności kadłuba, odpompowania wody z zęz i bezpieczeństwa pożarowego itp.

3.4.4 Zagrożenia dzieli się na kategorie:

- techniczne np. awaria systemu sterowania, utrata zasilania, awaria napędu, błędy czujników (radar, lidar, AIS, GPS);
- autonomiczne np. błędna klasyfikacja obiektów, błąd algorytmu unikania kolizji, błąd uczenia modelu;
- operacyjne i środowiskowe np. ekstremalne warunki pogodowe, dryf obiektu, kolizja z inną jednostką;

¹⁰ MSC.1/Circ.1638 – „Outcome of the Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)” (2021)

- cyberbezpieczeństwo np. przejęcie kontroli, zakłócenia GNSS – Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej, atak na system komunikacyjny, modyfikacja oprogramowania;
- ochrona dostępu do urządzeń jednostki przed ingerencją osób nieuprawnionych;
- organizacyjne np. błąd operatora w Zdalnym Centrum Operacyjnym (ROC), brak aktualizacji systemu, niewłaściwe procedury awaryjne.

3.4.5 Analiza ryzyka powinna obejmować:

- systemy autonomiczne w tym błędy algorytmów autonomii,
- systemy zdalnego sterowania
- interfejs człowiek-maszyna¹¹,
- systemy komunikacji w tym utrata łączności ze centrum zdalnego sterowania,
- zagrożenia cybernetyczne,
- scenariusze awaryjne np. bezpieczny w razie awarii¹², zachowujący działanie mimo awarii¹³,
- bezpieczeństwo załogi, jeżeli dotyczy,
- ochronę środowiska.

3.5 Ocena ryzyka

3.5.1 Narzędzia wykorzystywane do oceny ryzyka między innymi obejmują wykorzystanie metod:

- FMEA/FMECA – analizy trybów i skutków uszkodzeń,
- FTA – analizy drzewa błędów
- FSA – formalnej oceny bezpieczeństwa zgodnie z MSC-FAL.1/Circ.3
- macierze ryzyka
- oceny ryzyka cybernetycznego zgodnie z MSC-FAL.1/Circ.3

3.5.2 W przypadku jednostek, których koncepcja wykorzystania operacyjnego (ConOps) jest ograniczona i operacyjna domena projektowa (ODD) ogranicza ich stosowanie, ocenę ryzyka można przeprowadzić przy użyciu macierzy ryzyka 7x7. Dla jednostek zdalnie sterowanych widocznych przez operatora zdalnego PRS może dopuścić ocenę ryzyka z wykorzystaniem macierzy ryzyka 5x5.

3.5.3 Ryzyko definiuje się jako:

$$R = P \times C$$

R – wskaźnik ryzyka

P – skala prawdopodobieństwa (P)

C – skala konsekwencji (K)

3.5.4 Skala prawdopodobieństwa

Prawdopodobieństwo można podzielić na siedem poziomów jak w poniższej Tabeli 3.5.4:

¹¹ HMI – Human Machine Interface

¹² Fail-safe

¹³ Fail-operational

Tabela 3.5.4
Skala prawdopodobieństwa

Poziom	Opis	Częstość ¹⁴
1	Skrajnie mało prawdopodobne	$< 10^{-6}$ / rok
2	Bardzo rzadkie	$10^{-6} - 10^{-5}$
3	Rzadkie	$10^{-5} - 10^{-4}$
4	Sporadyczne	$10^{-4} - 10^{-3}$
5	Możliwe	$10^{-3} - 10^{-2}$
6	Prawdopodobne	$10^{-2} - 10^{-1}$
7	Częste	$> 10^{-1}$

3.5.5 Skala konsekwencji

Możliwe konsekwencje można podzielić na siedem poziomów jak w poniższej Tabeli 3.5.5:

Tabela 3.5.5
Skala konsekwencji

Poziom	Opis	Skutek
1	Nieistotne	brak wpływu
2	Małe	drobne zakłócenia
3	Umiarkowane	lokalne uszkodzenia
4	Poważne	utrata funkcji systemu
5	Znaczne	poważne uszkodzenie jednostki
6	Krytyczne	utrata jednostki
7	Katastrofalne	wielokrotne ofiary/poważne skutki środowiskowe

3.5.6 Poziom ryzyka

Poziom ryzyka dzielimy na cztery grupy jak w poniższej Tabeli 3.5.6:

Tabela 3.5.6
Poziom ryzyka

Kolor	Poziom ryzyka	Zakres ryzyka	Interpretacja
Zielony	Niskie	1–7	Akceptowalne
Żółty	Umiarkowane	8–14	Akceptowalne warunkowo (monitoring)
Pomarańczowy	Wysokie	15–28	Wymagana redukcja ryzyka
Czerwony	Niedopuszczalne	29–49	Niedozwolone/konieczna eliminacja

3.5.7 Macierz poziomów ryzyka

Macierz poziomów ryzyka jest przedstawiona w poniższej Tabeli 3.5.7:

¹⁴ Można określić przy pomocy metod statystycznych

Tabela 3.5.7
Macierz ryzyka

Konsekwencje Prawdopodobieństwo	1	2	3	4	5	6	7
7	7	14	21	28	35	42	49
6	6	12	18	24	30	36	42
5	5	10	15	20	25	30	35
4	4	8	12	16	20	24	28
3	3	6	9	12	15	18	21
2	2	4	6	8	10	12	14
1	1	2	3	4	5	6	7

3.5.7.1 Macierz ryzyka interpretujemy następująco:

- kolor zielony – ryzyko niskie – ryzyko jest akceptowalne, nie wymaga dodatkowych działań i należy utrzymać istniejące środki kontroli;
- kolor żółty – ryzyko umiarkowane – ryzyko jest dopuszczalne warunkowo i procesy należy monitorować, analizować trendy;
- kolor pomarańczowy – ryzyko wysokie – ryzyko nie jest akceptowalne bez podjęcia odpowiednich działań jak: środki redukcji ryzyka i i wdrożenie systemów redundantnych;
- kolor czerwony – ryzyko niedopuszczalne – wymaga zmiany projektu w celu eliminacji zagrożeń.

3.5.7.2 PRS może zaakceptować poziomy ryzyka zaznaczone kolorem zielonym lub żółtym.**3.5.8** Środki kontroli ryzyka

3.5.8.1 Zarządzanie ryzykiem polega po pierwsze na zapobieganiu ryzyka a jeżeli to nie jest możliwe to na łagodzeniu ryzyka. Jeżeli zidentyfikowanego ryzyka nie da się uniknąć to dla jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej powinny być opracowane Procedury awaryjne¹⁵. Środki kontroli ryzyka mogą wymagać zmian w projekcie, redundancji systemów, dodatkowych systemów monitorowania lub wprowadzenia ograniczeń operacyjnych. Szczególną uwagę należy zwrócić na redundancję systemów napędu, zasilania, łączności, zgodność systemów autonomicznych z wymaganiami konwencji COLREG, logikę awaryjną sterowania autonomicznego i zabezpieczenia cybernetyczne.

3.5.8.2 Środki kontroli ryzyka obejmują:

- redundancję – podwójne systemy zasilania, napędu, redundantne czujniki, zapasowy system komunikacji;
- walidację sztucznej inteligencji – testy symulacyjne, testy w scenariuszach skrajnych. Walidacja na danych rzeczywistych;
- cyberbezpieczeństwo – szyfrowanie komunikacji, segmentacja sieci, systemy wykrywania włamań IDS, systemy zapobiegania włamaniom IPS
- procedury awaryjne – automatyczne zatrzymanie, przejęcie kontroli przez operatora, dryf kontrolowany.

3.5.8.3 W poszczególnych częściach niniejszych *Wytycznych* zostały określone wymagane przez PRS środki kontroli ryzyka dla systemów instalowanych na jednostkach.

¹⁵ Fail Safe Procedures

4 PRÓBY JEDNOSTKI

Program prób jednostek autonomicznych należy przygotować biorąc pod uwagę wytyczne wprowadzone przez IMO w dokumencie: *Interim Guidelines for MASS trials (MSC.1/Circ.1604)*. Program prób powinien zostać każdorazowo ustalony z Centralą PRS w zależności od konstrukcji oraz przeznaczenia jednostki.

4.1 Przygotowanie do wodowania

4.1.1 Program prób wodowania jednostek należy zatwierdzić w Centrali PRS, biorąc pod uwagę urządzenia do wodowania oraz cechy konstrukcyjne jednostki.

4.1.2 Program prób wodowania powinien zawierać między innymi:

- .1 Wyposażenie w obowiązkowe środki ochrony indywidualnej osób upoważnionych do wykonania/obserwowania testów;
- .2 Osoby upoważnione do obsługi systemu, testów lub narzędzi muszą posiadać odpowiednie kwalifikacje (np. uprawnienia do pomiarów elektrycznych, uprawnienia do kierowania jednostką, uprawnienia do podnoszenia itp.);
- .3 Kontrola wizualna jednostki: pokład, maszt, siłownia, zbiorniki, pomieszczenia elektryczne, baterie, gondola, stępka, śruba, ster, kadłub;
- .4 Uruchomienie testowe systemu od strony Statku-Matki, min.: łącza Wifi, Iridium, GPS, VHF, Radar, wgląd do kamer, mikrofony w zależności od zainstalowanych urządzeń na jednostce autonomicznej;
- .5 Dokładny opis procedury wodowania wliczający urządzenia, które zostaną do tego wykorzystane.

4.2 Próby w ruchu

4.2.1 Program prób w ruchu jednostek należy zatwierdzić w Centrali PRS, biorąc pod uwagę moc urządzeń napędowych oraz cechy konstrukcyjne jednostki. Na jednostkach wypornościowych należy sprawdzić, czy na spokojnej wodzie osiągają prędkość 6 węzłów.

4.2.2 Przyjmuje się, że próby w ruchu nie powinny trwać dłużej niż 6 godzin. Próby powinny być przeprowadzone w obecności inspektora PRS, na wodach morskich przy sile wiatru od 2 do 4°B.

4.2.3 Próby powinny obejmować:

- rozruch i manewrowanie silnikiem napędowym,
- systemy autonomiczne jednostki,
- systemy łączności i sterowania,
- symulowane stany awaryjne,
- sprawdzenie działania instalacji paliwowej, spalinowej, zęzowej, wody morskiej chłodzącej, elektrycznej, radiowej,
- przygotowanie do użycia sprzętu ratunkowego i przeciwpożarowego (jeśli ma zastosowanie),
- obserwację szczelności otworów pokładowych,
- sprawdzenie działania odpływów kokpitowych i pokładowych,

- sprawdzenie działania urządzenia kotwicznego (jeśli ma zastosowanie) przez wykonanie próby kotwiczania na głębokości równej jednej trzeciej długości łańcucha (liny kotwicznej) lub mniejszej, zależnie od decyzji inspektora.

4.2.4 Wszystkie manewry powinny być wykonane przy następujących kursach na wiatr, z wiatrem oraz w półwiatrze oraz powinny obejmować

- wykonanie pełnej cyrkulacji w obu kierunkach,
- wykonanie ósemki w obu kierunkach.

4.2.5 W przypadku jednostek ślizgowych należy wykonać próby zwrotności na spokojnej wodzie, przy stałej prędkości i trymie, poprzez wykonanie gwałtownego obrotu koła sterowego (kierownicy) o 180° i trzymanie go w tej pozycji aż do zmiany kursu o 90°; próbę tę należy powtarzać zwiększając prędkość aż do wartości, przy której „sternik” może jeszcze utrzymać kontrolę nad jednostką. Prędkość tę należy porównać z prędkością obliczeniową (wynikającą z konstrukcji kadłuba, podaną w zatwierdzanej dokumentacji) lub z prędkością deklarowaną przez producenta jednostki.

4.2.6 Próby jazdy wstecz na spokojnej wodzie; podczas tej próby powinna być zachowana zdolność manewrowa jednostki i nie powinno występować zalewanie rufy.

4.2.7 Zakres prób mechanicznych urządzeń napędowych należy ustalić w zależności od mocy silnika. Dla mechanicznych urządzeń napędowych o mocy mniejszej niż 75 kW, czas wykonania tych prób nie powinien być mniejszy niż:

- 30 min – praca naprzód,
- 5 min – praca wstecz.

4.2.8 Wszystkie jednostki motorowe produkowane seryjnie (poza jednostkami prototypowymi podlegającymi pełnym próbom) powinny być poddane próbom w ruchu co najmniej w zakresie:

- prób mechanicznych urządzeń napędowych,
- prób głównego i awaryjnego urządzenia sterowego.

5 KADŁUB I WYPOSAŻENIE

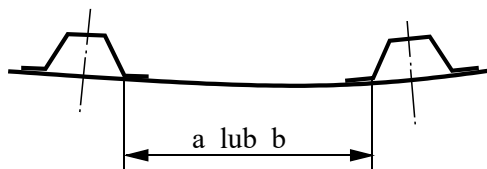
5.1 Określenia i oznaczenia

- .1 **Długość kadłuba (L_H)** [m] – odległość pomiędzy skrajnymi punktami kadłuba jednostki, mierzona równolegle do wodnicy jednostki załadowanej, bez uwzględniania elementów należących do wyposażenia kadłuba, a wystających poza obrys właściwego kadłuba, takich jak ster, bukszpryt, odbojnice itp., zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 8666.
- .2 **Długość w linii wodnej (L_w)** [m] – długość jednostki mierzona na wodnicy konstrukcyjnej pomiędzy skrajnymi punktami kadłuba na rufie i dziobie.
- .3 **Szerokość (B)** [m] – największa szerokość kadłuba jednostki, mierzona od zewnętrznych powierzchni poszycia, z pominięciem odbojnic.
- .4 **Zanurzenie (T)** [m] – największa pionowa odległość między płaszczyzną wodnicy jednostki załadowanej a dolną krawędzią stępki lub najniższym punktem podwodnej części konstrukcji kadłuba, jeżeli wystaje ona poza obrys stępki.
- .5 **Wysokość boczna (H)** [m] – pionowa odległość mierzona w płaszczyźnie owręza, przy burcie, od dolnej krawędzi stępki do:
 - górnej krawędzi najwyższego pokładu ciągłego, a w przypadku jednostki z zaoblonym połączeniem pokładu z burtą do punktu przecięcia teoretycznych linii pokładu i burty, osiągniętych przez ekstrapolację, z pominięciem zaoblenia
 - górnej krawędzi burty, w przypadku jednostki bezpokładowej
- .6 **Objętość wyporności konstrukcyjnej (V_k)** [m³] – objętość zanurzonej części kadłuba jednostki całkowicie wyposażonej do żeglugi, ale bez ładunku załogi, paliwa, wody i żywności.
- .7 **Wytrzymałość materiału na rozciąganie (R_m)** [MPa].
- .8 **Wytrzymałość materiału na zginanie (R_g)** [MPa].
- .9 **Moduł sprężystości materiału przy rozciąganiu (E_m)** [MPa].
- .10 **Moduł sprężystości materiału przy zginaniu (E_g)** [MPa].

5.2 Poszycie

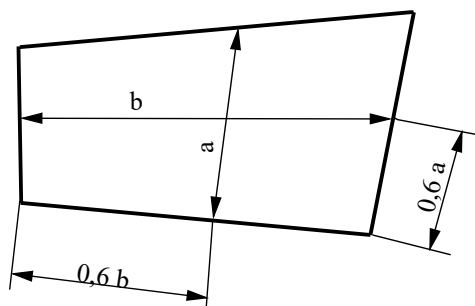
5.2.1 Podane w niniejszych Wytycznych wymagania dotyczące poszycia odniesione są do prostokątnej płyty o niewielkiej krzywiznie, usztywnionej na brzegach.

5.2.2 Podstawowe wymiary płyty (szerokość a i długość b) mierzone są do najbliższych krawędzi usztywnień, jak pokazano na rys. 5.2.2-1. Przyjmuje się, że $b \geq a$.



Rys. 5.2.2-1

Jeżeli płyta nie jest prostokątem, to wymiary a i b – równoległe do środkowych, należy określić jak na rysunku 5.2.2-2.



Rys. 5.2.2-2

5.2.3 W razie, gdy stosunek długości b do szerokości a jest mniejszy od 2, to grubość płyty można zmniejszyć zgodnie ze współczynnikiem k_k określonym ze wzoru:

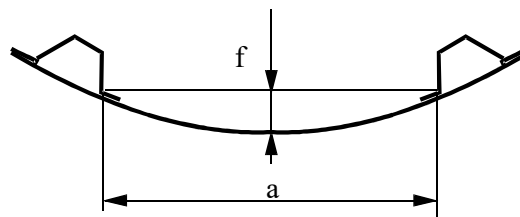
$$k_k = -0,22 \left(\frac{b}{a}\right)^2 + 0,87 \frac{b}{a} + 0,14 \quad (5.2.3)$$

należy przyjmować: $2 \geq \frac{b}{a} \geq 1$.

5.2.4 W razie, gdy stosunek strzałki krzywizny f pokazanej na rysunku 5.2.4 do szerokości płyty a przekracza 0,03, grubość płyty można zmniejszyć zgodnie ze współczynnikiem k_p podanym w Tabeli 5.2.4:

Tabela 5.2.4

f/a	k_p
$0 \div 0,03$	1
$0,03 \div 0,1$	$1,15 - 5 f/a$
$\geq 0,1$	0,65



Rys. 5.2.4

5.2.5 Grubość płaskich, wysoko obciążonych płyt, takich jak płaskie fragmenty dna, duże płaskie pawęże, pokłady bez wypukłości, płaskie poszycie dziobowe, powinna być zwiększona o nie mniej niż 10%.

5.3 Usztywnienia

5.3.1 Poszycia jednostki należy usztywniać przy pomocy wiązań poprzecznych i wzdłużnych. Za wiązania poprzeczne uważa się wręgi, grodzie i przegrody poprzeczne, elementy zabudowy wnętrza, denniki i pokładniki poprzeczne. Za wiązania wzdłużne uważa się wzdłużniki, grodzie i przegrody wzdłużne oraz wzdłużne elementy zabudowy wnętrza.

5.3.2 Za usztywnienie może być uważane ostre załamanie poszycia, jeżeli kąt pomiędzy sąsiednimi płytami poszycia jest mniejszy niż 150° , a załamanie to jest doprowadzone do odpowiednich innych usztywnień. Poszycie laminatowe na takim załamaniu powinno odpowiadać wymaganiom 5.8.1.6.

5.3.3 Załamania poszycia naśladujące poszycie klepkowe na zakładkę mogą być uznane za usztywnienia wzdłużne. Jako zastępczy wskaźnik wytrzymałości takiego usztywnienia W_z należy przyjmować:

$$W_z = 1,2gc^2 \quad [\text{cm}^3] \quad (5.3.3)$$

- g – grubość poszycia [cm],
 c – wysokość zakładki [cm].

5.3.4 Podane dla usztywnień minimalne wskaźniki wytrzymałości na zginanie są obliczane razem z pasem współpracującym o szerokości a_w określonej ze wzoru:

$$a_w = k_E(e + 2b_w) \quad [\text{cm}] \quad (5.3.4-1)$$

k_E – współczynnik modułów sprężystości, określany ze wzoru:

$$k_E = \frac{E_p}{E_u}$$

E_p – moduł sprężystości poszycia [MPa],

E_u – moduł sprężystości usztywnienia [MPa],

$k_E = 0,4, 0,6$ dla poszycia ze sklejki; można w przybliżeniu przyjąć k_E równe stosunkowi liczby warstw ułożonych wzdłuż usztywnienia do całkowitej liczby warstw sklejki,

$k_E \gg 0,25$ dla poszycia ze sklejki formowanej ułożonej diagonalnie w stosunku do usztywnienia,

e – szerokość usztywnienia przy styku z poszyciem [cm],

b_w – szerokość współpracująca (jednostronna) [cm]:

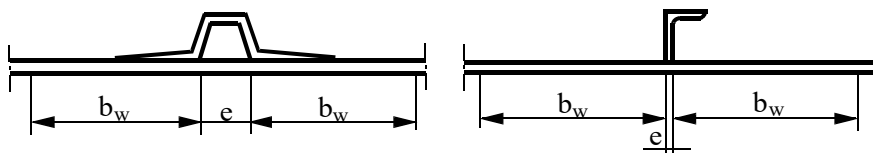
$b_w = 10 g$ dla poszyc z laminatu poliestrowo-szklanego,

$b_w = 50 g$ dla poszyc metalowych,

$b_w = 20 g$ dla poszyc ze sklejki i sklejki formowanej,

g – grubość poszycia [cm].

Przyjęte wartości $e + 2 b_w$ pokazane na rys. 5.3.4 nie powinny być większe od odstępów usztywnień lub od $1/6$ rozpiętości danego usztywnienia.



Rys. 5.3.4

Dla usztywnienia położonego na krawędzi poszycia szerokość pasa współpracującego a_w określa się ze wzoru:

$$a_w = k_E(e + b_w) \quad [\text{cm}] \quad (5.3.4-2)$$

5.3.5 Wymagane wskaźniki wytrzymałości podane są dla usztywnień ciągłych, których końce zamocowane są sztywno. Wymagany wskaźnik wytrzymałości musi być zachowany na całej długości usztywnienia, szczególnie w miejscach jego podparcia.

5.3.6 W razie zastosowania usztywnienia o końcach podpartych przegubowo, wymagany wskaźnik należy zwiększyć o 50%. Tak obliczony wskaźnik powinien być zachowany w środkowej części usztywnienia i może zmniejszać się w kierunku końców.

5.3.7 Elementy zabudowy wnętrza mogą być uznane za równoważne usztywnieniom, jeżeli spełniają wymagania określone dla usztywnień.

5.4 Obciążenie obliczeniowe

5.4.1 Założenia ogólne

Obliczanie poszycia i usztywnień kadłuba oparte jest na schemacie wytrzymałościowym belki wielopodporowej obciążonej równomiernie statycznym ciśnieniem wody. Wysokość tego słupa wody jest obciążeniem obliczeniowym. Wysokość słupa wody mierzona jest dla poszyc od najniższej krawędzi obliczanej płyty poszycia, a dla usztywnień od środka rozpiętości usztywnienia. Odstępstwa od tej zasady są każdorazowo podane w niniejszych *Wytycznych*.

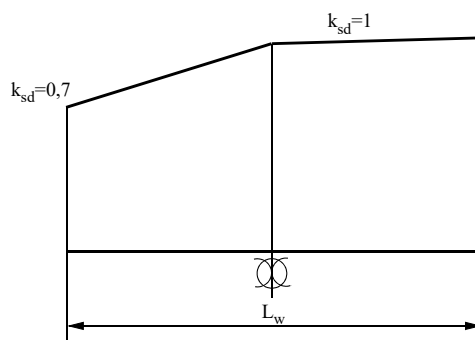
5.4.2 Obciążenie dna

5.4.2.1 Jako całkowite obciążenie dna od słupa wody h należy przyjmować większą z wartości określonych ze wzorów:

$$h_1 = 0,85k_{sd}(h_s + 0,05L + 0,5) \quad [\text{m}] \quad (5.4.2.1-1)$$

$$h_2 = 0,85k_v k_d (0,007v^2 + 0,008v\sqrt{L_w} + 0,216L_w) \quad [\text{m}] \quad (5.4.2.1-2)$$

k_{sd} – współczynnik rozkładu obciążeń statycznych dna, zmieniający się według wykresu na rys. 5.4.2.1-1,



Rys. 5.4.2.1-1

h_s – pionowa odległość od obliczanego fragmentu konstrukcji do krawędzi połączenia burty z pokładem głównym lub pokładem nadbudówki w danym miejscu, [m],

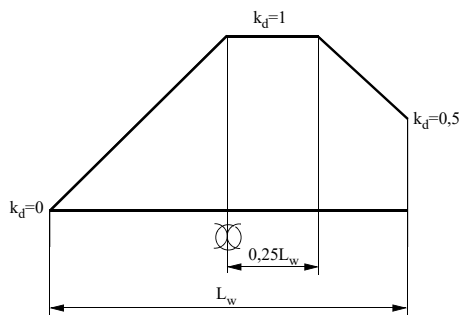
k_v – współczynnik zależny od prędkości v :

$$k_v = 0 \quad \text{dla } v \leq 2,7\sqrt{L_w},$$

$$k_v = 2,5 \frac{v}{\sqrt{L_w}} - 6,75 \quad \text{dla } 2,7\sqrt{L_w} < v < 3,1\sqrt{L_w},$$

$$k_v = 1 \quad \text{dla } v \geq 3,1\sqrt{L_w}, \text{ dla elementów konstrukcji pokładówek położonych w odległości } h_p, [\text{m}] \text{ od pokładu głównego,}$$

k_d – współczynnik rozkładu obciążeń dynamicznych zmieniający się według wykresu na rys. 5.4.2.1-2,



Rys. 5.4.2.1-2

v – projektowana lub uzyskana na próbach prędkość jednostki w węzłach.

5.4.2.2 Jeżeli prędkość jednostki v jest większa niż $2,8\sqrt{L_w}$, a podoblenie dna na owręzu jest mniejsze niż 12° , to obciążenia dna będą odrębnie rozpatrywane przez PRS.

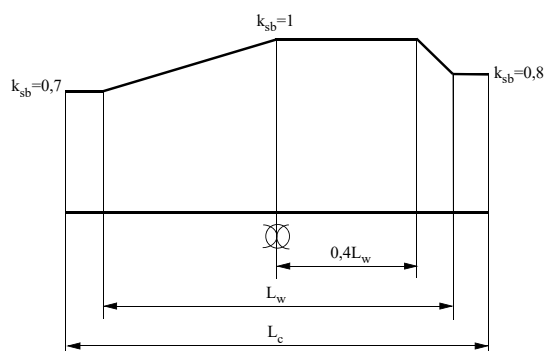
5.4.3 Obciążenie burt

5.4.3.1 Jako całkowite obciążenie burt od słupa wody h należy przyjmować większą z wartości określonych ze wzorów:

$$h_1 = 0,9k_{sb}(h_s + 0,05L + 0,5) \quad [\text{m}] \quad (5.4.3.1-1)$$

$$h_2 = 0,51k_vk_d(0,007v^2 + 0,008v\sqrt{L_w} + 0,216L_w) \quad [\text{m}] \quad (5.4.3.1-2)$$

k_{sb} – współczynnik rozkładu obciążeń statycznych burt, zmieniający się według wykresu na rys. 5.4.3.1,



Rys. 5.4.3.1

h_s, k_v, k_d, v – jak w 5.3.2.1.

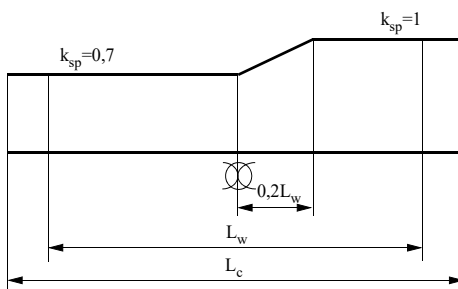
5.4.3.2 Obciążenie ścian bocznych nadbudówek należy obliczać jak dla burt w tym samym rejonie.

5.4.4 Obciążenie pokładu

5.4.4.1 Obciążenie pokładu od słupa wody h należy określać ze wzoru:

$$h = 0,85k_{sp}k_p(0,05L + 0,5) \quad [\text{m}] \quad (5.4.4.1)$$

k_{sp} – współczynnik wzdłużnego rozkładu obciążeń zmieniający się według wykresu na rys. 5.4.4.1.



Rys. 5.4.4.1

k_p – współczynnik rozkładu obciążeń pokładówek:

$k_p = 1,0$ dla pokładu głównego lub pokładu nadbudówki,

$k_p = \frac{1}{1+10\frac{h_p}{L}}$ dla elementów konstrukcji pokładówek położonych w odległości h_p [m] od pokładu głównego

$k_p = 1,2$ dla mało nachylonej ściany dziobowej pokładówki lub nadbudówki w rejonie od owręża do dziobu,

$k_p = 1,1$ dla kokpitów.

5.4.4.2 Obciążenie h elementów konstrukcji, po których może chodzić załoga należy przyjmować nie mniejsze niż 0,5 m.

5.4.5 Obciążenie grodzi

5.4.5.1 Obciążenie grodzi h należy określać ze wzoru:

$$h = 0,94k_{sg}(h_g + 0,05L + 0,5) \quad [\text{m}] \quad (5.4.5.1)$$

k_{sg} – współczynnik rozkładu obciążeń statycznych grodzi:

$k_{sg} = 1,5$ dla grodzi zderzeniowej,

$k_{sg} = 1,0$ dla innych grodzi,

h_g – pionowa odległość od obliczanego fragmentu konstrukcji grodzi do pokładu nad grodzią [m].

5.4.6 Obciążenie zbiorników

5.4.6.1 Obciążenie h integralnych zbiorników wody lub paliwa należy określać ze wzoru:

$$h = 0,94\gamma(h_{zb} + 0,6h_p + 1) \quad [\text{m}] \quad (5.4.6.1)$$

γ – masa właściwa cieczy w zbiorniku [g/cm^3],

h_{zb} – odległość obliczanego elementu od szczytu zbiornika [m],

h_p – wysokość odpowietrzenia nad szczytem zbiornika [m].

5.5 Konstrukcje z laminatów

5.5.1 Wymagania ogólne

5.5.1.1 Wymagania zawarte w niniejszych *Wytycznych* dotyczą konstrukcji z laminatów poliestrowo-szklanych.

5.5.1.2 Materiały, z których wyrabia się laminaty powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w *Rozdziale 10 – Materiały*.

5.5.1.3 Inne materiały konstrukcyjne stosowane w konstrukcji kadłubów z lps takie jak stal, stopy aluminium i miedzi, drewno, powinny także odpowiadać wymaganiom zawartym w *Rozdziale 10 – Materiały*. Należy zapewnić zadowalające połączenie tych materiałów z laminatem poprzez dobór materiału, dobór połączenia lub odpowiednie przygotowanie jego powierzchni. Stopów metali zawierających miedź nie należy stosować w bezpośrednim kontakcie z żywicami poliestrowymi. Konstrukcje z innych laminatów niż poliestrowo-szklane będą odrębnie rozpatrywane przez PRS.

5.6 Technologia budowy z laminatów

5.6.1 Magazyny

5.6.1.1 Żywice powinny być składowane w szczelnych pojemnikach (najlepiej oryginalnych opakowaniach fabrycznych), w pomieszczeniu o temperaturze zalecanej przez producenta, bez dostępu światła. Okres magazynowania żywicy nie powinien przekraczać okresu gwarancyjnego.

5.6.1.2 Inicjatory i przyspieszacze powinny być przechowywane w pomieszczeniach chłodnych, suchych, czystych i dobrze wentylowanych.

5.6.1.3 Wszystkie inne dodatki do żywic powinny być przechowywane w zamkniętych pojemnikach, zabezpieczonych przed kurzem i wilgocią.

5.6.1.4 Materiały zbrojeniowe należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach, w pomieszczeniach suchych i pozbawionych kurzu.

5.6.1.5 Temperatura materiałów przygotowanych do przerobu powinna odpowiadać temperaturze pomieszczenia produkcyjnego.

5.6.2 Pomieszczenia produkcyjne

5.6.2.1 Stosownie do wielkości i charakteru produkcji, pomieszczenia produkcyjne powinny być odpowiednio oddzielone od pomieszczeń magazynowych, a różne cykle procesu technologicznego (przygotowanie żywic, cięcie zbrojenia i laminowanie) powinny przebiegać w oddzielnych, ale przyległych do siebie pomieszczeniach.

5.6.2.2 Pomieszczenie produkcyjne powinno zapewniać możliwość utrzymywania stałej temperatury w granicach 16 – 25 °C. Wyjątkowo można dopuścić do obniżenia temperatury do 12 °C, lecz dopiero po zakończeniu laminowania i żelowania elementów konstrukcyjnych kadłuba oraz co najmniej 12 godzin po żelowaniu żywicy. Czas trwania obniżonej temperatury powinien być minimalizowany w zależności od masy konstrukcji i czasu jaki upłynął od ostatniego laminowania.

5.6.2.3 Podłoga w pomieszczeniu produkcyjnym powinna być czysta i niepyląca. Czystość powinna być utrzymywana w takim stopniu, jak to jest praktycznie możliwe. Powietrze w tym pomieszczeniu powinno być wolne od zapyleń, szczególnie takimi substancjami, które mogą wpływać ujemnie na proces polimeryzacji lub tworzyć warstwy rozdzielające poszczególne elementy laminowane. Praca maszyn wytwarzających pył jest w tym pomieszczeniu niedopuszczalna.

5.6.2.4 Wilgotność względna pomieszczenia nie powinna w zasadzie przekraczać 70%. Na krótkie okresy dopuszcza się wilgotność względną do 85%.

5.6.2.5 W pomieszczeniu, w którym wykonywane jest laminowanie, należy zapewnić ciągłą kontrolę temperatury i wilgotności.

5.6.2.6 Stosowana wentylacja nie powinna powodować nadmiernego odparowania styrenu.

5.6.2.7 Laminowane elementy należy zabezpieczyć przed działaniem promieni słonecznych.

5.6.3 Formy

5.6.3.1 Materiały użyte na formy nie mogą wpływać na proces polimeryzacji żywic.

5.6.3.2 Formy powinny być wystarczająco sztywne, a ich kształt tak dobrany, aby pozwalał na łatwe odformowanie.

5.6.3.3 Przy dużych formach laminowanie należy wykonywać z pomostów umożliwiających dostęp do całej powierzchni laminowanej.

5.6.3.4 Zaleca się, szczególnie przy większych kadłubach, stosowanie form obrotowych (lub przechyłanych), aby umożliwiać laminowanie podolne.

5.6.3.5 Budowa jednostki bez zastosowania form będzie odrębnie rozpatrywana przez PRS.

5.6.4 Laminowanie

5.6.4.1 Żywica przeznaczona na żelkot i warstwy konstrukcyjne laminatu powinna być przygotowana zgodnie z zaleceniami producenta żywicy.

5.6.4.2 Czas żelowania przygotowanej żywicy nie powinien przekraczać 1 godziny. Zmianę czasu żelowania żywicy należy regulować ilościową zmianą przyspieszacza bez zmian zalecanej ilości inicjatora.

5.6.4.3 Przyspieszacza nie wolno mieszać bezpośrednio z inicjatorem (grozi wybuchem).

5.6.4.4 Zbrojenie szklane należy stosować w tak dużych odcinkach, jak jest to możliwe. Zaleca się stosowanie mat z krawędziami rwanymi, a nie ciętymi.

5.6.4.5 W czasie całego procesu laminowania należy zapewnić stałą kontrolę proporcji żywicy do zbrojenia. Przy przygotowywaniu mat szklanych do laminowania należy uwzględniać masę lepiszcza (odjąć masę lepiszcza od masy całkowitej zbrojenia).

5.6.4.6 Przed rozpoczęciem laminowania poszycia kadłuba, formy powinny być dokładnie oczyszczone, wysuszone i doprowadzone do temperatury pomieszczenia. Szpachlówki stosowane do konserwacji form i środki rozdzielające nie mogą reagować z żywicami.

5.6.4.7 Warstwa żelkotu może być nakładana przy pomocy pędzla, wałka lub urządzenia natryskowego. Jej grubość powinna w zasadzie wynosić 0,4 – 0,6 mm.

5.6.4.8 Warstwa żelkotu, po upływie czasu nie dłuższego niż 6 godzin (po zżelowaniu) powinna być pokryta pierwszą warstwą laminatu zbrojonego lekką tkaniną lub matą o masie powierzchniowej nie większej niż 300 g/m². Warstwa ta powinna być szczególnie dobrze odpowietrzona, a zawartość zbrojenia powinna wynosić 20 – 30%.

5.6.4.9 Laminowanie właściwych warstw konstrukcyjnych powinno odbywać się ręczną metodą kontaktową przy pomocy wałków miękkich i twardych oraz pędzli. Laminowanie metodą natrysku ciętego rowingu z żywicą wymaga odrębnego uzgodnienia z PRS.

5.6.4.10 Laminowanie powinno odbywać się bez przerw („mokre na mokre”). W razie przerw trwających ponad dobę powierzchnię połączenia należy odpowiednio przygotować przez szlifowanie lub przez położenie tkaniny poliamidowej przeznaczonej do oddzierania.

5.6.4.11 Nakładanie kolejnych warstw zbrojenia powinno być przeprowadzone bez wyczekiwania na utwardzenie żywicy warstw poprzednich. Nie należy kłaść zbyt dużej liczby warstw laminatu jednocześnie, co może doprowadzić do jego przegrzania.

5.6.4.12 Gdy laminowanie zostanie przerwane w takim momencie, że ostatnia warstwa żywicy zdążyła już stwardnieć, pierwsza z następnych warstw powinna być rozpoczęta od maty szklanej. Zaleca się także stosowanie maty na ostatnią warstwę laminatu poszycia w części dennej.

5.6.4.13 Szerokość zakładki zbrojenia tej samej warstwy nie powinna być mniejsza niż 50 mm. Zakładki różnych warstw powinny być przesunięte względem siebie o co najmniej 100 mm.

5.6.4.14 Zmiany ilości zbrojenia w laminacie powinny być stopniowane tak, aby nie przekraczały 600 g/m² na każde 25 mm szerokości pasa przejściowego.

5.6.4.15 Krawędzie materiałów takich, jak: drewno, sklejka, metale i pianki rdzeniowe, które mają być w laminowane we wnętrzu poszyc, powinny być stopniowo ścieniane.

5.6.5 Utwardzanie

5.6.5.1 Po zakończeniu laminowania elementy kadłuba powinny być pozostawione w formach na czas potrzebny do wstępnego utwardzenia laminatu. Okres ten powinien trwać co najmniej 24 godziny.

5.6.5.2 Elementy bezpośrednio wyjęte z form powinny być do czasu uzyskania właściwej sztywności odpowiednio podparte lub tak połączone z innymi elementami, aby się nie odkształcały.

5.6.5.3 Po zakończeniu laminowania elementy kadłuba powinny być pozostawione w pomieszczeniu produkcyjnym lub innym, o temperaturze nie mniejszej niż 16 °C, do czasu uzyskania odpowiedniej twardości (około 35 – 40 wg Barcola). Jeżeli nie można dokonać pomiaru twardości, okres utwardzania można uznać za wystarczający po czasie:

- 30 dni- w temperaturze 16 °C
- 15 dni- w temperaturze 25 °C
- 15 godzin- w temperaturze 40 °C
- 9 godzin- w temperaturze 50 °C
- 5 godzin- w temperaturze 60 °C.

Zaleca się wygrzewanie kadłuba. Należy przy tym unikać gwałtownych zmian temperatury. Stopniowe podnoszenie temperatury należy przeprowadzać według zaleceń producenta żywicy. Powietrze w wygrzewalni powinno być suche, a kadłub w czasie wygrzewania powinien być właściwie podparty. Nie wolno przekraczać temperatury odporności cieplnej laminatu lub pianek rdzeniowych użytych do budowy kadłuba.

5.6.6 Kontrola jakości

5.6.6.1 W trakcie całego procesu laminowania należy zapewnić bieżącą kontrolę zgodności:

- składowania materiałów – z wymaganiami 5.6.1,
- miejsca produkcji – z wymaganiami 5.6.2,
- stanu form – z wymaganiami 5.6.3,
- procesu formowania i utwardzania lps – z wymaganiami 5.6.4 i 5.6.5,
- kolejności, rodzaju i ilości nakładanych warstw zbrojenia szklanego
- z zatwierdzoną dokumentacją klasyfikacyjną,

i w razie stwierdzenia nieprawidłowości podjąć działania zaradcze. Ewentualnych napraw należy dokonywać w sposób uprzednio uzgodniony z inspektorem PRS.

5.6.6.2 Budowniczy powinien przedstawić wyniki badań laminatu z płyty kontrolnej w celu ustalenia własności wytrzymałościowych zgodnie z wymaganiami podrozdziału 5.7:

- dla każdej jednostki budowanej jednostkowo,
- dla wskazanej przez inspektora jednostki budowanej seryjnie.

5.6.6.3 Płyta kontrolna powinna mieć wymiary 400 – 500 mm. Grubość i konstrukcja tej płyty powinny ściśle odpowiadać laminatowi poszycia burty na śródkręciu. Sposób utwardzania płyty kontrolnej powinien być identyczny ze sposobem utwardzania poszycia jednostki. Jako próbki można, po uprzednim uzgodnieniu z inspektorem PRS, uznać fragmenty poszycia pochodzące z wycięcia większych otworów.

Płyta kontrolna powinna być wykonana przez osoby wykonujące poszycie jednostki, w warunkach odpowiadających procesowi laminowania i z tych samych materiałów co kadłub.

5.6.6.4 Płyta kontrolna powinna być wykonana dla każdej jednostki, budowanej także seryjnie, przed rozpoczęciem procesu formowania kadłuba i wtedy wyniki badań należy dołączyć do dokumentacji klasyfikacyjnej lub w trakcie procesu formowania kadłuba.

5.6.6.5 Badania próbek z płyt kontrolnych powinny być przeprowadzone w uznanym przez PRS laboratorium, a sprawozdanie z badań powinno zawierać następujące informacje:

Własności utwardzonego lps	Badanie według normy
zawartość zbrojenia szklanego, [%]	ISO 1172
wytrzymałość na rozciąganie, [MPa]	PN-81/C-89034 lub ISO R527
moduł sprężystości przy rozciąganiu, [MPa]	PN-82/C-89051 lub ISO R527
wytrzymałość na zginanie, [MPa]	PN-79/C-89027 lub ISO R178
moduł sprężystości przy zginaniu, [MPa]	PN-82/C-89051 lub ISO R178
twardość wg Barcola	ASTM ^{*)} /D 2583

^{*)} American Society for Testing Materials (Amerykańskie Stowarzyszenie Badania Materiałów)

5.6.6.6 W razie potrzeby, w zależności od przeznaczenia jednostki, zakres badań próbek może być rozszerzony o badania chłonności wody, zapalności oraz odporności na działanie oleju napędowego, wody morskiej i promieniowania UV.

5.7 Właściwości laminatu

5.7.1 Zawartość zbrojenia

5.7.1.1 Laminaty zbrojone matami szklanymi powinny wykazywać zawartość zbrojenia z w granicach 28 , 33% w stosunku do masy laminatu.

5.7.1.2 Laminaty o zbrojeniu mieszanym (maty i inne typy zbrojeń) powinny wykazywać masowy udział zbrojenia z w zakresie określonym ze wzorów:

$$Z_{\min} = \frac{M_{zb}}{3,6M_M + 2,2M_T + 2,0M_K} 100\% \quad (5.7.1.2-1)$$

$$Z_{\max} = \frac{M_{zb}}{3,0M_M + 1,65M_T + 1,5M_K} 100\% \quad (5.7.1.2-2)$$

M_{zb} – całkowita masa zbrojenia w laminacie [g/m²],

M_M – masa zbrojenia z mat [g/m²],

M_T – masa zbrojenia z tkanin [g/m²],
 M_K – masa zbrojenia jednokierunkowego [g/m²].

5.7.1.3 Zastosowanie laminatów o innej zawartości zbrojenia szklanego, niż to podane powyżej, podlega osobnemu rozpatrzeniu przez PRS.

5.7.2 Grubość laminatu

5.7.2.1 Przy przeciętnym poprawnym wykonaniu grubość g otrzymanego laminatu powinna być zbliżona do wartości:

$$g = \frac{M_{zb}}{1000} \left(\frac{83}{z} - 0,44 \right) \quad [\text{mm}] \quad (5.7.2.1)$$

M_{zb} – całkowita masa zbrojenia w laminacie [g/m²],
 z – procentowy masowy udział zbrojenia w laminacie.

5.7.3 Własności mechaniczne

5.7.3.1 Własności mechaniczne laminatów zbrojonych matami: wytrzymałość na rozciąganie R_m , wytrzymałość na zginanie R_g , moduł sprężystości przy rozciąganiu E_m i moduł sprężystości przy zginaniu E_g nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$R_m = 4z - 30 \quad [\text{MPa}] \quad (5.7.3.1-1)$$

$$R_g = 4z + 35 \quad [\text{MPa}] \quad (5.7.3.1-2)$$

$$E_m = 200z + 1000 \quad [\text{MPa}] \quad (5.7.3.1-3)$$

$$E_g = 200z + 500 \quad [\text{MPa}] \quad (5.7.3.1-4)$$

z - procentowy masowy udział zbrojenia w laminacie.

Własności te przedstawia Tabela 5.7.3.1:

Tabela 5.7.3.1
Własności laminatów zbrojonych matami

Zawartość zbrojenia [%]	Ilość zbrojenia w 1 mm grubości [g/m ²]	Masa właściwa laminatu [g/m ²]	R_m [MPa]	R_g [MPa]	E_m [MPa]	E_g [MPa]
28	396	1,41	82	147	6600	6100
29	413	1,42	86	151	6800	6300
30	430	1,43	90	155	7000	6500
31	447	1,44	94	159	7200	6700
32	464	1,45	98	163	7400	6900
33	482	1,46	102	167	7600	7100
34*)	500	1,47	106	171	7800	7300
35*)	518	1,48	110	175	8000	7500

*) patrz 5.7.1.1 i 5.7.1.3

5.7.3.2 Własności mechaniczne laminatów o zbrojeniu mieszanym: wytrzymałość na rozciąganie R_m , wytrzymałość na zginanie R_g , moduł sprężystości przy rozciąganiu E_m i moduł sprężystości przy zginaniu E_g nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$R_m = 0,19z^2 - 10z + 210 \quad [\text{MPa}] \quad (5.7.3.2-1)$$

$$R_g = 0,19z^2 - 10z + 270 \text{ [MPa]} \quad (5.7.3.2-2)$$

$$E_m = 400z - 5800 \text{ [MPa]} \quad (5.7.3.2-3)$$

$$E_g = 12z^2 - 750z + 18400 \text{ [MPa]} \quad (5.7.3.2-4)$$

z - procentowy masowy udział zbrojenia w laminacie.

Własności te przedstawia Tabela 5.7.3.2:

Tabela 5.7.3.2
Własności laminatów o zbrojeniu mieszanym

Zawartość zbrojenia [%]	Ilość zbrojenia w 1 mm grubości [g/m ²]	Masa właściwa laminatu [g/m ²]	R_m [MPa]	R_g [MPa]	E_m [MPa]	E_g [MPa]
35	518	1,48	93	153	8200	6850
36	536	1,49	96	156	8600	6952
37	555	1,50	100	160	9000	7078
38	573	1,51	104	164	9400	7228
39	592	1,52	109	169	9800	7402
40	612	1,53	114	174	10200	7600
41	631	1,54	119	179	10600	7822
42	651	1,55	125	185	11000	8068
43	671	1,56	131	191	11400	8338
44	691	1,57	138	198	11800	8632
45	712	1,58	145	205	12200	8950
46	733	1,59	152	212	12600	9292
47	754	1,60	160	220	13000	9658
48	776	1,62	168	228	13400	10048
49	796	1,63	176	236	13800	10462
50	820	1,64	185	245	14200	10900

5.7.3.3 Podane w 5.7.3.1 i 5.7.3.2 własności mechaniczne przyjęto jako minimalne wartości dla próbek z płyt kontrolnych utwardzonych zgodnie z 5.7.5.3.

5.7.3.4 Przydatność laminatów, których próbki z płyt kontrolnych wykazują wytrzymałość lub moduł sprężystości mniejsze od wartości określonych w 5.7.3.1 lub 5.7.3.2 będzie odrębnie rozpatrywana przez PRS.

5.7.4 Laminat bazowy

5.7.4.1 Podane w dalszych podrozdziałach wymagania odniesione są do laminatu bazowego o zawartości zbrojenia $z = 34\%$ (na 1 mm grubości laminatu przypada około 500 g/m² zbrojenia) o następujących własnościach wytrzymałościowych:

$$R_m = 106 \text{ MPa,}$$

$$R_g = 171 \text{ MPa,}$$

$$E_m = 7800 \text{ MPa,}$$

$$E_g = 7300 \text{ MPa.}$$

5.7.4.2 Przy zastosowaniu laminatu o zawartości zbrojenia niższej niż 34% można obliczać wymaganą masę zbrojenia szklanego jak dla laminatu bazowego.

5.7.4.3 Przy zastosowaniu laminatu o zawartości zbrojenia wyższej niż 34% wymaganą masę zbrojenia szklanego M_1 dla poszyć należy obliczać ze wzorów:

- dla kryterium wytrzymałości:

$$M_1 = M \frac{z}{41,5 - 0,22z} \sqrt{\frac{171}{R_g}} \quad [\text{g/m}^2] \quad (5.7.4.3-1)$$

- dla kryterium sztywności:

$$M_1 = M \frac{z}{41,5 - 0,22z}^3 \sqrt{\frac{7300}{E_g}} \quad [\text{g/m}^2] \quad (5.7.4.3-2)$$

M – wymagana bazowa masa zbrojenia $[\text{g/m}^2]$,

z – rzeczywisty procentowy udział zbrojenia w laminacie,

R_g – obliczeniowa wytrzymałość zastosowanego laminatu na zginanie $[\text{MPa}]$,

E_g – obliczeniowy moduł sprężystości zastosowanego laminatu przy zginaniu $[\text{MPa}]$.

Jako obliczeniową wytrzymałość i obliczeniowy moduł sprężystości należy przyjmować:

- 90% odpowiednich wartości uzyskanych podczas badań wytrzymałościowych płyt kontrolnych stosowanego laminatu (jeśli takie badania zostały wykonane przed rozpoczęciem budowy), lub
- odpowiednie wartości podane w Tabeli 5.7.3.2 dla zawartości zbrojenia z_{max} obliczonej z wzoru 5.7.1.2-2 (jeśli nie wykonano badań wytrzymałościowych przed rozpoczęciem budowy).

Podobnie należy obliczać wymagany wskaźnik wytrzymałości usztywnienia W_1 i moment bezwładności usztywnienia I_1 ze wzorów:

$$W_1 = W \frac{171}{R_g} \quad [\text{cm}^3] \quad (2.5.4.3-3)$$

$$I_1 = I \frac{7300}{E_g} \quad [\text{cm}^4] \quad (2.5.4.3-4)$$

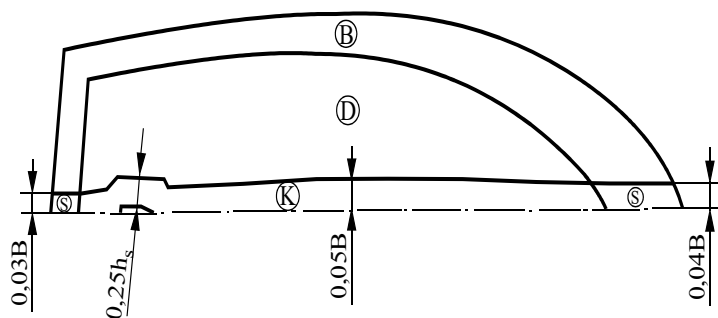
W – bazowy wskaźnik wytrzymałości usztywnienia na zginanie $[\text{cm}^3]$,

I – bazowy moment bezwładności usztywnienia $[\text{cm}^4]$.

5.8 Poszycie z laminatu

5.8.1 Dno i burty

5.8.1.1 Poszycie dna i burt jednostki powinno spełniać wymienione w Tabeli 5.8.1.1 kryteria, dla wszystkich rejonów poszycia, pokazanych na rys. 5.8.1.1.



h_s – wysokość płetwy statecznika sterowego $[\text{m}]$.

Rys. 5.8.1.1

Tabela 5.8.1.1
Wymagana bazowa masa zbrojenia dla dna i burt [g/m²]

Rejon poszycia		Kryterium			Inne wymagania
		wytrzymałości na zginanie	szttywności	minimalnej masy zbrojenia	
Stępka	K	$6,0 ak \sqrt{h}$	$7,2 ak \sqrt[3]{h}$	$1350 \sqrt{L}$	2.6.1.3
Stewy	S	$6,0 ak \sqrt{h}$	$7,2 ak \sqrt[3]{h}$	$1100 \sqrt{L}$	
Dno	D	$5,5 ak \sqrt{h}$	$6,5 ak \sqrt[3]{h}$	$920 \sqrt{L}$	2.6.1.6, 7, 8
Burty	B	$5,5 ak \sqrt{h}$	$5,8 ak \sqrt[3]{h}$	$750 \sqrt{L}$	2.6.1.6, 8
Pawęż		$5,5 ak \sqrt{h}$	$5,8 ak \sqrt[3]{h}$	$1350 \sqrt{L}$	2.6.1.8, 9

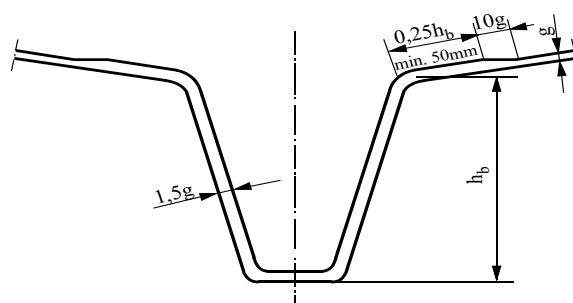
a - szerokość płyty poszycia [mm],

$k = k_k \cdot k_p$ według 5.3.2.3 i 5.3.2.4

h - wysokość obciążenia według 5.4.2, 5.4.3 i 5.4.7.

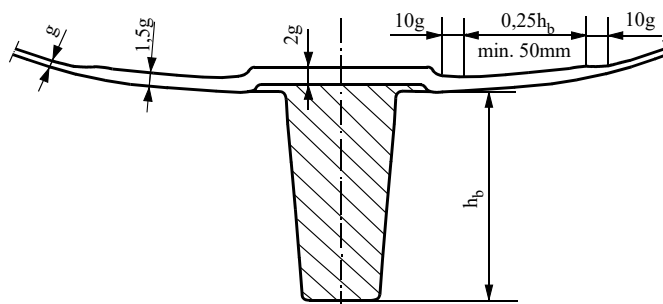
5.8.1.2 Jeżeli poszycie kadłuba składa się z połówek, to zbrojenie pasa stępkowego powinno być zwiększone o 100% w stosunku do poszycia dna, a jego szerokość nie powinna być mniejsza niż $0,1 B$ lub 70 grubości dna.

5.8.1.3 W razie zastosowania integralnego statecznika sterowego, poszycie tego elementu należy wykonać tak, jak przedstawiono na rysunku 5.8.1.3.

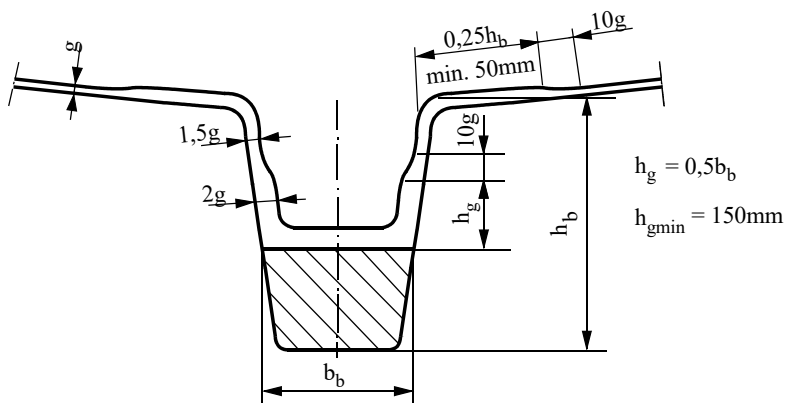


Rys. 5.8.1.3

5.8.1.4 Poszycie dna w rejonie styku z montowanym statecznikiem sterowym powinno być wykonane zgodnie z rysunkiem 5.8.1.4-1 lub 5.8.1.4-2 lub w inny równoważny sposób.

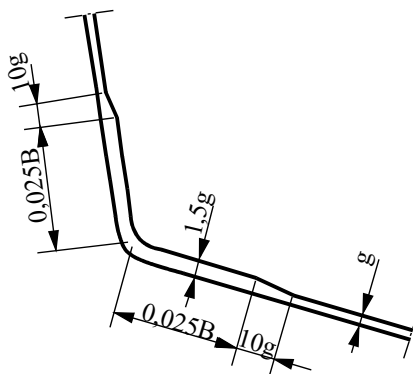


Rys. 5.8.1.4-1



Rys. 5.8.1.4-2

5.8.1.5 Ostre załamania poszycia stanowiące jego usztywnienia (5.3.3.2) lub załamania poszycia narażone na uszkodzenia mechaniczne, powinny mieć zbrojenie zwiększone o 50% na szerokości min. $0,025 B$, jak pokazano na rys. 5.8.1.5.



Rys. 5.8.1.5

5.8.1.6 Poszycie dna należy doprowadzić do wysokości min. 150 mm ponad konstrukcyjną linię wodną.

5.8.1.7 Zbrojenie poszycia pawęży nie powinno być mniejsze niż zbrojenie burt. Zaleca się, aby konstrukcja pawęży spełniała wymagania normy International Council of Marine Industry Associations (Międzynarodowa Rada Stowarzyszeń Przemysłu Morskiego) ICOMIA 13-83 – „Wymiary wnętrza silnika”.

5.8.1.8 Inne fragmenty poszycia dna i burt narażone na zwiększone obciążenia lub wycieranie powinny być odpowiednio wzmocnione. Wymaganie to dotyczy również poszycia z większymi otworami.

Poszycie o zwiększonym zbrojeniu należy doprowadzić do najbliższych usztywnień wzdłużnych lub poprzecznych.

5.8.2 Pokład i nadbudowa

5.8.2.1 Poszycie pokładu i nadbudowy powinno spełniać kryteria wymienione w Tabeli 5.8.2.1.

Tabela 5.8.2.1
Wymagana bazowa masa zbrojenia dla pokładu i nadbudowy, [g/m²]

Rejon poszycia	Kryterium		
	wytrzymałości na zginanie	szttywności	minimalnej masy zbrojenia
Pokład główny	$5,0 ak \sqrt{h}$	$5,4 ak \sqrt[3]{h}$	$640 \sqrt{L}$
Pokład nadbudówki	$5,0 ak \sqrt{h}$	$5,4 ak \sqrt[3]{h}$	$640 \sqrt{L}$
Ściany nadbudówki	$4,6 ak \sqrt{h}$	$4,8 ak \sqrt[3]{h}$	$700 \sqrt{L}$
Pokład pokładówki	$4,8 ak \sqrt{h}$	$5,0 ak \sqrt[3]{h}$	$550 \sqrt{L}$
Ściany pokładówki	$4,6 ak \sqrt{h}$	$4,8 ak \sqrt[3]{h}$	$600 \sqrt{L}$
Pokrywy luków	$4,6 ak \sqrt{h}$	$6,3 ak \sqrt[3]{h}$	$640 \sqrt{L}$

a – szerokość płyty poszycia [mm],

$k = k_k \cdot k_p$ według 5.3.2.3 i 5.3.2.4,

h – wysokość obciążenia według 5.4.4 i 5.4.7.

5.8.2.2 Zaleca się, aby elementy poszycia pokładu i nadbudowy, po których może bezpośrednio chodzić załoga, były sztywniejsze niż jest to wymagane w 5.8.2.1, a bazowa masa zbrojenia M była nie mniejsza niż określona ze wzoru:

$$M = 6,2ak \quad [\text{g/m}^2] \quad (5.8.2.2)$$

a, k – wg 5.8.2.1.

5.8.2.3 W rejonie mocowania elementów wyposażenia pokładowego należy zwiększyć zbrojenie poszycia. Dopuszczalne jest właminowanie odpowiedniej sklejki po uzgodnieniu technologii z PRS.

5.8.2.4 Wszystkie otwory w pokładzie i nadbudowie powinny mieć zaokrąglone naroża i krawędzie usztywnione zrębnicami. Poszycie w sąsiedztwie dużych otworów, szczególnie przy narożach, powinno być odpowiednio wzmocnione.

Wzmocnione poszycie z otworem i zamknięciem powinno mieć wytrzymałość i sztywność nie mniejszą niż poszycie bez otworu i wzmocnień.

5.8.3 Grodzie i zbiorniki

5.8.3.1 Poszycie grodzi i zbiorników powinno spełniać kryteria wymienione w Tabeli 5.8.3.1.

Tabela 5.8.3.1
Wymagana bazowa masa zbrojenia dla grodzi i zbiorników, [g/m²]

Rejon poszycia	Kryterium		
	wytrzymałości na zginanie	szttywności	minimalnej masy zbrojenia
Grodzie	$4,2 ak \sqrt{h}$	$4,8 ak \sqrt[3]{h}$	$550 \sqrt{L}$
Ściany boczne zbiorników (lub burty)	$5,4 ak \sqrt{h}$	$6,3 ak \sqrt[3]{h}$	2400
Pokład nad zbiornikiem	$5,0 ak \sqrt{h}$	$6,3 ak \sqrt[3]{h}$	2400

a – szerokość płyty poszycia [mm],

$k = k_k \cdot k_p$ według 5.3.2.3 i 5.3.2.4,

h – wysokość obciążenia według 5.4.5, 5.4.6 i 5.4.7.

5.8.4 Poszycie przekładkowe

5.8.4.1 Zamiast stosowania poszycia masywnego, można stosować poszycie przekładkowe na burty, pokład, nadbudowy i grodzie. Dno może mieć konstrukcję przekładkową poza rejonem balastu, statecznika sterowego i fundamentem silnika napędowego.

W rejonie większych obciążeń miejscowych poszycie przekładkowe powinno przejść w poszycie masywne lub należy zastosować wypełnienie.

5.8.4.2 Wskaźnik wytrzymałości na zginanie W pasa poszycia przekładkowego o szerokości 1 mm, liczony dla pokryć, nie powinien być mniejszy niż określony ze wzorów:

- dla dna, burt, pokładu i zbiorników:

$$W = 19,5h \left(\frac{a}{1000} \right)^2 \quad [\text{mm}^3] \quad (5.8.4.2-1)$$

- dla nadbudowy i grodzi:

$$W = 15,6h \left(\frac{a}{1000} \right)^2 \quad [\text{mm}^3] \quad (5.8.4.2-2)$$

h – wysokość obciążenia według 2.2.3, 2.2.7;

a – szerokość płyty poszycia [mm].

5.8.4.3 Grubość poszycia przekładkowego g_p nie powinna być mniejsza niż określona ze wzoru:

$$g_p = k_R h \frac{a}{100R_t} \quad [\text{mm}] \quad (5.8.4.3)$$

k_R – współczynnik materiału rdzenia:

$k_R = 0,89$ dla balsy,

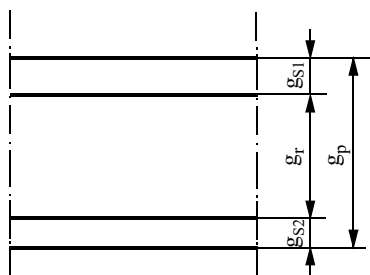
$k_{R\min} = 0,61 + \frac{0,35}{\sqrt{n}}$ dla innych materiałów rdzeniowych,

$k_{R\min} = 0,7$

n – współczynnik względnej grubości rdzenia, według rysunku 5.8.4.3,

h, a – według 5.8.4.2,

R_t – wytrzymałość rdzenia na ścinanie [MPa],



g_r – grubość rdzenia [mm],

g_{s1}, g_{s2} – grubość okładek [mm],

$$n = \frac{g_r}{0,5(g_{s1} + g_{s2})},$$

Rys. 5.8.4.3

5.8.4.4 Obliczeniowe względne ugięcie płyty poszycia przekładkowego d nie powinno być większe niż określone ze wzoru:

$$\delta = \frac{ha^3}{384E_p I_p} + \frac{ha}{8G_r g_r} \leq \delta_d \quad (5.8.4.4)$$

h, a – według 5.8.4.2,

E_p – moduł sprężystości okładek przy zginaniu [MPa],

I_p – moment bezwładności pasa poszycia o szerokości 1 mm, liczony dla okładek [mm⁴],

G_r – moduł sprężystości postaciowej rdzenia [MPa],

g_r – według rys. 5.8.4.3,

d_d – dopuszczalne względne ugięcie płyty poszycia:

$d_d = 1,5$ dla dna, pokładu głównego, ścian zbiorników, mało zakrzywionych fragmentów burt i tych elementów nadbudowy, po których może bezpośrednio chodzić załoga,

$d_d = 3,0$ dla zakrzywionych fragmentów burt i pokładów pokładówek.

5.8.4.5 Zewnętrzna warstwa laminatu nie powinna mieć zbrojenia M mniejszego niż określone ze wzorów:

- dla dna, burt $M = 360 \sqrt{L}$ [g/m²],
- dla pokładu głównego $M = 320 \sqrt{L}$ [g/m²],
- dla nadbudowy i grodzi $M = 300 \sqrt{L}$ [g/m²],
- dla ścian zbiorników $M = 900$ [g/m²],
- dla poszyc z rdzeniem z balsy $M = 1200$ [g/m²].

5.9 Usztywnienia z laminatu

5.9.1 Wymagane wskaźniki usztywnień

5.9.1.1 Zastosowane na jednostkach autonomicznych usztywnienia powinny mieć wraz z pasami współpracującymi wskaźniki wytrzymałości W i momenty bezwładności I nie mniejsze niż podane w Tabeli 5.9.1.1.

Tabela 5.9.1.1
Wskaźniki wytrzymałości W i momenty bezwładności I

Usztywnienia	W [cm ³]	I [cm ⁴]
Wzdłużniki denne	$16,5 \, hsl^2$	$32,0 \, hsl^2$
Denniki	$16,5 \, hsl^2$	$32,0 \, hsl^2$
Wzdłużniki burtowe	$14,0 \, hsl^2$	$26,0 \, hsl^2$
Wręgi	$11,5 \, hsl^2$	$26,0 \, hsl^2$
Wzdłużniki pokładowe	$10,3 \, hsl^2$	$26,0 \, hsl^2$
Pokładniki	$9,7 \, hsl^2$	$22,8 \, hsl^2$
Ramy wręgowe	$13,6 \, hsl^2$	$22,8 \, hsl^2$
Usztywnienia grodzi	$9,7 \, hsl^2$	$22,8 \, hsl^2$
Usztywnienia zbiorników	$13,6 \, hsl^2$	$26,0 \, hsl^2$

h – wysokość obciążenia według 5.4.1 ÷ 5.4.7,

s – podpierana szerokość poszycia [m],

l – niepodparta długość usztywnienia [m].

5.9.1.2 W rejonach mocowania elementów wyposażenia i dużych otworów, usztywnienia należy odpowiednio wzmocnić.

5.9.2 Usztywnienia denne

5.9.2.1 Dno jednostki należy usztywnić poprzecznie, wzdłużnie, lub zastosować oba te systemy.

Na jednostkach o prędkości większej niż $3,2\sqrt{L_w}$ zaleca się zastosowanie usztywnień wzdłużnych i poprzecznych.

5.9.2.2 Wskaźnik wytrzymałości denników nad statecznikiem sterowym W_s oraz ich moment bezwładności I_s nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$W_s = 13,6hs l_d^2 + \frac{R_1 h_s}{45n_s} \quad [\text{cm}^3] \quad (5.9.2.2-1)$$

$$I_s = 2W_s l_d \quad [\text{cm}^4] \quad (5.9.2.2-2)$$

h, s – według 5.9.1.1,

l_d – niepodparta długość dennika [m],

R_1 – siła działająca na dolne łożysko steru [N],

h_s – wysokość statecznika sterowego [m],

n_s – liczba denników usztywniających dno w rejonie statecznika.

5.9.2.3 Dziobowa część dna od dziobu do owręza, powinna być usztywniona dennikami odpowiadającymi wymaganiom 5.9.1.1, przy przyjęciu nie podpartej długości nie mniejszej niż 0,4 B . Denniki takie należy również stosować w rejonie fundamentu silnika.

5.9.3 Ramy wręgowe

5.9.3.1 Zastosowane ramy wręgowe powinny być ciągłą konstrukcją łączącą denniki z wręgami i pokładnikami i powinny spełniać wymagania 5.9.1.1 przy założeniu, że niepodparte długości usztywnień l nie będą mniejsze niż:

- odległość od środka dna do obła (dla dennej części ramy),
- odległość od krawędzi pokład - burta do obła (dla części wręgowej),
- pół szerokości pokładu w danym miejscu (dla części pokładnikowej).

Jeżeli zastosowano podpory we wnętrzu ramy, wówczas obliczeniową niepodpartą długość usztywnienia l można odpowiednio zmniejszyć.

5.9.4 Wymagania konstrukcyjne

5.9.4.1 Zbrojenie każdej ścianki środnika usztywnienia trapezowego M nie powinno być mniejsze niż określone ze wzoru:

$$M = 10d + 450 \quad [\text{g/m}^2] \quad (5.9.4.1-1)$$

d – wysokość usztywnienia [mm].

Zbrojenie środnika usztywnienia kątownikowego lub teownikowego powinno być dwukrotnie większe od podanego wyżej.

Zbrojenie mocnika usztywnienia M nie powinno być mniejsze niż określone ze wzoru:

$$M = 15m + 450 \quad [\text{g/m}^2] \quad (5.9.4.1-2)$$

m – szerokość mocnika [mm].

5.9.4.2 Jeżeli ze względów konstrukcyjnych zastosowano usztywnienia znacznie wyższe od wymaganych w niniejszych *Wytycznych*, można nie uwzględniać wymagań 5.9.4.1 pod warunkiem zabezpieczenia powierzchni usztywnień przed wyboczeniem.

5.9.4.3 W razie zastosowania usztywnień całkowicie prefabrykowanych, ich przylaminowania do poszycia M_B nie powinny być mniejsze niż określone ze wzoru:

$$M_B = 10d + 450 \quad [\text{g/m}^2] \quad (5.9.4.3)$$

5.9.4.4 Poprzeczne i wzdłużne przegrody mogą stanowić usztywnienia pod warunkiem odpowiedniego zabezpieczenia ich przed wyboczeniem i odpowiedniego przylaminowania ich do poszycia.

5.9.4.5 Elementy wewnętrznych poszyc (moduły wstawkowe) mogą być uznane za układ usztywnień pod warunkiem spełnienia wymagań podanych w 5.9.1 , 5.9.4.

5.9.4.6 Przy zastosowaniu usztywnień trapezowych i podobnych, o zamkniętym profilu, zaleca się wypełnienie ich pianką o zamkniętych komórkach. Stosowanie usztywnień z drewna lub sklejkі całkowicie oblaminiowanych nie jest zalecane, a na usztywnienia dna niedopuszczalne.

5.9.4.7 Przybliżone wartości wskaźnika wytrzymałości usztywnień W podano w Tabeli 5.9.4.7.

Tabela 5.9.4.7
Przybliżone wartości wskaźnika wytrzymałości usztywnień, [cm³]

Wysokość usztywnienia, [mm]	Zbrojenia poszycia, [g/m ²]	Zbrojenie mocnika usztywnienia ' szerokość mocnika: [kg/m ²] ' [mm]								
		80	160	240	320	400	560	720	800	960
20	2000	5,3	10	15	20	24	32	-	-	-
	4000	6,6	12	17	23	28	38	48	54	66
	6000	-	15	21	27	33	44	55	62	75
	8000	-	-	26	31	38	51	63	71	85
40	2000	11	19	28	36	43	58	-	-	-
	4000	12	21	31	40	49	66	83	91	108
	6000	14	24	34	43	53	72	91	100	119
	8000	-	27	37	48	58	78	98	109	129
60	2000	19	31	43	54	66	87	-	-	-
	4000	21	34	48	59	71	96	120	132	155
	6000	23	36	50	63	78	103	129	142	167
	8000	25	40	53	67	81	110	137	151	178
80	2000	30	46	60	75	89	118	-	-	-
	4000	33	50	65	81	97	130	161	175	205
	6000	35	53	69	86	103	137	170	186	219
	8000	38	56	74	91	109	145	180	197	231
100	2000	41	60	78	95	114	150	-	-	-
	4000	44	65	84	103	123	163	201	219	254
	6000	47	69	89	109	130	171	212	231	270
	8000	50	75	93	114	136	179	222	242	283
120	2000	59	81	102	122	144	186	-	-	-
	4000	64	88	110	132	156	202	248	268	310
	6000	68	93	116	139	164	213	261	283	328
	8000	72	98	122	146	171	222	272	295	343
150	2000	91	118	143	167	194	246	-	-	-
	4000	89	129	155	181	210	267	323	348	398
	6000	105	136	163	191	221	281	340	366	421
	8000	110	142	170	199	230	292	363	380	438

Wysokość usztywnienia, [mm]	Zbrojenia poszycia, [g/m ²]	Zbrojenie mocnika usztywnienia ' szerokość mocnika: [kg/m ²] ' [mm]								
		80	160	240	320	400	560	720	800	960
180	2000	133	165	193	221	252	314	-	-	-
	4000	146	180	210	241	274	341	408	436	496
	6000	154	190	222	254	289	369	429	456	522
	8000	162	198	231	264	301	373	445	476	543
210	2000	202	238	269	300	336	407	-	-	-
	4000	221	260	294	327	366	442	518	549	617
	6000	235	276	311	346	386	466	545	578	550
	8000	247	288	325	361	402	485	567	602	677
240	2000	252	293	328	362	403	483	-	-	-
	4000	277	321	358	395	439	525	611	646	722
	6000	294	340	379	418	463	553	643	680	761
	8000	308	355	395	438	483	575	688	707	791
270	2000	332	378	415	453	498	597	-	-	-
	4000	364	413	453	494	542	637	732	770	854
	6000	387	437	480	522	572	672	771	812	901
	8000	405	457	501	545	597	699	802	844	937
300	2000	397	447	489	530	579	677	-	-	-
	4000	436	489	533	578	630	736	839	881	974
	6000	463	518	565	611	666	775	884	929	1047
	8000	484	541	590	638	694	807	919	966	1068
330	2000	503	558	602	646	700	807	-	-	-
	4000	551	608	656	703	760	874	987	1032	1131
	6000	585	645	696	744	803	922	1040	1087	1193
	8000	613	678	726	777	838	960	1082	1131	1241
360	2000	584	644	691	738	797	912	-	-	-
	4000	639	702	763	803	865	988	1101	1159	1267
	6000	680	744	798	851	915	1043	1171	1222	1335
	8000	712	778	833	889	955	1087	1218	1271	1389
100	2000	41	60	78	95	114	150	-	-	-
	4000	44	65	84	103	123	163	201	219	254
	6000	47	69	89	109	130	171	212	231	270
	8000	50	75	93	114	136	179	222	242	283
120	2000	59	81	102	122	144	186	-	-	-
	4000	64	88	110	132	156	202	248	268	310
	6000	68	93	116	139	164	213	261	283	328
	8000	72	98	122	146	171	222	272	295	343
150	2000	91	118	143	167	194	246	-	-	-
	4000	89	129	155	181	210	267	323	348	398
	6000	105	136	163	191	221	281	340	366	421

Wysokość usztywnienia, [mm]	Zbrojenia poszycia, [g/m ²]	Zbrojenie mocnika usztywnienia ' szerokość mocnika: [kg/m ²] ' [mm]								
		80	160	240	320	400	560	720	800	960
	8000	110	142	170	199	230	292	363	380	438
180	2000	133	165	193	221	252	314	-	-	-
	4000	146	180	210	241	274	341	408	436	496
	6000	154	190	222	254	289	369	429	456	522
	8000	162	198	231	264	301	373	445	476	543
210	2000	202	238	269	300	336	407	-	-	-
	4000	221	260	294	327	366	442	518	549	617
	6000	235	276	311	346	386	466	545	578	550
	8000	247	288	325	361	402	485	567	602	677
240	2000	252	293	328	362	403	483	-	-	-
	4000	277	321	358	395	439	525	611	646	722
	6000	294	340	379	418	463	553	643	680	761
	8000	308	355	395	438	483	575	688	707	791
270	2000	332	378	415	453	498	597	-	-	-
	4000	364	413	453	494	542	637	732	770	854
	6000	387	437	480	522	572	672	771	812	901
	8000	405	457	501	545	597	699	802	844	937
300	2000	397	447	489	530	579	677	-	-	-
	4000	436	489	533	578	630	736	839	881	974
	6000	463	518	565	611	666	775	884	929	1047
	8000	484	541	590	638	694	807	919	966	1068
330	2000	503	558	602	646	700	807	-	-	-
	4000	551	608	656	703	760	874	987	1032	1131
	6000	585	645	696	744	803	922	1040	1087	1193
	8000	613	678	726	777	838	960	1082	1131	1241
360	2000	584	644	691	738	797	912	-	-	-
	4000	639	702	763	803	865	988	1101	1159	1267
	6000	680	744	798	851	915	1043	1171	1222	1335
	8000	712	778	833	889	955	1087	1218	1271	1389

5.10 Wytrzymałość ogólna kadłuba z laminatu

5.10.1 Uwagi ogólne

- .1 Sprawdzenie wytrzymałości ogólnej konstrukcji kadłuba obowiązuje dla jednostki autonomicznej o długości większej niż 10 m, z przekładkowym poszyciem pokładu i burt.
- .2 Sprawdzenie wytrzymałości ogólnej polega na obliczeniu wskaźnika wytrzymałości na zginanie kadłuba na owręzu.
- .3 Wytrzymałość ogólna jednostek wielokadłubowych będzie odrębnie rozpatrywana przez PRS.

5.10.2 Wskaźnik wytrzymałości kadłuba na zginanie

- .1 Wskaźnik wytrzymałości kadłuba na zginanie W_k nie powinien być mniejszy niż określony ze wzoru:

$$W_k = 47L_W^2 B_W (C_b + 0,7) \text{ [cm}^3\text{]} \quad (5.10.2.1)$$

B_W – szerokość kadłub w linii wodnej [m],

C_b – współczynnik pełnotliwości podwodzia.

- .2 Wzór 5.10.2.1 odnosi się do laminatu przepisowego (patrz 5.7.4). Przy obliczaniu wskaźnika wytrzymałości kadłuba z laminatu o innych własnościach przekroje należy pomnożyć przez współczynnik k określony ze wzoru:

$$k = \frac{E_g}{7300} \quad (5.10.2.2)$$

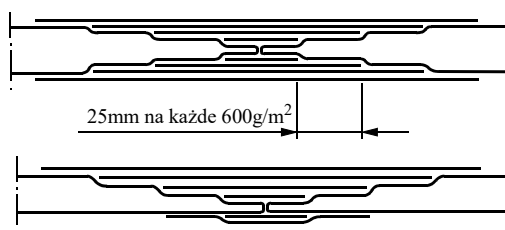
E_g – moduł sprężystości poszycia i usztywnień wzdłużnych [MPa].

5.11 Połączenia powłok z laminatu**5.11.1 Uwagi ogólne**

Przedstawione przykłady połączeń powłok z laminatu należy traktować jako rozwiązania zalecane. Inne rozwiązania mogą być zaakceptowane po stwierdzeniu równoważności wytrzymałości połączeń.

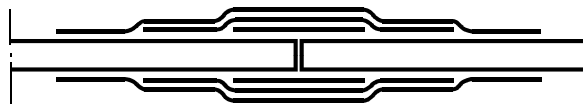
5.11.2 Połączenia na styk

- .1 Przy połączeniach na styk dobre wytrzymałościowo złącza uzyskuje się przy schodkowym ukosowaniu obu łączonych elementów, jak pokazano na rys. 5.11.2.1.



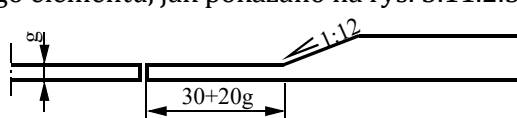
Rys. 5.11.2.1

- .2 Mniej obciążone elementy mogą być łączone bez ukosowania, jak pokazano na rys. 5.11.2.2. Liczba warstw laminatu łączącego z każdej strony nie powinna być mniejsza od liczby warstw w laminacie cieńszego elementu.



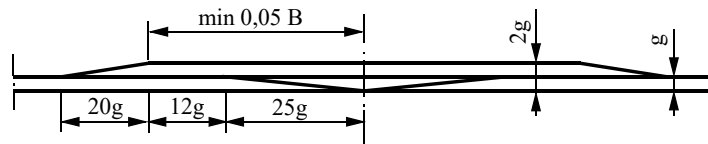
Rys. 5.11.2.2

- .3 Przy łączeniu elementów o różnej grubości, należy przed rejonem złącza zmniejszyć grubość masywniejszego elementu, jak pokazano na rys. 5.11.2.3.



Rys. 5.11.2.3

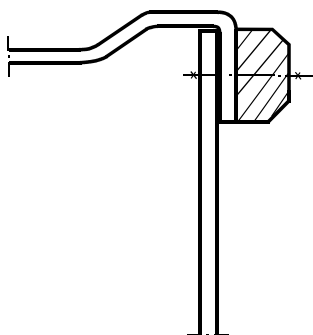
- .4 W razie łączenia ze sobą dwóch połówek poszycia kadłuba wzdłuż, należy stosować się do wymagań 5.11.1.3. Połączenie to może być rozwiązane tak, jak pokazano na rys. 5.11.2.4, lub w inny uzgodniony sposób.



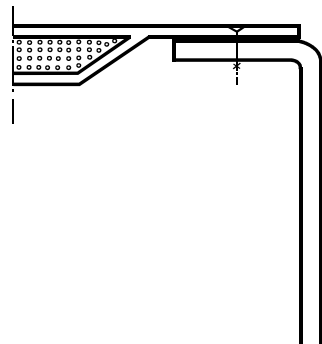
Rys. 5.11.2.4

5.11.3 Połączenie pokładu z burtami

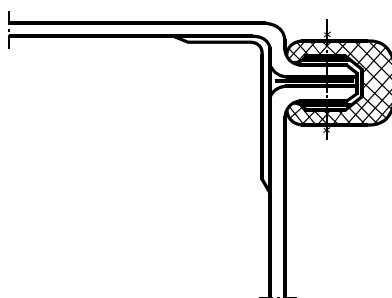
- .1 Połączenie pokładu z burtami powinno przenieść obciążenie zginające pochodzące od obciążenia pokładu i burt oraz obciążenia ścinające od skręcania kadłuba jednostki.
- .2 Zaleca się stosowanie złącz zakładkowych wzmocnionych śrubami lub odpowiednimi nitami.
- .3 Przykłady prawidłowych połączeń pokazano na rys. 5.11.3.3-1 ÷ 4. Masa zbrojenia przylaminowania nie powinna być mniejsza niż 40% zbrojenia poszycia burtowego.



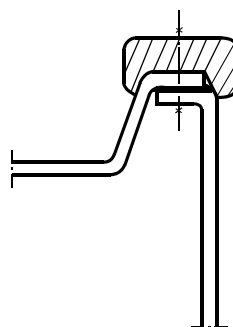
Rys. 5.11.3.3-1



Rys. 5.11.3.3-2



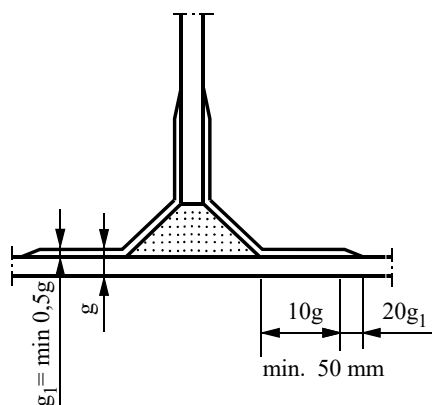
Rys. 5.11.3.3-3



Rys. 5.11.3.3-4

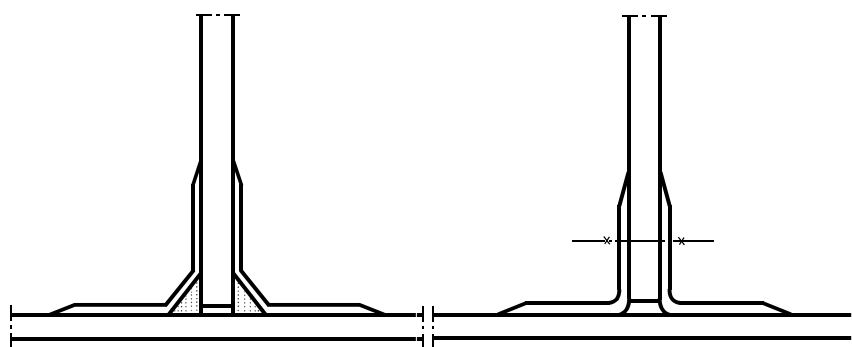
5.11.4 Połączenie grodzi z poszyciem zewnętrznym

- .1 Przy wykonywaniu połączenia grodzi z poszyciem zewnętrznym należy stosować przylaminowania o grubości nie mniejszej niż połowa grubości burty. Jednocześnie należy unikać zbyt sztywnego połączenia. Na jednostkach o długości większej niż 9 m zaleca się stosowanie pomiędzy grodzią i poszyciem podkładu z laminatu wykonanego z maty oraz żywicy o dużym wydłużeniu względnym oraz elastycznych wstawek z pianki rdzeniowej.
- .2 Zalecane połączenia grodzi z poszyciem zewnętrznym pokazano na rys. 5.11.4.2.



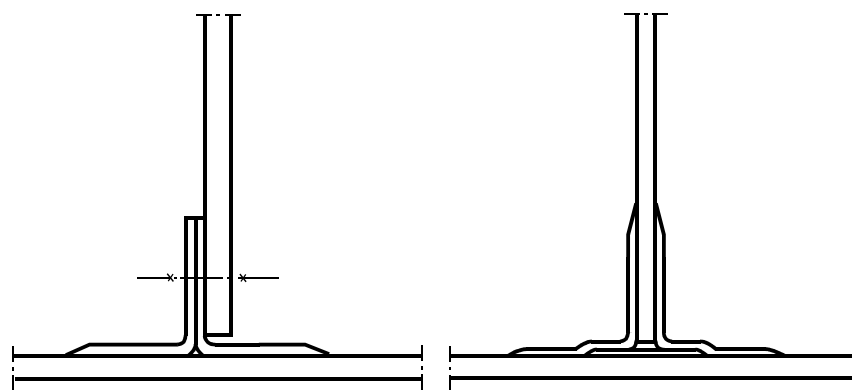
Rys. 5.11.4.2

- .3 Rozwiązania dopuszczalne na jednostkach o długości nie większej niż 9 m pokazano na rys. 5.11.4.3-1 ÷ 4.



Rys. 5.11.4.3-1

Rys. 5.11.4.3-2



Rys. 5.11.4.3-3

Rys. 5.11.4.3-4

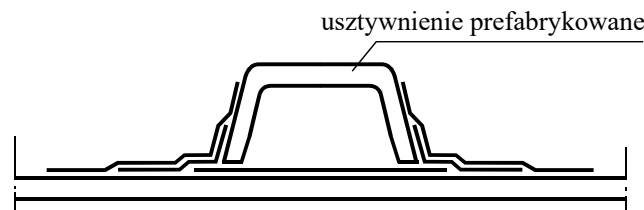
5.11.5 Mocowanie elementów wybudowy wnętrza

- .1 Przy łączeniu elementów wybudowy wnętrza z poszyciem zbrojenie każdego z dwóch przylaminowań nie powinno być mniejsze niż:
- dla elementów z laminatu masywnego – 50% zbrojenia cieńszego elementu,
 - dla elementów poszyć przekładkowych – 100% zbrojenia cieńszej okładki.

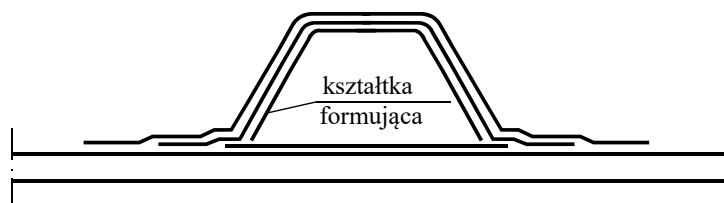
Jeżeli zastosowano przylaminowanie jednostronne, powyższe wartości należy podwoić.

.2 Zbrojenie przylaminowań nie powinno być w zasadzie mniejsze niż:

- 1800 g/m² (lub 2 – 900 g/m²) dla elementów konstrukcyjnych wzmacniających bezpośrednio poszycie zewnętrzne,
- 1200 g/m² (lub 2 – 600 g/m²) dla elementów mniej obciążonych.

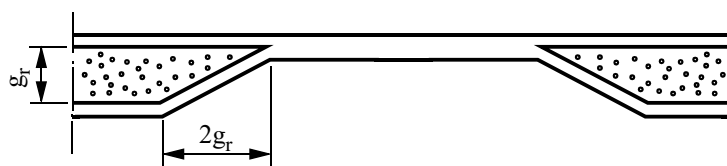
5.11.6 Mocowanie usztywnień**.1 Usztywnienia z kształtek wykonanych z laminatu można łączyć z poszyciem w sposób pokazany na rysunkach 5.11.6.1-1 ÷ 2.**

Rys. 5.11.6.1-1



Rys. 5.11.6.1-2

W obu rozwiązaniach zbrojenie przylaminowania nie powinno być mniejsze niż zbrojenie środka usztywnienia.

.2 Na jednostkach o długości większej niż 9 m zaleca się stosowanie podkładu wykonanego z laminatu z maty oraz żywicy o dużym wydłużeniu.**5.11.7 Poszycie przekładkowe****.1 W miejscach montażu wyposażenia piankę rdzeniową należy zastąpić poszyciem masywnym, jak pokazano na rys. 5.11.7.1. Dopuszczalne jest w laminowanie odpowiedniej sklejki po uzgodnieniu technologii z PRS.**

Rys. 5.11.7.1

.2 Ukosowanie pianki rdzeniowej przy wszystkich przejściach poszycia przekładkowego w masywne nie powinno być mniejsze niż 1:2.**5.12 Konstrukcje metalowe****5.12.1 Wymagania ogólne****.1 Metale zastosowane w konstrukcji kadłuba powinny odpowiadać wymaganiom Rozdziału 10 – Materiały.**

- .2 W razie zastosowania natryskowego obustronnego cynkowania powierzchni kadłuba stalowego, grubość jego poszycia i wskaźniki wytrzymałości usztywnień można zmniejszyć o 10% w stosunku do wymaganych w niniejszych *Wytycznych*.
- .3 Elementy poszyć i usztywnień narażone na wzmożoną korozję, jak zęzy, zbiorniki wody i paliwa oraz spływniki zaleca się wykonywać z blachy grubszej, niż to jest wymagane i nie cieńszej niż 3 mm.

5.12.2 Warunki budowy

- .1 Miejsce, w którym odbywa się spawanie powinno być chronione przed mrozem i wilgocią oraz, zwłaszcza przy spawaniu w osłonie gazów obojętnych, przed wiatrem i przeciągami.
W razie występowania mrozów (poniżej -5°C) należy zapewnić odpowiednie wykonanie spoin przez osłonięcie i podgrzanie części konstrukcji. Przy spawaniu grubszych blach należy unikać szybkiego chłodzenia spoiny.
- .2 Spawanie może wykonywać wyłącznie spawacz posiadający uprawnienia PRS. Przy jednostkowej budowie dopuszcza się możliwość zdobycia takich uprawnień w trakcie budowy kadłuba jednostki.
- .3 Elektrody muszą bezwzględnie być suche.
- .4 Konserwację kadłuba metalowego należy przeprowadzić w warunkach zalecanych przez producenta powłok ochronnych.

5.12.3 Metal bazowy

- .1 Podane w dalszych podrozdziałach wymagania odnoszą się do konstrukcji ze stali o własnościach:
 $R_m = 400 \text{ MPa}$,
 $R_e = 235 \text{ MPa}$,
 $E = 210\,000 \text{ MPa}$.
- .2 Przy zastosowaniu stali o innych własnościach lub stopu aluminium, grubość poszyć g_1 oraz wskaźnik wytrzymałości usztywnień W_1 nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

- dla kryterium wytrzymałości na zginanie:

$$g_1 = g \sqrt{\frac{635}{R_m + R_e}} \text{ [mm]} \quad (5.12.3.2-1)$$

- dla kryterium sztywności:

$$g_1 = g \sqrt[3]{\frac{210\,000}{E}} \text{ [mm]} \quad (5.12.3.2-2)$$

$$W_1 = W \frac{635}{R_m + R_e} \text{ [cm}^3\text{]} \quad (5.12.3.2-3)$$

- g – wymagana bazowa grubość poszycia, według 5.11,
- W – wymagany wskaźnik wytrzymałości dla metalu bazowego, według 5.12,
- R_m – wytrzymałość na rozciąganie zastosowanego materiału, jednakże nie należy przyjmować wartości większej niż 600 MPa,
- R_e – granica plastyczności zastosowanego materiału [MPa],
- E – moduł sprężystości zastosowanego materiału [MPa].

5.13 Poszycie stalowe

5.13.1 Grubości wymagane

- .1 Grubość poszycia stalowego jednostki autonomicznej g nie powinna być mniejsza niż podano w Tabeli 5.13.1.1 oraz powinna spełniać dodatkowe, podane kryteria.

Tabela 5.13.1.1
Wymagane bazowe grubości poszycia stalowego jednostki autonomicznej [mm]

Rejon poszycia	Kryterium		Dodatkowe kryteria
	Wytrzymałości na zginanie	grubości minimalnej	
Stępka, stewy	$5,2 ak \sqrt{h}$	$1,1 \sqrt{L}$	
Dno	$6,0 ak \sqrt{h}$	$0,9 \sqrt{L}$	
Burty	$6,0 ak \sqrt{h}$	$0,9 \sqrt{L}$	
Integralny statecznik sterowy	$5,2 ak \sqrt{h}$	$1,1 \sqrt{L}$	
Pokład główny	$5,0 ak \sqrt{h}$	$0,75 \sqrt{L}$	2.11.1.4 , 6
Pokładówki	$4,8 ak \sqrt{h}$	$0,7 \sqrt{L}$	2.11.1.4 , 6
Grodzie	$4,8 ak \sqrt{h}$	$0,6 \sqrt{L}$	
Ściany zbiorników integralnych	$5,2 ak \sqrt{h}$	$0,8 \sqrt{L}$	

a – szerokość płyty poszycia [m],

$k = k_k \cdot k_p$ według 5.3.2.3 i 5.3.2.4,

h – wysokość obciążenia według 5.4.2 , 5.4.7.

- .2 Płaskie i mało zakrzywione płyty poszyć i tych elementów nadbudowy, po których może chodzić załoga, powinny mieć ze względu na wymaganą sztywność grubość g nie mniejszą niż określona ze wzoru:

$$g = 5,3ak^3\sqrt{h} \text{ [mm]} \quad (5.13.1.2)$$

a, k, h – według 5.13.1.1,

przy czym należy przyjmować $h \geq 0,5$ m.

- .3 W razie zastosowania dna podwójnego, jego poszycie nie powinno być cieńsze niż poszycie burt, a w rejonie maszynowni grubsze o 1 mm od poszycia burt. Poszycie dna wewnętrznego powinno być usztywnione podobnie jak dno zewnętrzne.
- .4 Wszystkie otwory w pokładzie i nadbudowie powinny mieć zaokrąglone naroża oraz krawędzie usztywnione zrębnicami.

5.14 Usztywnienia stalowe

5.14.1 Wymagane wskaźniki usztywnień

- .1 Wskaźniki wytrzymałości na zginanie zastosowanych usztywnień stalowych W na jednostkach autonomicznych nie powinny być mniejsze niż podane w Tabeli 5.14.1.1 oraz powinny spełniać dodatkowe, podane kryteria.

Tabela 5.14.1.1
Wymagane wskaźniki wytrzymałości na zginanie W usztywnień

Usztywnienia	W , [cm ³]	Dodatkowe kryteria
Wzdłużniki denne	4,2 hsl^2	5.14.3
Denniki	4,2 hsl^2	5.14.3
Wzdłużniki burtowe	3,6 hsl^2	
Wręgi	2,9 hsl^2	
Wzdłużniki pokładowe	2,6 hsl^2	5.14.4.3
Pokładniki	2,4 hsl^2	5.14.4.1, 5.14.4.2
Ramy wręgowe	3,5 hsl^2	
Usztywnienia grodzi	2,4 hsl^2	
Usztywnienia zbiorników	3,5 hsl^2	

h – wysokość obciążenia według 5.4.1, 5.4.7,

s – podpierana szerokość poszycia [m],

l – niepodparta długość usztywnienia [m].

5.14.2 Stępka i stewy

- .1 Stępka płaska, dziobnica i tylnica gięte z blach powinny odpowiadać wymaganiom podanym w 5.14.1.1 lub w 5.14.1.2.

Szerokość b tych elementów nie powinna być mniejsza niż określona ze wzorów:

$$b = 0,10 B \text{ [mm]} \quad \text{– dla stępki na śródkręciu,} \quad (5.14.2.1-1)$$

$$b = 0,06 B \text{ [mm]} \quad \text{– dla dziobnicy,} \quad (5.14.2.1-2)$$

$$b = 0,08 B \text{ [mm]} \quad \text{– dla tylnicy z przejściem linii wału silnika} \quad (5.14.2.1-3)$$

o mocy nie większej niż 40 kW.

- .2 Grubość stępki belkowej g oraz jej wysokość h nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$g = 0,4L + 8 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.2-1)$$

$$h = 2L + 60 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.2-2)$$

- .3 Grubość dziobnicy i tylnicy belkowej g oraz ich wysokość h nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$g = 0,5L + 3 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.3-1)$$

$$h = 2L + 50 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.3-2)$$

- .4 Grubość tylnicy belkowej g , na której zawieszono ster oraz jej wysokość h nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$g = 0,7L + 5 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.4-1)$$

$$h = 1,2L + 80 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.4-2)$$

- .5 Grubość tylnicy belkowej g z przejściem linii wału silnika o mocy większej niż 40 kW oraz jej wysokość h nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$g = L + 12 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.5-1)$$

$$h = L + 80 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.5-2)$$

Ostroga sterowa takiej tylnicy powinna odpowiadać wymaganiom wytrzymałościowym określonym w 5.17.5.

- .6 W razie zastosowania na jednostki z silnikiem o mocy większej niż 40 kW tylnicy spawanej, jej szerokość b w okolicy pochwy wału napędowego oraz grubość g nie powinny być mniejsze niż określone ze wzorów:

$$b = 18L + 110 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.6-1)$$

$$g = 0,15L + 7 \text{ [mm]} \quad (5.14.2.6-2)$$

W odległości 0,25 rozpiętości tylnicy od przekroju maksymalnego, szerokość b nie powinna być mniejsza niż 80% szerokości określonej ze wzoru 5.14.2.1-1.

5.14.3 Usztywnienia denne

- .1 Przy poprzecznym układzie wiązań denniki powinny być umieszczone na każdym wręgu. Denniki te powinny być wykonane z blachy tej samej grubości, co poszycie dna.
- .2 Jeżeli rozpiętość dennika przekracza 75 jego grubości, na jego górnej krawędzi należy zastosować mocnik, którego szerokość nie powinna być mniejsza niż 10 grubości dennika.
- .3 Wskaźnik wytrzymałości denników nad statecznikiem sterowym W_s nie powinien być mniejszy niż określony ze wzoru:

$$W_s = 3,5hsl_d^2 + \frac{R_1 h_s}{175n_s} \text{ [cm}^3\text{]} \quad (5.14.3.3)$$

h – wysokość obciążenia według 5.4.2 i 5.4.7,

s – podpierana szerokość poszycia [m],

l_d – niepodparta długość dennika [m],

R_1 – siła działająca na dolne łożysko steru według 5.17.2.2 [N],

h_s – wysokość statecznika sterowego [m],

n_s – liczba denników usztywniających dno w rejonie statecznika.

- .4 W razie zastosowania dna podwójnego wysokość denników w płaszczyźnie symetrii nie powinna być mniejsza niż 650 mm.

Poszycie szczelnych denników dna podwójnego powinno spełniać wymagania dotyczące ścian zbiorników integralnych.

5.14.4 Usztywnienia pokładu

- .1 Przy poprzecznym układzie wiązań pokładniki powinny być zastosowane na każdym wręgu. Na jednostkach o długości nie większej niż 12 m, w rejonie przejścia pokładowego obok pokładówek można stosować pokładniki na co drugim wręgu.
- .2 Pokładniki w miejscu montażu większych elementów wyposażenia lub na krawędziach dużych otworów powinny być odpowiednio wzmocnione lub podparte.
- .3 Wysokość środka wzdłużnika podpierającego pokładniki nie powinna być mniejsza niż 0,04 jego niepodpartej długości lub 1,5 wysokości podpieranych pokładników.

5.14.5 Ramy wręgowe

Przy wzdłużnym układzie usztywnień poszycia kadłuba powinny być zastosowane ramy wręgowe, które powinny być konstrukcją ciągłą, łączącą denniki z wręgami i pokładnikami.

Do wzorów z Tabeli 5.14.1.1 należy podstawić niepodparte długości części ramy, nie mniejsze jednak niż:

- odległość od środka dna do obła (dla dennej części ramy),
- odległość od krawędzi pokład - burta do obła (dla części wręgowej),
- pół szerokości pokładu w danym miejscu (dla części pokładnikowej).

Jeżeli zastosowano podpory we wnętrzu ramy, obliczeniową niepodpartą długość usztywnienia / można odpowiednio zmniejszyć.

5.15 Połączenia spawane

5.15.1 Wymagania ogólne

- .1 Materiały stosowane do spawania powinny być uznane przez PRS zgodnie z wymaganiami Części IX – *Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

5.15.2 Szczegóły konstrukcyjne

- .1 Połączenia spawane powinny być zaprojektowane tak, aby podczas wykonywania były łatwo dostępne.

Spawanie należy wykonać w odpowiedniej kolejności w celu utrzymania naprężeń pospawalniczych i odkształceń na możliwie niskim poziomie. W miarę możliwości spawanie powinno odbywać się w pozycji podolnej.
- .2 Należy unikać małych odstępów między spoinami. Równoległe spoiny czołowe nie powinny znajdować się w odległości mniejszej niż 100 mm. Spoina pachwinowa powinna być oddalona od spoiny czołowej o co najmniej 50 mm.
- .3 Spoiny pachwinowe ciągłe mogą być stosowane przy łączeniu następujących elementów konstrukcji:
 - poszycia,
 - stępki i stew,
 - denników do stępki,
 - fundamentów silników i innych urządzeń,
 - węzłówek do usztywnień,
 - zakończeń usztywnień na długości 1,5 ich wysokości.

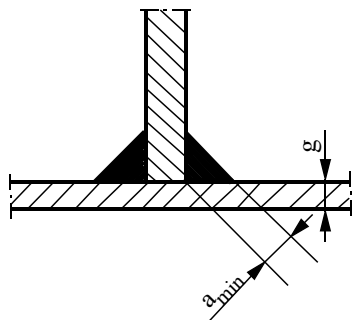
Przerywane spoiny pachwinowe powinny być stosowane przy łączeniu usztywnień do poszycia. Jeżeli usztywnienia łączone są ze sobą bez węzłówek, to połączenie takie należy wykonać spoinami ciągłymi.

5.15.3 Spoiny czołowe

- .1 Przy ręcznym spawaniu blach o grubości nie większej niż 5 mm można zrezygnować z ukosowania krawędzi. Blachy grubsze niż 5 mm należy ukosować na V lub na X. Połączenia czołowe należy spawać dwustronnie; w razie uzyskania ciągłego przetopu grani w blachach o grubości nie większej niż 3 mm można zrezygnować z podpawania.
- .2 Jeżeli elementy spawane czołowo różnią się grubością o więcej niż 25% mniejszej grubości lub więcej niż 3 mm, to grubszy element należy ukosować w stosunku 1 : 3.

5.15.4 Spoiny pachwinowe

- .1 Grubość spoin pachwinowych a nie powinna być mniejsza od podanych w Tabeli 5.15.4.1.



Rys. 5.15.4.1

Tabela 5.15.4.1

Grubość elementu spawanego g [mm]	Grubość spoiny a [mm]
< 4	2,0
$4 \div 6,5$	2,5
$6,5 \div 8$	3,0
> 8	3,5

- .2 Przy przerywanych spoinach pachwinowych zaleca się stosowanie wymiarów podanych w Tabeli 5.15.4.2.

Tabela 5.15.4.2

Grubość elementów g [mm]	Długość spoiny l [mm]	Podziałka spoiny t [mm]
3 , 4,5	25	100
5 , 6,5	30	120
7 , 8,5	40	160
>9	55	220

5.15.5 Spawanie na zakładkę

- .1 W miarę możliwości należy unikać złączy spawanych na zakładkę.
.2 Przy połączeniach na zakładkę szerokość zakładki l nie powinna być mniejsza niż określona ze wzoru:

$$l = 1,5g + 15 \text{ [mm]} \quad (5.15.5.2)$$

g – grubość cieńszego elementu.

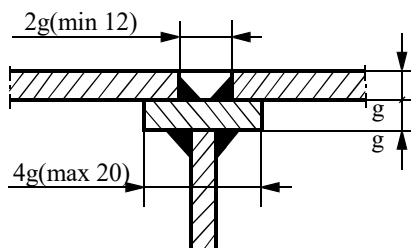
Zastosowana przy tym spoina pachwinowa musi być ciągła i dookoła zamknięta.

5.15.6 Spawanie otworowe

- .1 Długość otworów l i ich podziałkę t należy przyjmować zgodnie z Tabelą 5.15.4.2, a grubość spoiny pachwinowej a zgodnie z Tabelą 5.15.4.1. Podstawą do obliczeń jest grubość cieńszej blachy.

Szerokość otworu powinna być równa podwojonej grubości blachy i nie mniejsza niż 12 mm. Końce otworów należy zaokrąglić.

- .2 Płaskownik lub kształtownik stanowiący podkład do spawania otworowego powinien mieć szerokość nie mniejszą niż cztery grubości blachy, lecz może ona nie przekraczać 20 mm.



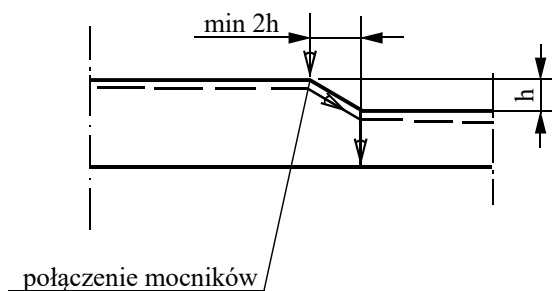
Rys. 5.15.6.2

Wgłębienie pozostałe po spawaniu otworowym można uzupełnić odpowiednią szpachlówką, ale nie stopiwem.

- .3 Dla konstrukcyjnie ważnych połączeń elementów nie dopuszcza się spawania czopowego.

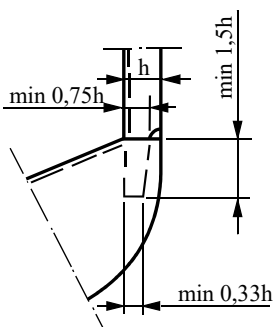
5.15.7 Połączenia spawane usztywnień

- .1 Jeżeli usztywnienie wykonane jest z kilku odcinków kształownika, to połączenia na styk należy umieszczać w miejscach o niewielkim obciążeniu.
- .2 W połączeniach kształowników o różnej wysokości środników mocniki powinny być łączone ze sobą zgodnie z rys. 5.15.7.2.

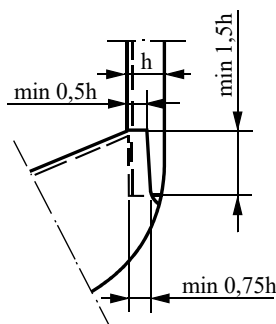


Rys. 5.15.7.2

- .3 Zaleca się łączenie wręgów z dennikami zgodnie z rys. 5.15.7.3-1 ÷ 2.

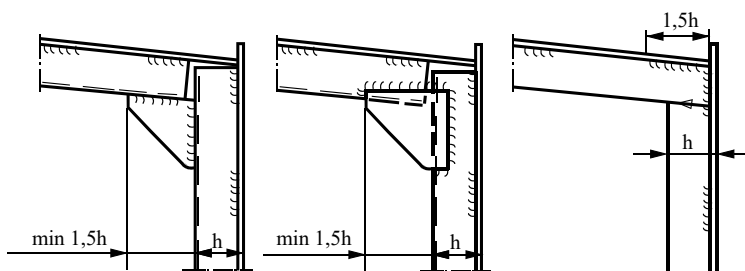


Rys. 5.15.7.3-1

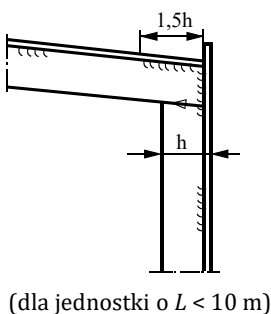


Rys. 5.15.7.3-2

- .4 Zaleca się łączenie wręgów z pokładnikami zgodnie z rys. 5.15.7.4-1 ÷ 2.



Rys. 5.15.7.4-1



(dla jednostki o $L < 10$ m)

Rys. 5.15.7.4-2

5.16 Wyposażenie

5.16.1 Zakres zastosowania

5.16.1.1 Oznaczenia

- .1 **Masa jednostki pustej (D_p)** [t] – masa jednostki całkowicie wyposażonej do żeglugi, ale bez zapasów i ładunku.
- .2 **Masa jednostki załadowanej (D_z)** [t] – suma masy jednostki pustej, zapasów i ładunku w danym stanie załadowania..
- .3 **Wolna burta (F_b)** [m] – pionowa odległość mierzona w płaszczyźnie owręża, przy burcie, od płaszczyzny wodnicy jednostki do:
 - górnej krawędzi najwyższego pokładu ciągłego, a w przypadku jednostki z zaoblonym połączeniem pokładu z burtą do punktu przecięcia teoretycznych linii pokładu i burty, osiągniętych przez ekstrapolację, z pominięciem zaoblęcia;
 - górnej krawędzi burty w przypadku jednostki bezpokładowej.
- .4 **Wysokość jednostki nad wodnicą (h)** [m] – pionowa odległość między płaszczyzną wodnicy jednostki pustej a najwyższym punktem konstrukcji jednostki.
- .5 **Wysokość zalewania (h_z)** [m] – odległość punktu zalewania od płaszczyzny wodnicy pływania odpowiadającej rozpatrywanemu stanowi załadowania jednostki bez przechyłu.
- .6 **Minimalna wysokość zalewania (h_{zm})** [m] – wysokość zalewania przy dopuszczalnym obciążeniu.
- .7 **Zanurzenie (T)** [m] - największa pionowa odległość między płaszczyzną wodnicy jednostki załadowanej a dolną krawędzią stępki lub najniższym punktem podwodnej części konstrukcji kadłuba, jeżeli wystaje ona poza obrys stępki.
- .8 **Kąt zalewania (ϑ_z)** – kąt przechyłu jednostki w rozpatrywanym stanie załadowania, przy którym do wody wchodzi punkt zalewania. Dla jednostki otwartej z otworami burtowymi zamykanymi wodoszczelnie jest to kąt wejścia krawędzi burty do wody.
- .9 **Minimalny kąt zalewania (ϑ_{zm})** – kąt przechyłu jednostki przy przyjętej nośności, przy którym do wody wchodzi punkt zalewania. Dla jednostki otwartej z otworami burtowymi zamykanymi wodoszczelnie jest to kąt wejścia krawędzi burty do wody.

5.17 Urządzenia sterowe

5.17.1 Wymagania ogólne

5.17.1.1 Jednostkę należy wyposażyć w urządzenie sterowe zapewniające sterowność w każdych warunkach żeglugowych.

5.17.1.2 Sterowanie może być zapewnione przez wychylenie płetwy lub płetw sterowych lub przez obrót pędnika powodujący zmianę kierunku siły jego naporu.

Obrót płetwy sterowej może być dokonywany rumplem lub zdalnym urządzeniem sterowym.

Jednostki napędzane jednym silnikiem wbudowanym na stałe, wyposażone w płetwę sterową i zdalne urządzenie sterowe, powinny być wyposażone w rumpel awaryjny lub inne środki umożliwiające sterowanie przy zredukowanej prędkości.

5.17.1.3 Kąt wychylenia płetwy steru (lub kierunek siły naporu pędnika na jednostkę bez steru) powinien być łatwy do określenia w każdej chwili. W razie, gdy nie ma innej możliwości łatwego określenia położenia steru, należy zastosować odpowiedni wskaźnik.

5.17.1.4 Konstrukcja urządzenia sterowego powinna umożliwiać łatwą kontrolę działania oraz naprawę poszczególnych elementów. W sąsiedztwie urządzenia sterowego nie należy montować lub przechowywać wyposażenia, które mogłoby zakłócić działanie tego urządzenia.

Konstrukcja urządzenia sterowego powinna wykluczać możliwość uderzania płetwy o poszycie jednostki, mogącego spowodować uszkodzenia.

5.17.1.5 Za równoważne ze spełnieniem wymagań dotyczących konstrukcji steru, określonych w tym podrozdziale, uważa się spełnienie odpowiednich wymagań normy PN-EN ISO 12215-8.

5.17.2 Obciążenia obliczeniowe

5.17.2.1 Siła hydrodynamiczna działająca na płetwę steru

Siłę hydrodynamiczną działającą na płetwę steru, F , należy obliczać ze wzoru:

$$F = k_1 k_2 A v_0^2 \quad [\text{N}] \quad (5.17.2.1-1)$$

k_1 – współczynnik określony w Tabeli 5.17.2.1, zależny od współczynnika smukłości płetwy steru, l , określonego ze wzoru:

$$\lambda = b^2 / A_0 \quad (5.17.2.1-2)$$

b – średnia wysokość zanurzonej części płetwy [m];

A_0 – efektywna powierzchnia steru łącznie ze statecznikiem [m²],

$A_0 = A$ dla konstrukcji podanych na rysunkach 5.17.2.3.1, 5.17.2.3.3, 5.17.2.3.4,

$A_0 = A + A_s$ dla konstrukcji podanych na rysunkach 5.17.2.3.2 i 5.17.2.3.5;

A – pole powierzchni płetwy steru [m²] (dla steru pawężowego tylko pole zanurzonej części płetwy);

A_s – pole powierzchni statecznika steru [m²];

Tabela 5.17.2.1
Wartości współczynnika k_1

l	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5
k_1	61	77	93	104	113	120	126	131	135	138	140	141	142

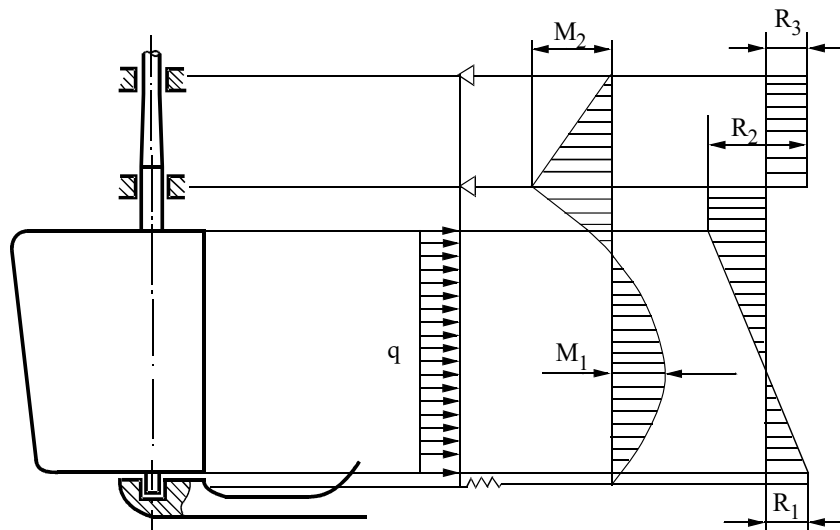
k_2 – współczynnik zależny od przeznaczenia jednostki:

$k_2 = 1,6$ dla jednostek autonomicznych,

v_0 – obliczeniowa prędkość jednostki, w węzłach, przyjęta jako większa z dwu wartości:

$$v_0 = 2,5 \sqrt{L_w} \quad (5.17.2.1-3)$$

$$v_0 = v_{\max} \text{ (rzeczywista prędkość maksymalna).} \quad (5.17.2.1-4)$$

5.17.2.2 Momenty zginające**5.17.2.2.1 Ster podparty**

Rys. 5.17.2.2.1 Obciążenia, momenty gnące i siły tnące w sterze podpartym

Największą wartość momentu zginającego w płetwie steru, M_1 , należy określać ze wzoru:

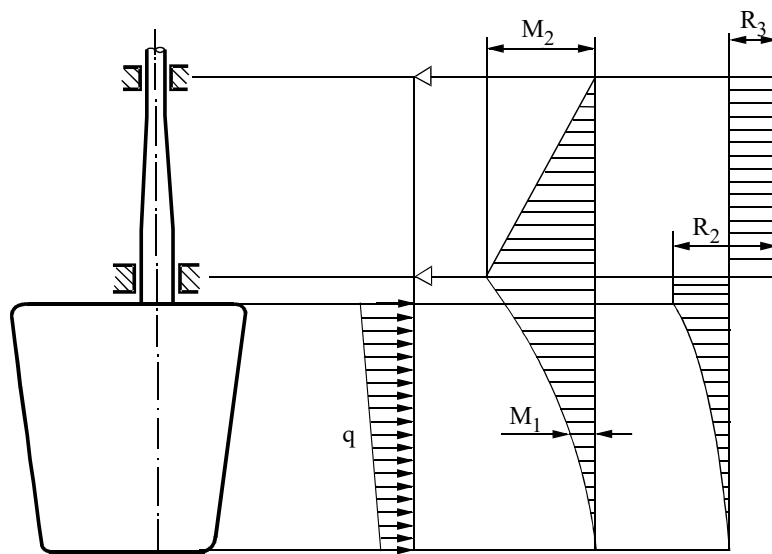
$$M_1 = 0,125Fb \quad [\text{Nm}] \quad (5.17.2.2.1-1)$$

Wartość momentu zginającego w trzonie steru, w rejonie łożyska środkowego, M_2 , należy określać ze wzoru:

$$M_2 = 0,14Fb \quad [\text{Nm}] \quad (5.17.2.2.1-2)$$

F – obliczeniowa siła hydrodynamiczna wg 5.17.2.1 [N];

b – średnia wysokość zanurzonej części płetwy [m].

5.17.2.2.2 Ster podwieszony

Rys. 5.17.2.2.2 Obciążenia, momenty gnące i siły tnące w sterze podwieszonym

Wartość momentu zginającego w dowolnym przekroju poziomym płetwy steru, M_1 , należy określać ze wzoru:

$$M_1 = \frac{FA_b h_1}{A} \quad [\text{Nm}] \quad (5.17.2.2.2-1)$$

- F – obliczeniowa siła hydrodynamiczna wg 5.17.2.1 [N];
 A_b – powierzchnia części płetwy steru poniżej rozpatrywanego przekroju [m²];
 h_1 – pionowa odległość od geometrycznego środka powierzchni A_b do rozpatrywanego przekroju [m];
 A – pole powierzchni płetwy steru według 5.17.2.1 [m²].

Wartość momentu zginającego w trzonie steru, w rejonie dolnego łożyska, M_2 , należy określać ze wzoru:

$$M_2 = Fh_2 \quad [\text{Nm}] \quad (5.17.2.2.2-2)$$

- F – obliczeniowa siła hydrodynamiczna wg 5.17.2.1 [N];
 h_2 – pionowa odległość od geometrycznego środka powierzchni płetwy steru do środka dolnego łożyska [m].

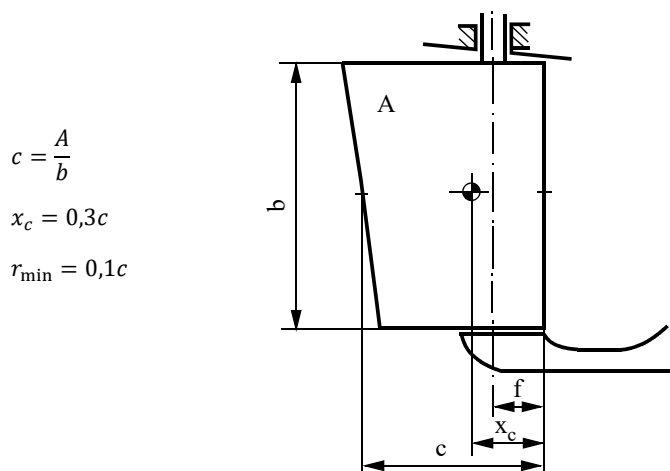
5.17.2.3 Momenty skręcające

Moment skręcający od działania siły hydrodynamicznej na płetwę steru, M_s , należy określać ze wzoru:

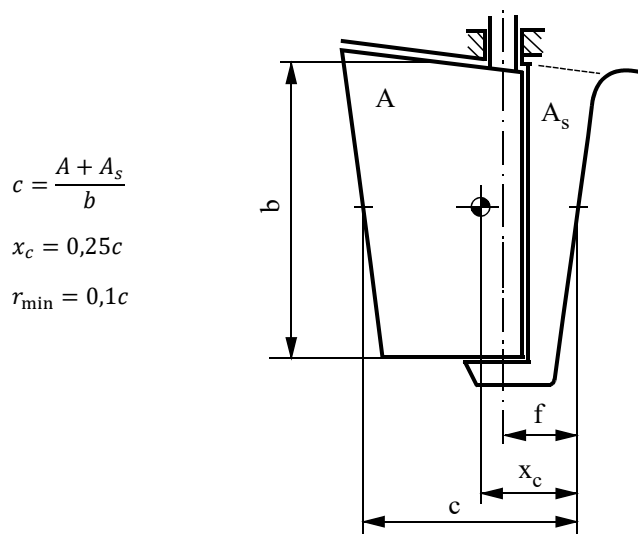
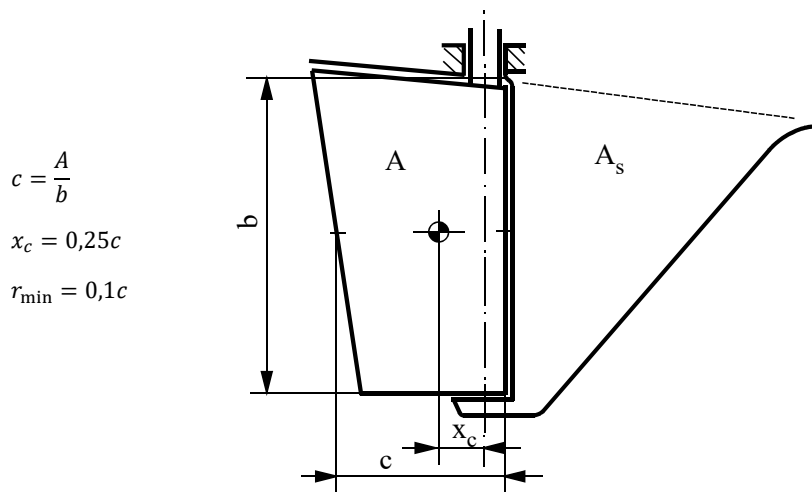
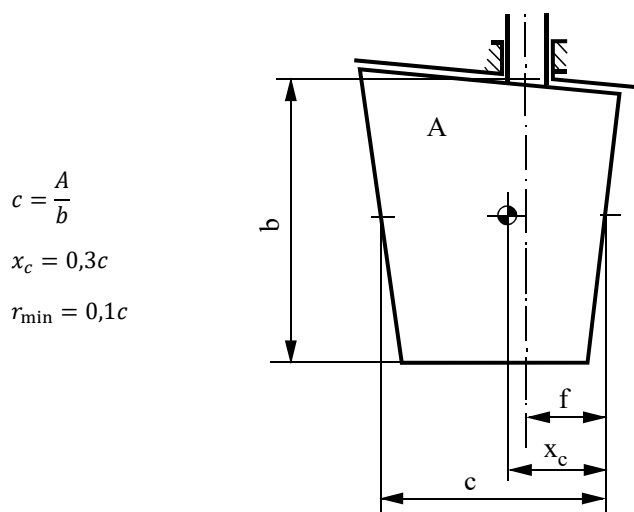
$$M_s = Fr \quad [\text{Nm}] \quad (5.17.2.3)$$

- F – obliczeniowa siła hydrodynamiczna wg 5.17.2.1 [N];
 r – promień działania siły naporu [m]:
 $r = x_c - f$ – jeśli oś obrotu znajduje się na płetwie steru,
 $r = x_c + f$ – jeśli oś obrotu znajduje się przed płetwą steru,
 $r = x_c$ – dla sterów podpartych z dużym statecznikiem ($A/A_s < 2$);
 x_c – pozioma odległość punktu przyłożenia siły hydrodynamicznej od przedniej krawędzi płetwy (lub statecznika) zgodnie z wartością podaną przy rysunkach 5.17.2.3.1÷5;
 f – pozioma odległość osi obrotu płetwy od przedniej krawędzi płetwy (lub statecznika) mierzona na wysokości punktu przyłożenia siły hydrodynamicznej zgodnie z rys. 5.17.2.3.1÷5.

Jeżeli obliczona wartość r jest mniejsza niż $r_{\min}$, określone przy rysunkach 5.17.2.3.1÷5, do dalszych obliczeń należy przyjąć $r = r_{\min}$.



Rys. 5.17.2.3.1 Ster podparty bez statecznika

Rys. 5.17.2.3.2 Ster podparty ze smukłym statecznikiem ($A/A_s \geq 2$)Rys. 5.17.2.3.3 Ster podparty z dużym statecznikiem ($A/A_s \geq 2$)

Rys. 5.17.2.3.4 Ster podwieszony

5.17.3 Konstrukcja płetwy steru

5.17.3.1 Płetwa steru może być wykonana z metalu, drewna lub laminatu. Konstrukcje z innego materiału podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

5.17.3.2 Grubość poszycia płetwy wypornościowej metalowej lub laminatowej nie powinna być mniejsza od minimalnej grubości poszycia dna jednostki, określonej w *Rozdziale 5 – Kadłub i wyposażenie*. Przyjęta grubość poszycia i odstęp usztywnień takiej płetwy powinny spełniać wymagania określone dla dna (w rejonie rufy), podane odpowiednio w Tabelach 5.8.1.1, 5.8.1.2, 5.13.1.1 i 5.13.1.2.

5.17.3.3 Grubość stalowej płetwy steru jednopłytowego, g , powinna być nie mniejsza od obliczonej ze wzoru:

$$g = 0,05 L_H + 5 \quad [\text{mm}] \quad (5.17.3.3)$$

5.17.3.4 Naprężenia zredukowane od zginania i skręcania w metalowej płetwie steru, d_{ZR} , należy obliczać wg wzoru:

$$\delta_{ZR} = \sqrt{\delta^2 + 3\tau^2} \quad [\text{MPa}] \quad (5.17.3.4)$$

- d – naprężenia normalne od zginania [MPa];
 t – naprężenia styczne od skręcania [MPa].

W żadnym przekroju płetwy obliczona wartość nie powinna przekraczać $0,3 R_m$ i $0,6 R_e$.

W razie zastosowania do budowy płetwy kilku różnych materiałów, warunek dotyczący naprężeń zredukowanych należy sprawdzić dla każdego z nich.

5.17.3.5 Metalowe poszycie płetwy powinno być połączone z usztywnieniami wewnętrznymi za pomocą spoin pachwinowych. Tam, gdzie nie jest możliwe spawanie pachwinowe, można zastosować spoiny otworowe.

5.17.3.6 Dopuszcza się wykonanie płetwy steru z dwóch laminowanych połówek, wykonanych w formach negatywowych i połączonych przy pomocy klejenia, o ile zostaną spełnione następujące warunki:

- sklejenie płetwy odbędzie się pod nadzorem PRS,
- gotowa płetwa po całkowitym utwardzeniu laminatu przejdzie pomyślnie próbę obciążenia momentem zginającym $1,5 M_1$, siłą tnącą $1,5 T$ i momentem skręcającym $1,5 M_s$, gdzie M_1 – moment zginający płetwy według 15.17.2.2, T – siła tnąca, M_s – moment skręcający płetwę według 15.17.2.3.

5.17.3.7 Wnętrze płetwy steru wypornościowego powinno być odpowiednio zakonserwowane. Zaleca się wypełnienie wnętrza płetwy materiałem niepochlaniającym wody. Płetwa steru wypornościowego wykonana z metalu lub laminatu, która nie została wypełniona, powinna być poddana próbie szczelności ciśnieniem 2,5 m słupa wody. Wymaganie sprawdzenia szczelności nie dotyczy pustych płetw ze stali nierdzewnej.

5.17.4 Trzon steru

5.17.4.1 Trzon steru powinien przechodzić przez kadłub wewnątrz szczelnej, metalowej rury lub też powinny być zastosowane odpowiednie dławnice, zabezpieczające przed przedostawaniem się wody zaburtowej do wnętrza jednostki. Dopuszcza się także zastosowanie szczelnej rury z innego materiału przy spełnieniu następujących warunków:

- łożyska trzonu są odpowiednio sztywno zamocowane w kadłubie,
- rura jest doprowadzona do wysokości min. 0,75 wolnej burty na rufie, mierząc od wodnicy,
- zapewniona jest wodoszczelność całego urządzenia w każdych warunkach eksploatacji jednostki,
- materiał rury i sposób połączenia z poszyciem podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

5.17.4.2 Trzon sterowy może być wykonany ze stali, stopu aluminium lub brązu. Przy odpowiedniej konstrukcji trzon może być także wykonany z wysokomodułowego laminatu. Trzon może być wykonany jako pełny albo jako drążony.

Trzon powinien być odpowiednio mocno związany z płetwą steru. Połączenie konstrukcji płetwy i trzonu należy rozwiązać tak, aby nie było karbów wytrzymałościowych.

5.17.4.3 Średnice pełnego metalowego trzonu sterowego, d_t , powinny być nie mniejsze niż wyliczone ze wzorów:

$$d_{t1} = 33 \sqrt[3]{\frac{M_s}{R_m + R_e}} \quad [\text{mm}] \quad (5.17.4.3-1)$$

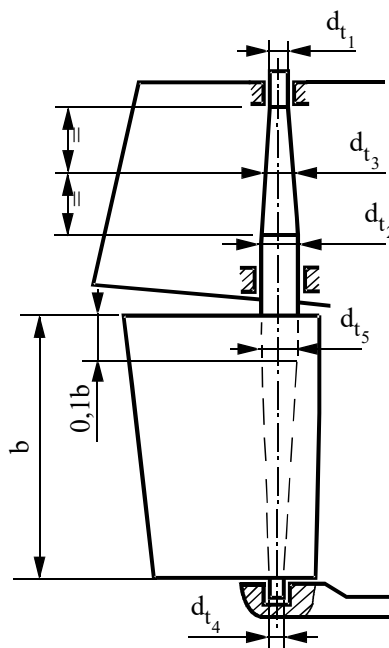
$$d_{t2} = 33 \sqrt[3]{\frac{0,75M_s^2 + M_2^2}{R_m + R_e}} \quad [\text{mm}] \quad (5.17.4.3-2)$$

$$d_{t3} = \frac{d_{t1} + d_{t2}}{2} \quad [\text{mm}] \quad (\text{dla sterów podpartych}) \quad (5.17.4.3-3)$$

$$d_{t3} = 1,15 \frac{d_{t1} + d_{t2}}{2} \quad [\text{mm}] \quad (\text{dla sterów podwieszonych}) \quad (5.17.4.3-4)$$

$$d_{t4} = 0,6d_{t2} \quad [\text{mm}] \quad (\text{dla sterów podpartych}) \quad (5.17.4.3-5)$$

$$d_{t5} = d_{t3} \quad [\text{mm}] \quad (\text{dla trzonów przechodzących przez całą wysokość płetwy}) \quad (5.17.4.3-6)$$



Rys. 5.17.4.3 Wymagane średnice trzonów sterowych

- M_s - moment skręcający według 5.17.2.3 [Nm];
 M_2 - moment gnący według 5.17.2.2 [Nm];

W razie zastosowania rumpla, dla którego mniejszy z dwóch kątów pomiędzy jego osią wzdłużną a osią trzonu jest mniejszy niż 70° , przy określaniu d_{t1} należy uwzględnić dodatkowy moment zginający, powstający w miejscu zamocowania rumpla.

Średnice pełnego trzonu wykonanego z materiału niemetalowego powinny być większe o 10% od obliczonych według powyższych wzorów.

Trzony wykonane z laminatu podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

5.17.4.4 W przypadku trzonu wykonanego z rur należy tak dobrać ich średnice i grubość ścianek, aby wytrzymałość trzonu na skręcanie lub na skręcanie i zginanie była taka, jak trzonu pełnego, wykonanego z materiału o tej samej wytrzymałości.

Wymaganie uważa się za spełnione, jeżeli spełniona jest następująca zależność:

$$d_p \leq \sqrt[3]{\frac{d_z^4 - d_w^4}{d_z}} \quad [\text{mm}] \quad (5.17.4.4)$$

- d_p - średnica trzonu pełnego [mm];
 d_z - zewnętrzna średnica trzonu rurowego [mm];
 d_w - wewnętrzna średnica trzonu rurowego [mm].

Nie zaleca się stosowania rur o ściankach cieńszych niż $0,1d_z$.

5.17.4.5 W konstrukcji trzonu należy przewidzieć zabezpieczenie przed przypadkowym jego wysunięciem się z łożysk.

5.17.5 Sprzęgła steru

5.17.5.1 Wytrzymałość poszczególnych elementów konstrukcyjnych sprzęgieł steru powinna być odpowiednia do obciążeń określonych według 5.4.2.2 i 5.4.2.3.

5.17.5.2 W przypadku zastosowania sprzęgieł kołnierzowych średnica nominalna śrub łączących kołnierze, d_s , powinna być nie mniejsza niż wyliczona ze wzoru:

$$d_s = 0,62 \sqrt{\frac{d_t^3 R_{et}}{n r_s R_{es}}} \quad [\text{mm}] \quad (5.17.6.2)$$

- d_t - średnica trzonu obliczona według 5.17.4.3-6 [mm];
 n - liczba śrub, która nie powinna być mniejsza niż:
 $n = 4$ dla jednostki o długości mniejszej niż 12 m,
 $n = 6$ dla jednostki o długości $12 \div 15$ m;
 r_s - średnia odległość od osi śrub do osi trzonu [mm];
 R_{et} - granica plastyczności materiału trzonu [MPa];
 R_{es} - granica plastyczności materiału śrub [MPa].

Co najmniej dwie śruby sprzęgła powinny być pasowane. Co najmniej dwie śruby powinny znajdować się przed osią obrotu trzonu sterowego. Odległość osi śrub od krawędzi kołnierza nie powinna być mniejsza od średnicy śruby.

Granica plastyczności stali R_e , z której wykonano śruby, nie powinna być niższa niż 235 MPa.

Kołnierz sprzęgła powinien być odkuty z jednego pręta wraz z trzonem. Dopuszcza się również przyspawanie kołnierza do trzonu, którego koniec został spęczony do średnicy o 10% większej

od obliczeniowej (nie mniej jednak niż $d_t + 10 \text{ mm}$), a wysokość spęczenia jest nie mniejsza niż grubość kołnierza.

Dopuszcza się spawanie kołnierza bez spęczania końca trzonu, o ile spełnione są następujące warunki:

- długość jednostki jest mniejsza niż 12 m,
- trzon jest wykonany ze stali nierdzewnej,
- średnica trzonu jest w rejonie spoiny o 10% większa od średnicy obliczeniowej.

Sposób wykonania połączenia podlega zatwierdzeniu przez PRS.

Grubość kołnierza nie powinna być mniejsza od obliczeniowej średnicy śrub liczonej dla $n = 6$.

Kołnierze sprzęgła należy wyposażyć we wpust, jeśli jednak średnica śrub jest o 10% większa od wymaganej - wpust można pominąć.

5.17.5.3 W razie zastosowania sprzęgieł stożkowych, stożek sprzęgła powinien spełniać zależności:

$$\frac{1}{12} \leq \frac{d_1 - d_2}{l} \leq \frac{1}{8} \quad (5.17.6.3-1)$$

$$l \geq 1,5d_1 \quad (5.17.6.3-2)$$

d_1 - średnica trzonu na początku stożka [mm];

d_2 - średnica trzonu na końcu stożka [mm];

l - długość stożka [mm].

Połączenie stożkowe powinno być wyposażone w odpowiedni wpust.

Wymiary zastosowanej nakrętki powinny spełniać następujące zależności:

- zewnętrzna średnica gwintu

$$d_3 \geq 0,65d_1, \quad (5.17.6.3-3)$$

- wysokość nakrętki

$$h_n \geq 0,60d_3, \quad (5.17.6.3-4)$$

- zewnętrzna średnica nakrętki

$$d_n \geq 1,20d_2 \text{ lub } d_n \geq 1,50d_3 \quad (3.2.6.3-5)$$

w zależności od tego, która wartość jest większa.

Nakrętka powinna być zabezpieczona przed samoczynnym odkręceniem się.

5.17.5.4 Inne typy sprzęgieł trzonu sterowego podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

5.17.6 Ułożyskowanie steru

5.17.6.1 Powierzchnia łożyska steru, A_L , równa iloczynowi wysokości i średnicy łożyska powinna być nie mniejsza niż obliczona ze wzoru:

$$A_L = \frac{R}{p_a} [\text{mm}^2] \quad (3.2.7.1)$$

R - obliczeniowa wartość siły reakcji wynikającej z obciążenia obliczonego według 3.2.2.1, [N];

p_a - dopuszczalne naciski zależne od materiału łożyska:

$p_a = 2,5 \text{ MPa}$ dla gwajaku i miękkiego tworzywa sztucznego (np. teflon),
 $p_a = 5 \text{ MPa}$ dla twardego tworzywa sztucznego (np. poliamidy),
 $p_a = 7 \text{ MPa}$ dla stali i brązu.

5.17.6.2 Wysokość łożyska powinna być nie mniejsza niż średnica trzonu w miejscu łożyskowania oraz nie powinna przekraczać 1,2 średnicy trzonu w przypadku łożyska z metalu i dwóch średnic trzonu w przypadku łożyska z tworzywa sztucznego.

5.17.6.3 W razie zastosowania stalowej tulei łożyska może ona być wykonana jedynie ze stali nierdzewnej. W przypadku, kiedy zarówno tuleja łożyska, jak i trzon sterowy wykonane są ze stali nierdzewnej, należy zastosować środki zabezpieczające przed zatarciem łożyska.

5.17.6.4 Tuleje łożysk należy zabezpieczyć przed przypadkowym przesunięciem się. Obudowy łożysk powinny być mocno i sztywno związane z konstrukcją kadłuba.

Jedno z łożysk powinno przenosić obciążenia poosiowe nie mniejsze niż masa steru z trzonem.

5.17.7 Statecznik i ostroga sterowa

5.17.7.1 Konstrukcja wspornika steru w postaci statecznika lub ostrogi powinna być sztywna i wytrzymała.

W żadnym przekroju wspornika naprężenia powstające od obliczeniowej poprzecznej reakcji w łożysku czopa steru nie powinny przekraczać $0,25R_m$.

Jeśli warunek ten nie jest spełniony, konstrukcja steru i jego trzonu powinna spełniać wymagania określone dla sterów niepodpartych.

5.17.8 Rumpel i sektor steru

5.17.8.1 Wymiary rumpla lub ramienia (ramion) sektora sterowego należy określać, uwzględniając obliczeniowy moment skręcający trzonu i zastosowany materiał.

Wskaźnik wytrzymałości na zginanie, W_1 , w miejscu połączenia rumpla lub ramienia (ramion) sektora z piastą powinien być nie mniejszy niż:

$$W_1 = \frac{1000M_s}{kR_m} \quad [\text{mm}^3] \quad (5.17.8.1-1)$$

M_s – obliczeniowy moment skręcający według 5.17.2.3 [Nm];

k – współczynnik materiałowy:

$k = 0,40$ dla metali,

$k = 0,15$ dla drewna klejonego,

$k = 0,09$ dla drewna litego.

Wskaźnik wytrzymałości na zginanie, W_2 , przy zakończeniu rumpla powinien być nie mniejszy niż:

$$W_2 = \frac{180M_s}{kR_m} \quad [\text{mm}^3] \quad (5.17.8.1-2)$$

5.17.8.2 W przypadku zastosowania rumpla podnoszonego, jego zamocowanie do trzonu (lub steru pawężowego) powinno przenosić obciążenie obliczeniowe także przy uniesieniu rumpla do 20° .

5.17.8.3 Wymiary rumpla awaryjnego należy obliczać przyjmując moment skręcający równy 0,7 momentu obliczeniowego.

Przy zastosowaniu rumpla awaryjnego, dla którego mniejszy z dwóch kątów pomiędzy jego osią wzdłużną a osią steru jest mniejszy niż 70° , należy przy określaniu wymiarów końcówki trzonu uwzględnić dodatkowy moment zginający.

5.17.8.4 Zewnętrzna średnica piasty sektora lub rumpla powinna być nie mniejsza niż 1,8 średnicy trzonu w miejscu jej osadzenia, a jej wysokość nie mniejsza od tej średnicy.

Piasty dzielone powinny być powiązane co najmniej czterema śrubami, po dwie po każdej stronie trzonu. Sumaryczne pole przekroju rdzeni wszystkich śrub, A , powinno być nie mniejsze niż obliczone ze wzoru:

$$A = \frac{25M_s}{f} \quad [\text{mm}^2] \quad (5.17.9.4)$$

M_s – obliczeniowy moment skręcający [Nm];

f – odległość osi śrub od osi trzonu [mm].

5.17.9 Systemy zdalnego sterowania

5.17.9.1 Zdalne urządzenia sterowe powinny zapewniać:

- możliwość przełożenia steru z burty na burtę w zakresie $\pm 35^\circ$,
- ograniczenie możliwych wychyleń steru do dopuszczalnych ze względów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych,
- bezpieczne przeniesienie przez wszystkie elementy urządzenia oraz jego zamocowanie obciążeń wynikających z działania momentu skręcającego, wywołanego siłą hydrodynamiczną działającą na płetwę steru,
- ograniczenie obciążeń stycznych na obwodzie koła sterowego do 200 N,
- możliwość sterowania awaryjnego przy użyciu rumpla awaryjnego lub innego awaryjnego urządzenia sterowego, spełniającego wymagania 5.17.8.3.

5.17.9.2 Na jednostkach autonomicznych o długości L_H większej niż 12 m, zdalne urządzenie sterowe powinno umożliwiać przełożenie steru przy pełnej prędkości z wychylenia 30° na jedną burtę na wychylenie 30° na drugą burtę w czasie nie dłuższym niż 30 s.

5.17.9.3 Jeżeli na sterociągi zastosowano miękką linę stalową lub łańcuch, to ich rzeczywista siła zrywająca, V , powinna być nie mniejsza, niż obliczona ze wzoru:

$$V = \frac{9,5M_s}{r_s} \quad [\text{N}] \quad (5.17.9.3)$$

M_s – obliczeniowy moment skręcający według 5.17.2.3 [Nm];

r_s – promień sektora [m].

Ściągacze i łączniki powinny być dobrane odpowiednio do wytrzymałości cięga.

Średnice bloków prowadzących nie powinny być mniejsze niż szesnaście średnic cięga.

5.17.9.4 Cięgnowe systemy sterowania pędnikiem powinny być dobrane zgodnie z wytycznymi producenta zespołu napędowego i spełniać odpowiednie wymagania norm PN-EN ISO 8847, PN-EN 28848 lub PN-EN 29775.

5.17.9.5 Hydrauliczne systemy sterowania pędnikiem powinny być dobrane zgodnie z wytycznymi producenta zespołu napędowego i spełniać odpowiednie wymagania normy PN-EN ISO 10592.

5.17.9.6 Przekładniowe systemy sterowania płetwą sterową powinny spełniać wymagania normy PN-EN ISO 13929.

5.17.9.7 Hydrauliczne urządzenia sterowe powinny być samohamowne oraz zabezpieczone przed przeciążeniem.

Przy cylindrach hydraulicznych należy instalować zawór obejściowy w celu umożliwienia sterowania awaryjnego. Zawór ten powinien być łatwo dostępny.

Rurociągi hydrauliczne powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm krajowych lub międzynarodowych, zainstalowane zgodnie z wymaganiami producenta urządzenia sterowego oraz zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi i termicznymi.

Olej hydrauliczny powinien być dostosowany do warunków pracy urządzenia sterowego.

Instalację hydrauliczną po zainstalowaniu należy poddać próbie szczelności przy maksymalnym ciśnieniu roboczym.

Zaleca się, aby hydrauliczne urządzenia sterowe spełniały odpowiednie wymagania normy PN-EN ISO 10592.

5.17.9.8 Hydrauliczne urządzenia sterowe z napędem mechanicznym podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

5.17.9.9 Elektryczno-elektroniczne systemy sterowania powinny spełniać wymagania normy PN-EN ISO 25197.

5.18 Balast

5.18.1 Balast wewnętrzny

5.18.1.1 Balast wewnętrzny i jego zamocowanie powinny być tak dobrane, aby wykluczyć możliwość powstania korozji elektrochemicznej pomiędzy nimi oraz materiałem kadłuba.

5.18.1.2 Obliczeniowe naprężenie elementów zamocowania balastu przy dowolnym przechyle jednostki nie powinno przekraczać $0,2R_e$. Zamocowanie powinno wykluczać możliwość przemieszczania się balastu przy dowolnym położeniu jednostki.

5.18.1.3 Stały balast wewnętrzny w jednostce z laminatu powinien być całkowicie oblaminiowany tak, aby nie pozostały wolne przestrzenie pomiędzy nim i dennikami.

5.18.1.4 Zamocowanie balastu demontowalnego powinno wykluczać możliwość samoczynnego obluźowania się.

5.19 Urządzenia kotwiczne i cumownicze

5.19.1 Wyposażenie kotwiczne i cumownicze jednostki powinno składać się z:

- kotwicy głównej,
- kotwicy zapasowej (wymagana tylko w jednostkach o wskaźniku wyposażenia $W \geq 40$),
- łańcucha kotwicznego (lub liny zakończonej odcinkiem łańcucha),
- wciągarki kotwicznej,
- kluzy kotwicznej,
- liny holowniczej i urządzenia do jej mocowania,
- cum i urządzeń do ich mocowania.

Kotwice, łańcuch i liny powinny być przechowywane w odpowiednio przygotowanym miejscu.

5.19.2 Podstawą dla doboru wyposażenia jest wskaźnik wyposażenia, W , który należy wyliczyć ze wzoru:

$$W = 0,9L_H(0,3B + 0,6H) + 0,3N + 5,5D_p^{2/3} [\text{m}^2] \quad (5.19.2)$$

N - pole bocznej powierzchni pokładówki lub nadbudówki, jeśli ich szerokość lub długość przekracza wartość $0,5B [\text{m}^2]$.

5.19.3 Wymagane wyposażenie kotwiczne i cumownicze należy określać według danych w Tabelach 5.19.3.1 i 5.19.3.2. Siły zrywające łańcuchów i lin są określone w *Rozdziale 10 – Materiały*.

Dla pośrednich wartości wskaźnika W , masy kotwic należy określać przez interpolację, natomiast długości oraz średnice łańcuchów i lin należy przyjmować według najbliższej większej wartości wskaźnika W podanej w Tabeli.

Syntetyczne liny holownicze o długości i średnicy zgodnej z podanymi w Tabeli 5.19.3.2 mogą być używane jako kotwiczne, gdy wskaźnik W nie przekracza 90. Przy wskaźnikach 70-90 długości lin kotwicznych powinny być równe wartościom podanych w nawiasach.

Tabela 5.19.3.1
Wyposażenie kotwiczne

W [m ²]	Kotwice				Łańcuch kotwiczny	
	Kotwica główna		Kotwica zapasowa		Długość	Średnica ogniwa
	Typ P	Typ D	Typ P	Typ D		
	Masa [kg]	Masa [kg]	Masa [kg]	Masa [kg]	[m]	[mm]
do 6	9	6			-	-
8	10	7			35	5
10	11	8			40	5
15	12	9			45	6
20	13	10			45	6
25	14	11			45	6
30	15	12			50	6
40	19	15	15	12	50	7
50	23	17	19	14	55	8
60	27	20	22	16	60	8
70	31	23	25	19	70	8
80	36	27	29	22	75	9
90	41	31	33	25	80	9
100	46	35	37	28	90	10
110	52	39	42	31	100	10
120	58	43	46	34	110	10
130	64	47	51	38	120	11
140	70	52	56	42	130	11
150	76	57	61	46	140	11
160	83	62	67	50	150	11
170	90	68	73	54	160	11
180	98	74	79	59	170	13
190	106	80	85	64	175	13
200	114	86	91	69	180	13

Oznaczenia typów kotwic:

P – kotwica patentowa (Halla lub podobna),

D – kotwica o podwyższonej sile trzymania (Danforth, Bruce'a, CQR lub podobna).

Tabela 5.19.3.2
Liny holownicze i cumy

W [m ²]	Liny holownicze			Cumy	
	Długość	Średnica liny		Średnica liny	
		poliamid	polipropylen	poliamid	polipropylen
		mm	mm	mm	mm
do 6	30	10	12	10	12
8	35	10	12	10	12
10	35	12	14	12	14
15	40	12	14	12	12
20	40	14	16	12	14
25	40	14	18	14	16
30	40	16	18	14	16
40	45	16	18	14	16
50	45	16	18	14	16
60	50	16	20	16	20
70	55 (60)*)	16	20	16	20
80	60 (70)*)	18	20	16	20
90	65 (85)*)	18	22	16	20
100	65	18	22	18	24
110	70	20	24	18	24
120	70	20	24	18	24
130	75	22	26	18	24
140	75	22	26	20	24
150	80	22	28	20	26
160	80	24	30	20	26
170	80	24	30	22	26
180	85	24	30	22	28
190	85	26	32	22	28
200	85	26	32	24	30

*) Wartości podane w nawiasach dotyczą liny holowniczej używanej również jako lina kotwiczna.

5.19.4 Zaleca się stosowanie kotwic następujących typów:

- kotwice patentowe: Halla lub podobne,
- kotwice o podwyższonej sile trzymania: Danforth, Bruce'a, CQR lub podobne.

Kotwice powinny być w zasadzie wykonane ze stali kutej lub walcowanej, albo ze staliwa.

Masa ramion (łap) kotwicy Halla lub podobnej wraz ze sworzniami i elementami łączącymi powinna stanowić co najmniej 60% całkowitej masy kotwicy.

Kotwice o podwyższonej sile trzymania podlegają przeglądowi przed dopuszczeniem ich jako nadających się do zastosowania na jednostkach autonomicznych. PRS może wymagać przeprowadzenia porównawczych prób trzymania kotwic na różnych gruntach podczas przeglądu jednostki na wodzie. Zakres i program prób porównawczych podlega każdorazowo uzgodnieniu z PRS.

5.19.5 Jeżeli zamiast łańcucha kotwicznego jest zastosowana lina kotwiczna, to powinny być spełnione następujące wymagania:

- pomiędzy liną a kotwicą powinien być zamontowany odcinek łańcucha o średnicy odpowiadającej wskaźnikowi W i o długości równej L_H , gdy $L_H \leq 12$ m, oraz równej 12 metrów, gdy $L_H > 12$ m;
- długość liny kotwicznej razem z odcinkiem łańcucha powinna być co najmniej równa wymaganej długości łańcucha, podanej w Tabeli 5.19.3.1;
- lina kotwiczna powinna być zabezpieczona przed przecieraniem się o kluzę na dziobie oraz na połączeniu z łańcuchem.

5.19.6 Podane w Tabelach średnice łańcuchów kotwicznych dotyczą łańcuchów wykonanych ze stali o zwykłej wytrzymałości. Dopuszcza się stosowanie łańcuchów o mniejszym kalibrze ze stali o podwyższonej wytrzymałości, jeśli ich wytrzymałość na zerwanie jest nie mniejsza niż wytrzymałość łańcucha ze stali o zwykłej wytrzymałości, podanej w *Rozdziale 10 – Materiały*.

5.19.7 Wytrzymałość łączników nie może być mniejsza od wytrzymałości łączonych nimi łańcuchów i lin kotwicznych.

5.19.8 Kluzы kotwiczne i rolki dziobowe powinny mieć taką wytrzymałość i takie kształty, aby było zapewnione odpowiednie prowadzenie łańcucha lub liny kotwicznej. Podczas ewentualnego zerwania się łańcucha elementy te nie powinny ulegać trwałemu odkształceniu.

5.19.9 Na pokładzie jednostki powinny znajdować się odpowiednio mocne urządzenia do obłożenia cum oraz przewłoki niepowodujące niszczenia cum.

5.19.10 Punkty mocowania łańcucha kotwicznego oraz lin do kotwiczenia, cumowania i holowania powinny spełniać wymagania normy PN-EN ISO 15084.

5.20 Otwory w kadłubie i ich zamknięcia

5.20.1 Wymagania ogólne

5.20.1.1 Jednostki autonomiczne zamknięte powinny spełniać wymagania dotyczące zamknięć otworów pokładowych i burtowych. Jednostki otwarte powinny spełniać wymagania dotyczące zamknięć otworów burtowych. Jeśli na jednostce otwartej zastosowano zamknięcia otworów pokładowych, to zaleca się, aby spełniały one wymagania w takim zakresie, jak to będzie praktycznie możliwe.

5.20.1.2 Wszystkie otwory pokładowe, takie jak: zejściówki, luki, okna, otwory wentylacyjne, powinny być wyposażone w odpowiednio szczelne zamknięcia.

5.20.1.3 Szczelność zamknięcia otworu pokładowego należy sprawdzić poprzez próbę. Do próby należy użyć węża z końcówką o średnicy minimum 12 mm z wodą o ciśnieniu statycznym min. 0,2 MPa. Próba polega na polewaniu pokrywy zamknięcia zwartym strumieniem wody z odległości 2 m (w poziomie lub pionie) ze zmiennych kierunków przez co najmniej 3 minuty.

Zamknięcie wodoszczelne w ogóle nie powinno przepuścić wody.

Jeśli przeciek wody nie przekroczy 0,05 l, to zamknięcie uważa się za strugoszczelne.

5.20.1.4 Za równoważne ze spełnieniem wymagań dotyczących wytrzymałości i wodoszczelności okien, iluminatorów, luków, świetlików i drzwi, określonych w tym podrozdziale, uważa się spełnienie odpowiednich wymagań normy PN-EN ISO 12216.

5.20.2 Okna

5.20.2.1 Przez okna rozumie się zamknięte otwory w zbliżonych do pionu fragmentach poszyc kadłuba, nadbudówek lub pokładówek. Okna mogą być stale zamknięte lub otwierane. Okna powinny być wodoszczelne. Na jednostkach przybrzeżnych w rejonie III i IV okna strugoszczelne mogą być stosowane jedynie w miejscach osłoniętych, jak np. tylna ściana pokładówki.

5.20.2.2 Odległość pomiędzy dolną krawędzią okien burtowych a płaszczyzną wodnicy jednostki załadowanej nie może być mniejsza, niż podana w Tabeli 5.20.2.2.

Tabela 5.20.2.2
Wysokość okna nad wodnicą

Rejon żeglugi	Wysokość okna nad wodnicą
III, IV	0,15B, ale nie mniej niż 650 mm

5.20.3 Zejściówki

5.20.3.1 Przez zejściówki rozumie się zamykane otwory komunikacyjne prowadzące z pokładu do wnętrza jednostki. Zejściówki mogą być zamykane drzwiami, zasuwami zejściówki i/lub suwklapą. Zamknięcia zejściówek powinny być strugoszczelne.

5.20.3.2 Zejściówki powinny być usytuowane w sposób zapewniający ochronę przed bezpośrednim działaniem fal przy przechyle jednostki. Zaleca się usytuowanie zejściówek w pobliżu osi symetrii jednostki oraz w tylnych ściankach pokładówek. W rejonie od dziobu do owręża nie należy umieszczać zejściówek w przednich ściankach pokładówek i nadbudówek.

5.20.3.3 Drzwi zewnętrzne powinny otwierać się na zewnątrz lub być odsuwane w kierunku burt lub do dziobu. Zawiasy drzwi w bocznych ściankach pokładówek powinny być usytuowane od strony dziobu. Należy zapewnić możliwość unieruchamiania skrzydeł drzwi w pozycji otwartej i zamkniętej.

5.20.3.4 Zrębnice progów zejściówek na jednostkach zamkniętych powinny być nie niższe niż 300 mm.

5.20.4 Luki

5.20.4.1 Przez luki rozumie się zamykane pokrywami otwory w poziomych lub mało nachylnych fragmentach pokładów.

5.20.4.2 Luki na pokładzie głównym, które mogą być otwierane podczas żeglugi, powinny być zaopatrzone w zrębnice o wysokości nie mniejszej niż 300 mm.

5.20.5 Szyby okien, luków i świetlików

5.20.5.1 Okna, luki i świetliki prowadzące do zamkniętych pomieszczeń powinny być wodoszczelne, mocnej konstrukcji i zaopatrzone w szyby ze szkła hartowanego, szkła akrylowego, metalpleksu albo z poliwęglanu, o grubości g_s nie mniejszej niż obliczona ze wzoru:

$$g_s = k \sqrt{\frac{F_b}{h_s} F_s} \quad [\text{mm}] \quad (5.20.6.1)$$

k – współczynnik obciążenia podany w Tabeli 5.20.5.1;

h_s – pionowa odległość geometrycznego środka okna od wodnicy jednostki załadowanej [m];

F_s – pole powierzchni okna [m^2].

Tabela 5.20.5.1
Współczynnik obciążenia okien

Położenie okna, luku lub świetlika	Długość kadłuba jednostki L_H [m]	Współczynnik obciążenia k dla materiału	
		SHW,PW	SHJ, M, A
Nieosłonięte: w poszyciu lub przednich ścianach nadbudówek i pokładówek	$L_H < 12$	12	18
	$12 \leq L_H \leq 15$	14,4	21
Osłonięte: tylne i boczne ściany pokładówek	$L_H < 12$	9,6	14,4
	$12 \leq L_H \leq 15$	12	18

Oznaczenia:

SHW - szkło hartowane wielowarstwowe
 PW - poliwęglan
 SHJ - szkło hartowane jednowarstwowe
 M - polimetakrylan metylu
 A - szkło akrylowe

5.20.5.2 Szyby zastosowane na zamknięcia luków lub świetliki, po których można chodzić, powinny być ze szkła akrylowego, poliwęglanu lub polimetakrylanu metylu, a ich grubość powinna być nie mniejsza niż $1,25g_s$ (g_s – według wzoru 5.20.6.1). Wymaganie to nie ma zastosowania, jeśli szyba luku jest odpowiednio chroniona.

5.20.5.3 Szyby wykonane ze szkła hartowanego powinny być osadzone w ramie metalowej. Szerokość zachodzenia ramy na szkło powinna być nie mniejsza niż 6 mm.

Szyby z innych materiałów mogą być osadzane w ramie lub bezpośrednio na poszyciu, jeśli połączenie zapewnia szczelność. Szerokość zachodzenia szyby na poszycie powinna wynosić nie mniej niż 5% mniejszego wymiaru okna i nie mniej niż 20 mm.

5.20.6 Otwory wentylacyjne

5.20.6.1 Otwory wentylacyjne powinny być tak usytuowane, aby spełnione były wymagania określone w 3.12.3.2 i 3.12.3.3.

5.20.6.2 Zaleca się stosowanie przejść pokładowych o konstrukcji labiryntowej.

5.20.6.3 Zaleca się, aby zamknięcia otworów prowadzących do skrzyni łańcuchowej były strugoszczelne. Niezależnie od tego, skrzynia powinna być skutecznie odwadniana.

5.20.6.4 Jeżeli otwory prowadzące do skrzyni łańcuchowej nie są zamykane strugoszczelnie, to konstrukcja skrzyni powinna spełniać wymagania dotyczące kokpitów.

5.20.7 Kokpity

5.20.7.1 Wszystkie wnętrza w pokładzie jednostki zamkniętej, takie jak kokpity powinny być tak wykonane, aby woda nie mogła przedostać się przez nie do wnętrza jednostki. Dno takich wnętrz powinno znajdować się co najmniej 75 mm powyżej wodnicy jednostki załadowanej. Dopuszcza się istnienie w dnie wnętrza małego wgłębienia, o ile jego powierzchnia nie przekracza 10% powierzchni dna wnętrza.

Jeżeli w ścianach kokpitu są otwory, to dolne ich krawędzie powinny być umieszczone nie niżej niż 100 mm nad dnem kokpitu oraz powinny być wyposażone w strugoszczelne zamknięcia.

Zamiast stosowania stałej zrębnicy o wysokości 100 mm dopuszcza się stosowanie stałej zrębnicy 50 mm i demontowalnej nadstawki o wysokości nie mniejszej niż 50 mm.

5.20.7.2 Kokpity powinny być tak zaprojektowane, aby woda, która się do nich dostanie, mogła spływać za burtę niezależnie od możliwego przegłębienia i przechyłu jednostki przy maksymalnym jej zanurzeniu.

Sumaryczne pole przekroju wszystkich spływów z kokpitu, F_0 , powinno być nie mniejsze niż:

$$F_0 = 1500 \cdot V_c \text{ [mm]} \quad (5.20.7.2)$$

V_c – objętość kokpitu mierzona do możliwego najwyższego poziomu zalania wodą po zamknięciu spływów i innych otworów [m³].

Z każdego kokpitu należy wyprowadzić co najmniej dwa spływy, każdy o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 25 mm.

5.20.7.3 Wnęki mogą być nieodpływowe, jeśli ich objętość, V_c , nie przekracza wartości określonej ze wzoru:

$$V_c = 0,025 L_H B F_m \text{ [m}^3\text{]} \quad (5.20.7.3)$$

5.20.7.4 Średnice spływników powinny być dobrane odpowiednio do średnic otworów. Rury spływników powinny być wykonane z materiału kadłuba (stalowe, z laminatu, ze stopu aluminium) lub ze stopów miedzi. W razie zastosowania węży elastycznych lub rur o grubości mniejszej niż grubość poszycia kadłuba, spływniki poniżej linii wodnej należy wyposażyć w zawory burtowe. Węże elastyczne powinny spełniać wymagania określone w *Rozdziale 10 – Materiały*, a ich mocowanie powinno być zgodne z wymaganiami określonymi w *Rozdziale 8 – Urządzenia i wyposażenie maszynowe, instalacje rurociągów*.

5.20.7.5 Za równoważne ze spełnieniem wymagań dotyczących kokpitów, określonych w tym podrozdziale, uważa się spełnienie odpowiednich wymagań normy PN-EN ISO 11812.

5.20.8 Otwory w poszyciu dna i burt

5.20.8.1 Wymagania dotyczące przejść burtowych i zaworów burtowych są określone w *Rozdziale 8 – Urządzenia i wyposażenie maszynowe, instalacje rurociągów*.

5.20.8.2 Otwory w poszyciu, przeznaczone dla przetworników logów i sond nie muszą być zamknięte, jeżeli konstrukcja i obsługa tych urządzeń nie wymaga takich zabezpieczeń.

5.20.9 Furty burtowe i spływniki

5.20.9.1 W razie zastosowania wysokiego nadburcia należy po obu burtach przewidzieć furty burtowe lub spływniki, a ich łączna powierzchnia (w świetle), F_0 , powinna być, po każdej burcie, nie mniejsza niż wynikająca ze wzoru:

$$F_0 = 0,01 \cdot l h + 0,035 \cdot l h^2 \text{ [m}^2\text{]} \quad (5.20.9.1)$$

l – długość nadburcia na jednej burcie [m];

h – wysokość nadburcia [m].

Dla pokładów położonych ponad pokładem głównym (np. pokładówek i nadbudówek) wartość F_0 może być zmniejszona o 50%.

5.20.9.2 Dolne krawędzie furt i spływników powinny leżeć tak blisko pokładu, jak to tylko jest możliwe.

5.21 Grodzie wodoszczelne

5.21.1 Zaleca się, aby jednostka autonomiczna była wyposażona w gródź zderzeniową, umieszczoną w odległości równej około $0,05L_w$ od pionu dziobowego.

W grodzi zderzeniowej może być zamontowany właz ze strugoszczelnym zamknięciem. Podczas żeglugi właz ten powinien być stale zamknięty.

5.21.2 Na jednostkach autonomicznych przybrzeżnych pomieszczenie silnika powinno być oddzielone od pozostałych pomieszczeń kadłuba grodziami sięgającymi od dna do szczelnego pokładu. Dopuszcza się zastosowanie innych rozwiązań uzgodnionych z PRS, skutecznie zabezpieczających pomieszczenie silnika w razie dostania się wody do wnętrza jednostki.

5.21.3 Przejścia przewodów elektrycznych i rurociągów przez grodzie nie mogą naruszać ich szczelności.

6 STATECZNOŚĆ I NIEZATAPIALNOŚĆ

6.1 Wymagania ogólne

6.1.1 Stateczność każdej jednostki podlega sprawdzeniu. W tym celu należy wykonać w obecności inspektora PRS próbę przechyłów i na jej podstawie opracować i zatwierdzić *Informację o stateczności*.

6.1.2 Uaktualnienie *Informacji o stateczności* może być także wymagane po przebudowie jednostki, w wyniku której:

- masa jednostki pustej zmieniła się o więcej niż 6%; albo
- nastąpiło podwyższenie wysokości środka masy o więcej niż 2 cm.

6.1.3 Próbę przechyłów, w celu doświadczalnego wyznaczenia położenia środka masy jednostki, należy wykonać zgodnie z metodą opisaną w *Publikacji 6/P – Stateczność*.

6.1.4 Dopuszcza się wykonanie *Informacji o stateczności* bez próby przechyłów, określając masę jednostki pustej wyposażonej poprzez jej zważenie oraz przyjmując środek masy jednostki na wysokości pokładu głównego.

6.1.5 *Informacja o stateczności* powinna zawierać:

- dane identyfikujące jednostki (nazwa, typ, nr budowy, przeznaczenie, wymiary główne, nośność, minimalna wolna burta, masa balastu, przewidywany rejon żeglugi),
- tabelę kształtu kadłuba,
- linie teoretyczne z przyjętym układem współrzędnych i położeniem płaszczyzny podstawowej,
- wyniki obliczeń krzywych hydrostatycznych, pantokaren i kątów zalewania, z podaniem współrzędnych punktów zalewania,
- potwierdzony przez inspektora PRS protokół z próby przechyłów wraz z obliczeniami położenia środka masy jednostki pustej,
- wykaz przyjętych stanów załadowania,
- wykresy krzywej ramion prostujących stateczności statycznej,
- zalecenia dla kapitana dotyczące sytuacji niebezpiecznych przy różnych stanach załadowania,
- niezbędne załączniki, takie jak plan rozmieszczenia balastu,
- nazwę programu komputerowego użytego do obliczeń.

6.1.6 Przy budowie seryjnej PRS może odstąpić od próby przechyłów lub doświadczalnego sprawdzenia stateczności na każdej jednostki tego samego typu.

6.1.7 W obliczeniach statecznościowych należy uwzględnić stany załadowania w zależności od przeznaczenia jednostki. Należy sprawdzić co najmniej następujące stany (o ile występują):

- jednostka całkowicie załadowana z pełnymi zapasami;
- jednostka całkowicie załadowana z 10% zapasów;
- jednostka bez ładunku z pełnymi zapasami;
- jednostka z 10% zapasów, maksymalną liczbą osób na pokładzie (o ile występuje),

Dla jednostki uprawiającej żeglugę w okresie zimowym należy sprawdzać stateczność w warunkach oblodzenia dla najbardziej niekorzystnego pod względem stateczności stanu załadowania.

6.1.8 PRS może wymagać *Informacji o stateczności* z uwzględnieniem innych stanów załadowania, np. zalanie wodą kokpitu i wnęk w pokładzie, jeśli będą miały zastosowanie.

6.1.9 Obliczenia statecznościowe jednostek jednokadłubowych o kształtach odbiegających znacznie od typowych oraz jednostek wielokadłubowych podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

6.1.10 Za równoważne ze spełnieniem wymagań dotyczących stateczności jednostki, określonych w niniejszym *Rozdziale 6*, uważa się spełnienie odpowiednich wymagań normy PN-EN ISO 12217-1 lub PN-EN ISO 12217-3.

6.2 Obliczenia i próby stateczności

6.2.1 Obliczenia statecznościowe należy wykonywać metodami powszechnie przyjętymi w teorii okrętów. Zaleca się, aby programy komputerowe używane do tych obliczeń były programami uznanymi przez PRS.

6.2.2 W obliczeniach pantokaren mogą być uwzględnione w pełnym wymiarze tylko te nadbudówki i pokładówki, które mają otwory zewnętrzne zamykane strugoszczelnie. Należy uwzględnić wnęki w pokładzie i nadbudowie.

6.2.3 Jeżeli w burcie jednostki znajdują się otwory niezamykane wodoszczelnie, a w pokładzie i nadbudówkach lub pokładówkach otwory niezamykane strugoszczelnie, to taka jednostka traktowana jest jako stateczna tylko do kąta zalewania tych otworów (patrz 6.1). Nieodpływowe wnęki pokładowe są także traktowane jak otwory powodujące zalewanie.

Otwory burtowe zamykane wodoszczelnie, otwory pokładowe zamykane strugoszczelnie, stale zamknięte podczas żeglugi, wyloty zaburtowe rurociągów oraz inne otwory o powierzchni mniejszej niż $660D_z$ [mm²] należy traktować jako otwory niepowodujące zalewania.

6.2.4 Przybliżony kąt zalewania jednostki φ_z można obliczyć ze wzoru:

$$\varphi_z = \arctg h_z / b_z \quad (6.2.4)$$

b_z – odległość punktu zalewania od płaszczyzny symetrii jednostki, [m].

6.2.5 Jeśli całkowita powierzchnia boczna nawiewu jednostki, z uwzględnieniem plandek i wiatrochronów, przekracza wartość iloczynu LB , to należy obliczyć kąt przechyłu od statycznego działania wiatru, φ_w . Obliczeniowy moment przechylający od działania wiatru, M_w , należy określić ze wzoru:

$$M_w = 0,3 A_w \left(\frac{A_w}{L_w} + T_m \right) V_w^2 \quad [\text{Nm}] \quad (6.2.5)$$

A_w – całkowita boczna powierzchnia nawiewu, [m²],

T_m – największe zanurzenie mierzone na owrężu, [m],

V_w – prędkość wiatru:

$V_w = 17$ m/s dla rejonów żeglugi III, IV, 1 i 2 (6°B),

$V_w = 13$ m/s dla rejonu żeglugi 3 (4°B).

6.2.6 Jeśli na jednostce są zbiorniki paliwa lub wody, których środki objętości nie znajdują się w płaszczyźnie symetrii, to należy obliczyć kąt przechyłu od asymetrycznego napełnienia zbiorników, φ_a , pochodzący od masy płynu w największym zbiorniku burtowym, przyjmując rzeczywiste położenie jego środka objętości.

6.2.7 Dla jednostek uprawiających żeglugę w okresie zimowym wpływ oblodzenia na stateczność jednostki uwzględnia się poprzez wliczanie masy lodu do nośności. W *Informacji o stateczności* umowną masę lodu należy przyjmować jako równą $20 L_{HB}$ [kg], a środek tej masy należy przyjmować w geometrycznym środku powierzchni nawiewu.

6.3 Kryteria stateczności jednostki

6.3.1 Pole pod krzywą ramienia prostującego (krzywa GZ) nie powinno być mniejsze niż:

- 0,055 metroradiana do kąta przechyłu 30°
- 0,090 metroradiana do kąta przechyłu 40° lub kąta zalania, jeśli kąt ten jest mniejszy niż 40°
- 0,030 metroradiana pomiędzy kątami przechyłu od 30° do 40° lub pomiędzy 30° a kątem zalania, jeśli ten kąt jest mniejszy niż 40° .

6.3.2 Ramię prostujące (GZ) powinno wynosić co najmniej 0,20 metra przy kącie przechyłu równym lub większym niż 30° .

6.3.3 Maksymalne ramię prostujące (GZ) powinno występować przy kącie przechyłu nie mniejszym niż 25° ; zalecane jest, aby wystąpiło ono przy kącie większym niż 30° .

6.3.4 Początkowa poprzeczna wysokość metacentryczna (GM0) nie powinna być mniejsza niż 0,15 metra.

6.3.5 Minimalna wysokość zalowania, h_{zm} , powinna być nie mniejsza niż wartości podane w Tabeli 6.3.5:

Tabela 6.3.5
Minimalne wysokości zalowania h_{zm}

Rejon żeglugi	jednostka zamknięta
III	$0,06L_H$, lecz nie mniej niż 0,4 m
IV	$0,06L_H$, lecz nie mniej niż 0,4 m

6.3.6 Minimalne kąty zalowania jednostki zamkniętej, φ_{zm} , powinny być nie mniejsze niż podane w Tabeli 6.3.6:

Tabela 6.3.6
Minimalne kąty zalowania jednostki zamkniętej, φ_{zm}

Rejon żeglugi	Minimalny kąt zalowania φ_{zm}
III	40°
IV	30°

6.3.7 Dopuszczalny kąt przechyłu, φ_0 , spowodowany jednoczesnym obciążeniem jednostki momentami przechylającymi:

- od naporu wiatru,
- od asymetrycznego napełnienia zbiorników,
- od oblodzenia

powinien być nie większy niż:

$$\varphi_0 \leq 0,5 \varphi_z \quad (6.3.7-1)$$

oraz dla jednostki zamkniętej nie większy niż:

$$\varphi_0 \leq \varphi_{zp} \quad (6.3.7-2)$$

φ_{zp} – kąt zalewania pokładu jednostki zamkniętej przy dopuszczalnym obciążeniu, czyli kąt przechyłu, przy którym krawędź pokładu wchodzi do wody.

6.4 Niezatapialność

6.4.1 Zaleca się, aby jednostki otwarte o długości kadłuba mniejszej niż 6 m spełniały wymagania dotyczące wyporności i stateczności w stanie zalania, określone w normie PN-EN ISO 12217-3.

6.4.2 Zaleca się sprawdzanie pływalności w stanie uszkodzonym i niezatapialności jednostek hybrydowych (RIB) w oparciu o odpowiednie wymagania normy PN-EN ISO 6185-1, PN-EN ISO 6185-2, PN-EN ISO 6185-3 lub PN-EN ISO 6185-4.

6.4.3 Niezatapialność innych jednostek nie jest wymagana, natomiast na zlecenie Armatora PRS może ją potwierdzić.

6.4.4 Jednostkę uznaje się za niezatapialną, jeżeli spełnione są następujące wymagania:

- z pełnym wyposażeniem i ładunkiem, obciążona dodatkowo masą $25n$ [kg] (gdzie n jest maksymalną liczbą osób) nie tonie po całkowitym zalaniu wodą jej wnętrza, a górna krawędź burty pozostaje powyżej poziomu wody;
- w odniesieniu do jednostek z podziałem grodziowym wodoszczelnym jednostka przy obciążeniu jak wyżej i zalaniu dowolnego przedziału wodą zaburtową posiada wynikową linię wodną w odległości co najmniej 50 mm od krawędzi pokładu dla jednostek zamkniętych;
- tak zalana jednostka nie przewraca się od działania momentu przechylającego, M_n , określonego ze wzoru:

$$M_n = 0,5B(100 + 50n) \quad [\text{Nm}] \quad (6.4.4)$$

- zakres dodatniej stateczności jednostki po zalaniu nie powinien być mniejszy niż kąty zalewania określone w Tabeli 6.3.6.

6.4.5 Elementy wypornościowe zapewniające niezatapialność jednostki mogą być wykonane jako:

- stałe, puste pojemniki o sprawdzonej szczelności,
- bloki piankowe zamontowane na stałe,
- stałe zbiorniki wypienione wewnątrz po zamontowaniu.

Materiały wypornościowe powinny odpowiadać wymaganiom określonym w *Rozdziale 10 – Materiały*.

6.4.6 Spełnienie wymagań określonych w 6.4 należy potwierdzić przez przeprowadzenie próby, w zakresie każdorazowo uzgodnionym z PRS. W przypadku produkcji seryjnej PRS może nie wymagać sprawdzania niezatapialności każdej jednostki (tego samego typu).

6.4.7 Możliwość uznania niezatapialności jednostki na podstawie wykonanych obliczeń podlega osobnemu rozpatrzeniu PRS. W takim przypadku wymagane jest sprawdzenie szczelności zbiorników wypornościowych, stopnia ich wypełnienia oraz ich rzeczywistej objętości.

6.4.8 Podczas próby niezatapialności należy wykonać również próbę przechyłów w celu sprawdzenia wartości momentu prostującego i zakresu dodatniej stateczności w stanie zalanim. Sposób przeprowadzenia i zakres tej próby należy każdorazowo uzgodnić z PRS.

7 OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

7.1 Cel

Celem niniejszego *Rozdziału 7* jest zapewnienie ochrony przeciwpożarowej jednostki i skuteczności działania systemów i urządzeń wykrywania i gaszenia pożarów.

7.2 Założenia funkcjonalne

7.2.1 Pożar na jednostce powinien zostać wykryty w pierwszej fazie jego powstania i zasygnalizowany alarmem w centrum zdalnego sterowania.

7.2.2 Instalacja gaśnicza powinna zapewniać ugaszenie pożaru w przedziale, w którym powstał.

7.2.3 Pożar ograniczający się do pojedynczego przedziału, który nie jest bezpośrednio powiązany ze sterowaniem jednostki, nie powinien powodować utraty kontroli nad jednostką ani prowadzić do przejścia jednostki w stan awaryjny.

7.2.4 Po powstaniu pożaru w przedziale, który jest bezpośrednio powiązany ze sterowaniem jednostki, jednostka powinna pozostać pod kontrolą operatora lub przejść w stan awaryjny.

7.3 Dokumentacja ochrony przeciwpożarowej

Dokumentacja klasyfikacyjna powinna obejmować:

- .1 Wykaz materiałów do konstrukcji i wyposażenia pomieszczeń, z odpowiednimi certyfikatami potwierdzającymi własności w zakresie ochrony przeciwpożarowej;
- .2 Plan jednostki, z oznaczeniem dróg ewakuacji i wyjść z przedziałów jednostki (dla jednostek, na których znajdują się członkowie załogi);
- .3 Plan zabezpieczenia przeciwpożarowego jednostki;
- .4 Schemat instalacji wykrywania, monitorowania i sygnalizacji pożaru;
- .5 Schemat instalacji gaśniczej, z układem zdalnego uruchamiania;
- .6 Instrukcje obsługi instalacji wykrywania, monitorowania i gaszenia pożaru;
- .7 Plan okresowych kontroli, przeglądów i testów instalacji wykrywania, monitorowania i gaszenia pożaru;
- .8 Program odbioru i prób instalacji wykrywania, monitorowania i gaszenia pożaru, po zamontowaniu na jednostce.

7.4 Materiały do konstrukcji i wyposażenia pomieszczeń jednostki

7.4.1 Na jednostkach stalowych lub zbudowanych ze stopów metali lekkich, materiały do wyposażenia pomieszczeń powinny być niepalne lub trudnopalne.

7.4.2 Na jednostkach z kompozytów polimerowych, materiały do konstrukcji kadłuba i wyposażenia jednostki powinny być niepalne lub trudnopalne.

7.4.3 W pomieszczeniach dla załogi pokładowej, jeśli przewidziano, materiały do wykończenia powierzchni ścian i sufitów, powinny posiadać właściwości wolno rozprzestrzeniające płomień oraz ograniczające dymotwórczość i toksyczność.

7.5 Oddzielenie pomieszczeń

7.5.1 Kadłub jednostki powinien być podzielony na przedziały, przeznaczone dla urządzeń spełniających różne funkcje jednostki.

7.5.2 Silniki do napędu jednostki, wyposażenie elektryczne i elektroniczne, pomieszczenia dla załogi pokładowej, jeśli przewidziano, powinny znajdować się w oddzielnych przedziałach kadłuba.

7.5.3 Przedziały jednostki powinny być oddzielone od siebie szczelnymi przegrodami. Przejścia kabli i rur w tych przegrodach powinny być szczelne. Włazy wejściowe i wloty wentylacji do poszczególnych przedziałów powinny być wyposażone w gazoszczelne pokrywy.

7.5.4 Przedział z pomieszczeniami dla załogi, jeśli przewidziano, powinien być oddzielony od przedziału z silnikiem spalinowym izolacją termiczną.

7.5.5 Zbiornik paliwa ciekłego, jeśli przewidziano, powinien być umieszczony w dolnej części kadłuba i oddzielony koferdamem od przedziałów jednostki, w których może przebywać załoga.

7.5.6 Na jednostkach z kompozytów polimerowych, ściany zbiornika paliwa powinny być izolowane termicznie.

7.6 Drogi ewakuacji

W pomieszczeniach dla załogi pokładowej, jeśli przewidziano, powinna być zapewniona łatwo dostępna droga ewakuacji, z wyjściem na pokład otwarty.

7.7 Systemy wykrywania, monitorowania i sygnalizacji alarmu pożarowego

7.7.1 W przedziałach z silnikami spalinowymi, w pomieszczeniach z urządzeniami elektrycznymi oraz w pomieszczeniach stwarzających zagrożenie pożarowe, powinien być zainstalowany system wykrywania i sygnalizacji pożaru, z co najmniej dwoma typami czujek: dymu i ciepła.

7.7.2 W każdym pomieszczeniu stwarzającym zagrożenie pożarowe powinna znajdować się kamera wizyjna, a obraz z kamer powinien być przekazywany do centrum zdalnego sterowania.

7.7.3 Układ zasilania i przekazywania obrazu z kamer wizyjnych, powinien posiadać odporność na pojedyncze uszkodzenie i wysoką temperaturę, aby umożliwić działanie w trakcie pożaru i po jego ugaszeniu.

7.7.4 Aktywacja czujki pożarowej powinna uruchamiać sygnał alarmowy wizyjny i dźwiękowy na panelu sterującym w centrum zdalnego sterowania oraz alarm świetlny na zewnątrz jednostki, np. na maszcie.

7.7.5 Po uruchomieniu alarmu pożarowego, operator w centrum zdalnego sterowania powinien mieć możliwość potwierdzenia alarmu i możliwość oceny lokalizacji pożaru za pomocą innego źródła detekcji, np. przez kamerę wizyjną.

7.7.6 Jeśli sygnały alarmowe nie zostaną potwierdzone, alarm wtórny powinien zostać automatycznie uruchomiony na stanowisku sterowania i na zewnątrz jednostki.

7.8 Zabezpieczenie przeciwpożarowe pomieszczeń

7.8.1 Przedział z silnikiem spalinowym, pomieszczenia z urządzeniami elektrycznymi oraz inne pomieszczenia stwarzające zagrożenie pożarowe, powinny być wyposażone w stałą gazową instalację gaśniczą, gaszenia objętościowego.

7.8.2 W pomieszczeniach, w których może przebywać załoga pokładowa powinna znajdować się gaśnica przenośna, odpowiednia do gaszenia pożaru jaki może powstać w tym pomieszczeniu.

7.9 Stałe instalacje gaśnicze gazowe

7.9.1 Czynnikiem gaśniczym może być CO₂, gaz obojętny lub inny chemiczny środek gaśniczy, np. NOVEC, dopuszczony do stosowania w ochronie przeciwpożarowej na jednostkach morskich.

7.9.2 Instalacja powinna składać się ze zbiornika/butli z czynnikiem gaśniczym, zaworu sterującego, rurociągów doprowadzających oraz dysz wylotowych.

7.9.3 Zbiornik z czynnikiem gaśniczym może znajdować się w bronionym pomieszczeniu. Powinien on być wyposażony w czujnik ciśnienia, z alarmem spadku ciśnienia, sygnalizowanym w centrum zdalnego sterowania.

7.9.4 Obliczenia ilości czynnika gaśniczego, przy uwzględnieniu wymaganego stężenia gaśniczego dla dobranego czynnika, powinno odnosić się do objętości netto bronionego pomieszczenia.

7.9.5 Na jednostkach autonomicznych, instalacja gaśnicza powinna być uruchamiana automatycznie, po aktywacji dwóch czujek pożarowych. Dla instalacji gaśniczych w przedziałach z silnikami spalinowymi, program komputerowy powinien zapewnić automatyczne wyłączenie silnika, odcięcie zasilania paliwa oraz zamknięcie klap wentylacyjnych w bronionym przedziale, przed wypuszczeniem czynnika gaśniczego.

7.9.6 Na jednostkach zdalnie sterowanych, instalacja gaśnicza powinna być uruchamiana ręcznie z centrum zdalnego sterowania, po aktywacji dwóch czujek pożarowych lub ocenie obrazu z kamery wizyjnej. Przed wypuszczeniem czynnika gaśniczego do przedziału z silnikiem spalinowym, operator powinien mieć możliwość zdalnego wyłączenia silnika, odcięcia zasilania paliwa oraz zamknięcia klap wentylacyjnych.

7.9.7 Na jednostkach, na których może przebywać załoga, instalacja gaśnicza powinna mieć możliwość uruchamiania ręcznie przez członka załogi.

7.9.8 Układ uruchamiania instalacji gaśniczej powinien posiadać odporność na pojedyncze uszkodzenie i wysoką temperaturę, aby zapewnić jego działanie w trakcie pożaru.

7.9.9 W bronionych pomieszczeniach, w których może przebywać załoga pokładowa, należy zapewnić sygnalizację ostrzegawczą, oraz napisy informacyjne o konieczności opuszczenia pomieszczenia przed uruchomieniem instalacji gaśniczej.

7.10 Próby działania

Instalacje wykrywania, monitorowania i gaszenia pożaru, po zamontowaniu na jednostce, podlegają odbiorowi i próbom funkcjonalnym, zgodnie z programem odbioru i prób.

8 URZĄDZENIA I WYPOSAŻENIE MASZYNOWE, INSTALACJE RUROCIĄGÓW

8.1 Postanowienia ogólne

8.1.1 Bezpieczeństwo i niezawodność

8.1.1.1 Celem niniejszego *Rozdziału 8* jest zapewnienie takiego poziomu bezpieczeństwa i niezawodności jednostki autonomicznej i zdalnie sterowanej, związanej z jej urządzeniami i wyposażeniem maszynowym oraz instalacjami rurociągów, jaki ma jednostka obsadzona załogą.

8.1.1.2 Wymagania dotyczące analizy ryzyka, w tym rodzaje zagrożeń, poziomy ryzyka, środki redukcji ryzyka określono w *Rozdziale 3 – Analiza ryzyka*.

8.1.1.3 Urządzenia i wyposażenie maszynowe powinny być takie, aby zapewniona była ich funkcjonalność, w tym funkcje rezerwowe. Funkcje autonomiczne i zdalnie sterowane powinny być zapewnione podczas normalnej pracy i w sytuacjach awaryjnych. Sytuacje awaryjne powinny uwzględniać również te, związane z utratą lub pogorszeniem łączności.

8.1.1.4 W przypadku jednostek z personelem na pokładzie potrzeba redundancji w układzie napędowym i współpracujących mechanizmach oraz instalacjach może uwzględniać działania personelu w zakresie łagodzenia skutków awarii.

8.1.1.5 Należy zapewnić środki diagnostyczne monitorujące i rejestrujące parametry pracy urządzeń i wyposażenia maszynowego, które świadczą o wadliwym działaniu mogącym skutkować awarią.

8.1.1.6 Należy zapewnić środki wykrywające awarie lub usterki urządzeń i wyposażenia maszynowego w celu utrzymania bezpiecznej eksploatacji jednostki w sytuacjach normalnych i awaryjnych.

8.1.1.7 Należy zapewnić środki zapobiegające uruchomieniu urządzeń i wyposażenia maszynowego przez systemy autonomiczne lub zdalnie sterowane, podczas gdy takie urządzenia i wyposażenie są obsługiwane lub serwisowane na jednostce przez upoważnione osoby, a także środki zapewniające bezpieczne ponowne ich uruchomienie po zakończeniu prac.

8.1.1.8 W przypadku zastosowania rozwiązań odbiegających od określonych w niniejszych *Wytycznych* powinny one zapewniać równoważny stopień bezpieczeństwa i niezawodności.

8.1.2 Określenia i oznaczenia

- .1 *Objętość netto przedziału*** – objętość wynikająca z odjęcia objętości zamontowanych na stałe elementów wyposażenia i akcesoriów od sumarycznej lub całkowitej objętości przedziału.
- .2 *Pomieszczenie otwarte do atmosfery*** – pomieszczenie mające nie mniej niż 0,34 m² stale otwartej powierzchni wystawionej na bezpośrednie działanie atmosfery na każdy metr sześcienny objętości netto tego pomieszczenia.
- .3 *Silnik napędowy*** – silnik przeznaczony zasadniczo do napędu jednostki. Silnik ten może równocześnie pełnić funkcję silnika pomocniczego i wytwarzać inne rodzaje energii: elektryczną, hydrauliczną, pneumatyczną.
- .4 *Zbiornik integralny*** – zbiornik, którego ściany są jednocześnie częściami konstrukcyjnymi kadłuba jednostki.

- .5 Moc znamionowa (P) [kW]** – moc deklarowana przez producenta silnika na wale śrubowym zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 8665, w zależności od przeznaczenia silnika i przewidywanych warunków pracy; dla silników dostarczanych bez przekładni redukcyjnej, nawrotnej, typu Z lub typu S, może to być moc deklarowana na wale korbowym.
- .6 Odporność na usterki** – zdolność zespołu funkcjonalnego do realizacji wymaganej funkcji pomimo występowania usterek lub błędów.
- .7 Znamionowa liczba obrotów (n) [1/min]** – liczba obrotów na minutę wału korbowego silnika lub wału śrubowego, odpowiadająca mocy znamionowej.

8.1.3 Zakres nadzoru

8.1.3.1 Ogólne zasady dotyczące postępowania klasyfikacyjnego, nadzoru nad budową jednostek, przeglądów oraz wymagania dotyczące dokumentacji, jaką należy przedłożyć do rozpatrzenia i zatwierdzenia lub uzgodnienia przez PRS, podane są w *Rozdziale 1 – Zasady klasyfikacji* i *Rozdziale 2 – Wymagana dokumentacja*.

8.1.3.2 O ile w dalszej części niniejszego *Rozdziału 8* nie postanowiono inaczej, PRS sprawdza i uczestniczy w próbach funkcjonalnych następujących elementów i instalacji:

- sposób zamontowania silnika(-ów) napędowego oraz związanych z nim urządzeń (np. przekładni),
- montaż wału/linii wałów i pędnika(-ów),
- działanie całego układu napędowego,
- działanie układów sterowania, kontroli i sygnalizacji urządzeń maszynowych,
- działanie instalacji rurociągów paliwa, wody chłodzącej, spalinowych, zęzowych, sprężonego powietrza i hydraulicznych.

8.1.4 Warunki pracy

Urządzenia maszynowe powinny być przystosowane do pracy w następujących warunkach:

- temperatura otaczającego powietrza w pomieszczeniach: od 0 do +45 °C;
- temperatura w pobliżu pracującego silnika spalinowego: do 60 °C;
- statyczny przechył na burtę: do 15°;
- dynamiczny przechył na burtę: do 30°;
- dynamiczny przechył wzdłużny: do 20°.

8.2 Silniki i mechanizmy

8.2.1 Silniki i układy napędowe

8.2.1.1 Do napędu jednostki należy przewidzieć wbudowany na stałe silnik(-i) spalinowy wysokoprężny lub benzynowy, albo silnik (-i) elektryczny.

8.2.1.2 Moc silnika(-ów) napędowego powinna zapewniać utrzymanie prędkości sterownej podczas normalnej eksploatacji jak i w sytuacjach awaryjnych.

8.2.1.3 Przy ustalaniu rodzaju układu napędowego i liczby silników napędowych należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyko oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian.

8.2.1.4 Pojedyncza awaria w układzie napędowym lub współpracującymi z nim mechanizmami bądź instalacjami nie może prowadzić do utraty napędu. Jednostka powinna być w stanie kontynuować rejs zgodnie z planem bez znaczącej utraty zdolności napędowej. Może to wymagać redundancji, zwiększonej separacji oraz odporności na usterki i błędy w sterowaniu.

8.2.1.5 Silniki spalinowe powinny być przystosowane do pracy przy temperaturze w pomieszczeniu silnika wynoszącej 60 °C.

8.2.1.6 Podzespoły paliwowe i elektryczne silników wysokoprężnych powinny spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 16147 w zakresie ochrony przed przeciekami paliwa i przed wystąpieniem zapłonu palnych mieszanin gazowych.

8.2.1.7 Silniki wysokoprężne powinny posiadać osłony rurek paliwowych wysokiego ciśnienia (od pompy paliwowej/listwy paliwowej „common rail” do wtryskiwaczy) wraz z sygnalizacją przecieku.

8.2.1.8 Podzespoły paliwowe i elektryczne silników benzynowych powinny spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 15584 w zakresie ochrony przed przeciekami paliwa i przed wystąpieniem zapłonu palnych mieszanin gazowych.

8.2.1.9 Osprzęt elektryczny zamontowany na silnikach benzynowych, taki jak alternatory, prądnice, regulatory napięcia, silniki elektryczne, wyłączniki, przełączniki i cewki, w których może powstawać iskra elektryczna powodująca zapłon mieszanki oparów benzyny z powietrzem, powinny spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 8846.

8.2.1.10 W przypadku zastosowania do napędu głównego jednostki silnika(-ów) elektrycznego, elektryczny układ napędowy powinien spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 16315.

8.2.1.11 Uruchomienie silnika(-ów) napędowego, sterowanie nim i jego zatrzymanie powinno odbywać się z centrum zdalnego sterowania.

8.2.1.12 Wszystkie wskaźniki i alarmy parametrów pracy układu napędowego istotne ze względu na niezawodność jego działania powinny znajdować się w centrum zdalnego sterowania.

8.2.2 Pomieszczenia silników spalinowych i zbiorników paliwa

8.2.2.1 Rozmieszczenie silników, mechanizmów, elementów wyposażenia, zbiorników, rurociągów i armatury powinno być takie, żeby możliwy był do nich dostęp w celu przeglądów i okresowej obsługi.

8.2.2.2 Silniki, mechanizmy i rurociągi, które z uwagi na elementy ruchome lub wysoką temperaturę stwarzają zagrożenie dla ludzi, powinny być odpowiednio zabezpieczone/osłonięte.

8.2.2.3 Pomieszczenia silników benzynowych i/lub zbiorników benzyny powinny być szczelnie oddzielone od zamkniętych pomieszczeń w których przebywają ludzie, tzn.:

- szczelne połączenia przegród;
- szczelne przejścia rurociągów i kabli (zastosowanie uszczelek lub mas uszczelniających);
- szczelne drzwi i luki wyposażone w odpowiednie zamknięcia.

Patrz też 7.5.4.

8.2.2.4 Urządzenia elektryczne zainstalowane w pomieszczeniu silnika benzynowego, w pomieszczeniu zbiornika benzyny oraz w przedziałach łączących się z nimi, o ile te pomieszczenia nie są otwarte do atmosfery, powinny być w wykonaniu przeciwzapłonowym, zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 8846.

8.2.3 Ustawienie silników i mechanizmów

8.2.3.1 Silniki, mechanizmy i elementy wyposażenia wchodzące w skład urządzeń maszynowych należy ustawiać na fundamentach zgodnie z wymaganiami PRS dotyczącymi konstrukcji kadłuba jednostki.

8.2.3.2 Silniki napędowe i ich przekładnie oraz łożyska oporowe wałów napędowych powinny być mocowane do fundamentów częściowo lub całkowicie przy pomocy śrub pasowanych.

8.2.3.3 Zaleca się ustawienie spalinowego silnika napędowego na podkładkach elastycznych. W linii wałów bez łożyska oporowego konstrukcja podkładek elastycznych powinna zapewniać przenoszenie obciążeń od siły naporu śruby napędowej.

8.2.3.4 Śruby mocujące silniki napędowe do fundamentów, silniki i mechanizmy pomocnicze oraz łożyska wałów napędowych, a także śruby łączące poszczególne odcinki wałów napędowych powinny być skutecznie zabezpieczone przed odkręcaniem się.

8.2.3.5 Silniki i mechanizmy o poziomej osi obrotu wału należy w zasadzie ustawić tak, żeby oś obrotu była równoległa do płaszczyzny symetrii jednostki. Inne ustawienie jest możliwe tylko wówczas, gdy ich konstrukcja będzie dostosowana do pracy w warunkach określonych w 8.2.2 przy danym kierunku ustawienia.

8.2.3.6 Dopuszczalny kąt nachylenia silnika względem wodnicy konstrukcyjnej nie może przekraczać kąta określonego przez producenta.

8.3 Wentylacja

8.3.1 Wymagania ogólne

8.3.1.1 Powinna być zapewniona skuteczna wentylacja pomieszczenia silnika i doprowadzenie powietrza niezbędnego do ciągłej pracy silnika(-ów) spalinowego z pełną mocą w każdych warunkach pogodowych.

8.3.1.2 Układ wentylacji powinien zapobiegać gromadzeniu się łatwopalnych gazów i oparów w pomieszczeniu.

8.3.1.3 Kanały wentylacyjne powinny być tak zamontowane, aby uniemożliwić gromadzenie się w nich wody.

8.3.1.4 Otwory wciągowe i nawiewowe wentylacji powinny być usytuowane powyżej normalnego poziomu wody zęzowej gromadzącej się w danym pomieszczeniu.

8.3.1.5 Dopuszcza się wykonanie burtowych czerpni powietrza do pomieszczenia silnika, pod warunkiem zachowania kątów zalewania podanych w *Rozdziale 6 – Stateczność i niezatapialność*.

8.3.1.6 Wymiary kanałów wentylacyjnych i wymagany przepływ powietrza powinny być obliczane na podstawie objętości netto przedziału.

8.3.1.7 Otwory poboru powietrza zewnętrznego i otwory wylotowe powietrza do atmosfery powinny być usytuowane zgodnie z aktualną normą PN-EN ISO 10088 i powinny być oddalone od siebie, aby ograniczyć do minimum zjawisko recyrkulacji.

8.3.1.8 Uruchomienie wentylacji mechanicznej oraz sterowanie jej pracą powinno odbywać się z centrum zdalnego sterowania. W centrum zdalnego sterowania powinny się znajdować urządzenia sygnalizujące jej pracę.

8.3.1.9 Należy zapewnić możliwość zdalnego wyłączenia i zamknięcia wentylacji z centrum zdalnego sterowania na wypadek pożaru.

8.3.1.10 Wyłączenie wentylacji mechanicznej niezbędnej dla pracy silnika(-ów) powinno być możliwe tylko po zatrzymaniu silnika(-ów).

8.3.1.11 Wymagania odnośnie wentylacji skrzyń/pomieszczeń akumulatorów podano w 9.10.3.13 – 9.10.3.15.

8.3.2 Wentylacja naturalna pomieszczenia silnika benzynowego i pomieszczenia zbiornika benzyny

8.3.2.1 W każdym pomieszczeniu, które nie jest otwarte do atmosfery, w którym znajduje się silnik benzynowy lub w którym znajduje się zbiornik benzyny i urządzenie elektryczne inne niż wskaźnik poziomu paliwa, powinien być system wentylacji naturalnej, składający się z połączonego z atmosferą otworu lub kanału nawiewowego oraz otworu lub kanału wyciągowego.

8.3.2.2 Otwór wyciągowy powietrza powinien być usytuowany w dolnej jednej trzeciej wysokości pomieszczenia.

8.3.2.3 Otwory wyciągowy i nawiewowy powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 600 mm od siebie, o ile pozwalają na to wymiary pomieszczenia.

8.3.2.4 Minimalne wewnętrzne pole powierzchni przekroju poprzecznego kanałów wentylacyjnych dla pomieszczeń silników benzynowych powinno wynosić co najmniej 3161 mm², a dla pomieszczeń zbiorników benzyny powinno wynosić co najmniej 1134 mm².

8.3.2.5 Sumaryczne wewnętrzne pole powierzchni przekroju poprzecznego otworów i/lub kanałów nawiewowych oraz otworów i/lub kanałów wyciągowych systemu wentylacji naturalnej A nie powinno być mniejsza od powierzchni obliczonej ze wzoru:

$$A = 3300 \cdot \ln \frac{V}{0,14} \quad [\text{mm}^2]$$

V – objętość netto przedziału, [m³].

8.3.2.6 Króćce elastycznych kanałów wentylacyjnych powinny mieć powierzchnię wewnętrznego przekroju poprzecznego nie mniejszą niż 0,8 wartości określonej w 8.3.2.5.

8.3.2.7 Wyciąg wentylacji naturalnej może być równocześnie integralną częścią wentylacji mechanicznej.

8.3.3 Wentylacja mechaniczna pomieszczenia silnika benzynowego

8.3.3.1 W każdym pomieszczeniu, które nie jest otwarte do atmosfery, w którym znajduje się silnik benzynowy, oprócz systemu wentylacji naturalnej powinien być zamontowany stały system wentylacji mechanicznej wyciągowej, usuwający powietrze z tego pomieszczenia do atmosfery.

8.3.3.2 Króciec ssący kanału wyciągowego powinien być usytuowany w dolnej jednej trzeciej wysokości wentylowanego pomieszczenia, tak blisko silnika jak tylko jest to możliwe.

8.3.3.3 Otwory wentylacji mechanicznej powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 380 mm od siebie i nie mniejszej niż 600 mm od otworów wentylacji naturalnej, o ile pozwalają na to wymiary pomieszczenia.

8.3.3.4 Wentylatory wyciągowe powinny spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 9097. Dopuszcza się stosowanie wentylatorów zgodnych z wymaganiami United States Coast Guard (USCG).

8.3.3.5 Na każdy silnik benzynowy powinien przypadać co najmniej jeden wentylator wyciągowy, a jeżeli w pomieszczeniu silnika jest więcej niż jeden wentylator, to wentylatory powinny być uruchamiane jednocześnie.

8.3.3.6 Sumaryczna wydajność zainstalowanych wentylatorów wyciągowych. Q , nie powinna być mniejsza od wydajności podanej w poniższej Tabeli 8.3.3.6.

Tabela 8.3.3.6
Sumaryczna wydajność wentylatorów wyciągowych Q

V [m ³]	Q [m ³ /min]
< 1	1,5
$1 \leq V \leq 3$	$1,5 \cdot V$
> 3	$0,5 \cdot V + 3$

V – objętość netto przedziału, [m³].

8.3.3.7 Wentylator(-y) wyciągowy powinien pracować co najmniej 4 minuty zanim możliwe będzie uruchomienie silnika benzynowego.

8.4 Wały napędowe

8.4.1 Wskazówki ogólne

8.4.1.1 Podane w niniejszym podrozdziale wzory do obliczania średnic wałów określają minimalne wymiary, bez uwzględnienia nadkładu na późniejsze przetoczenie wałów w czasie eksploatacji.

8.4.1.2 Wały napędowe powinny być wykonane z materiału o wytrzymałości na rozciąganie nie mniejszej niż 400 MPa. Zastosowanie innego materiału niż podane w 8.4.2.1 podlega uzgodnieniu z PRS.

8.4.2 Wały

8.4.2.1 Średnica wału śrubowego d nie powinna być mniejsza niż obliczona z poniższego wzoru i nie mniejsza niż 25 mm.

$$d = k \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \quad [\text{mm}]$$

k – współczynnik materiałowy wału:

$k = 109$ – stal węglowa, wał niezabezpieczony przed działaniem wody,

- $k = 95$ – stal austenityczna, odporna na korozję (np. 316L), stop niklowo-miedziowy (np. Monel 400), stal nieodporna na korozję, ale wał zabezpieczony przed działaniem wody,
- $k = 90$ – stal austenityczno-ferrytyczna, odporna na korozję (np. S31803), brąz niklowo-aluminiowy,
- $k = 83$ – wysoko wytrzymały stop niklowo-miedziowy (np. Monel K 500);

P – moc znamionowa silnika napędowego, [kW];

n – znamionowa liczba obrotów wału śrubowego, [1/min];

8.4.2.2 Wały śrubowe nieodporne na korozję należy skutecznie zabezpieczyć przed stykaniem się z wodą morską. Dla wałów wykonanych ze stali odpornych na korozję nie wymaga się zabezpieczenia, pod warunkiem wypolerowania powierzchni narażonych na działanie wody morskiej.

8.4.2.3 Przy osadzeniu śruby napędowej na wpuście zbieżność stożka wału śrubowego nie powinna być większa niż 1:10.

8.4.2.4 Przy zbieżności 1:10 wymiary stożka wału śrubowego i piasty śruby napędowej powinny być zgodne z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 4566, a przy zbieżności 1:16 – z wymaganiami aktualnej normy ISO 8845.

8.4.2.5 Zewnętrzna średnica gwintu dla nakrętki zabezpieczającej śrubę napędową na stożku wału nie powinna być mniejsza niż 0,6 średnicy większej podstawy tego stożka.

8.4.2.6 Nakrętka mocująca śrubę napędową na stożku powinna być zabezpieczona przed odkręcaniem się przez konstrukcyjne unieruchomienie jej względem wału śrubowego lub piasty śruby.

8.4.2.7 Jeżeli stosowane są wały pośrednie lub oporowe, to ich konstrukcja oraz połączenia z innymi elementami linii wałów podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS. Odrębnemu rozpatrzeniu podlegają również wały Cardana.

8.4.3 Łożyska wału śrubowego

8.4.3.1 Długość łożyska na wyjściu wału śrubowego z kadłuba oraz łożyska we wsporniku wału śrubowego powinna być:

- przy zastosowaniu materiałów gumowych - nie mniejsza niż $4d$ (d - średnica wału śrubowego określona według 8.4.2.1);
- przy zastosowaniu białego metalu – taka, żeby średni nacisk jednostkowy na łożysko wywołany masą śruby i wału śrubowego nie przekraczał 0,65 MPa, przy czym długość łożyska w każdym przypadku powinna być nie mniejsza niż $2d$;
- przy zastosowaniu tworzyw sztucznych lub innych materiałów - każdorazowo uzgodniona z PRS.

8.4.3.2 W zależności od zastosowanego materiału łożysk, należy przewidzieć instalację smarowania łożysk wodą lub olejem.

8.4.3.3 Przy łożyskach smarowanych olejem należy zastosować uszczelnienie wału śrubowego, którego funkcjonowanie zostało potwierdzone zadowalającymi doświadczeniami z eksploatacji.

8.5 Pędniki

8.5.1 Należy stosować śruby napędowe, których wymiary konstrukcyjne zostały określone przy użyciu odpowiednich obliczeń lub zostały potwierdzone zadowalającymi doświadczeniami z eksploatacji.

8.5.2 Zastosowanie innych pędników, na przykład strugowodnych, podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

8.6 Instalacje rurociągów

8.6.1 Materiał i wykonanie rurociągów i armatury

8.6.1.1 Materiały na rury i armaturę powinny być odporne na korozję lub powinny być zabezpieczone przed korozją i powinny spełniać wymagania określone w *Rozdziale 10 – Materiały*.

8.6.1.2 Materiały wchodzące w reakcję elektrochemiczną z innymi zastosowanymi materiałami powinny być odizolowane

8.6.1.3 W zasadzie należy stosować rury stalowe, miedziane lub ze stopów miedzi. Dopuszcza się również stosowanie rur ze stopów aluminium.

8.6.1.4 Rury z miedzi należy poddać wyżarzeniu.

8.6.1.5 Należy stosować rury bez szwu.

8.6.1.6 Armatura powinna być w zasadzie wykonana z żeliwa, stali, staliwa, mosiądzu lub brązu. Zastosowanie innych materiałów podlega uzgodnieniu z PRS.

8.6.1.7 Zawory burtowe i przejścia burtowe wykonane ze stopów miedzi nie powinny być stosowane na poszyciu ze stopów aluminium.

8.6.1.8 Metalowe zawory burtowe i przejścia burtowe powinny spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 9093-1, a niemetalowe przejścia burtowe wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 9093-2.

8.6.1.9 Armatura burtowa, armatura instalowana na zbiornikach paliwa i oleju oraz armatura narażona na wibrację nie powinna być wykonana z żeliwa szarego.

8.6.1.10 Węże i łączniki elastyczne (t.j. węże z zaciśniętymi mechanicznie złączami) stosowane w instalacji wody chłodzącej, zęzowej, paliwowej i spalinowej powinny spełniać wymagania dla węży określone w 10.11.

8.6.1.11 W razie zastosowania opasek zaciskowych do mocowania węży do rury lub króćca, należy na każdym połączeniu stosować dwie ślimakowe opaski zaciskowe wykonane ze stali odpornej na korozję. Dwie opaski nie są wymagane, jeżeli wewnętrzna średnica nominalna węży jest nie większa niż 25 mm.

8.6.1.12 Króćce do mocowania węży powinny mieć odpowiednią długość oraz obwodowe rowki lub zgrubienia pierścieniowe. Rowki lub zgrubienia pierścieniowe nie są wymagane na króćcach zbiorników paliwa oraz na króćcach przejść burtowych o średnicy nominalnej większej niż 25 mm.

8.6.1.13 Korki wlewowe oraz sondy wody i paliwa powinny być odpowiednio opisane (woda słodka, benzyna, olej napędowy) lub oznaczone piktogramem zgodnie z aktualną normą PN-EN ISO 11192.

8.6.2 Grubość ścianek i promienie gięcia rur

8.6.2.1 Należy stosować rury przewodowe o grubości ścianek odpowiadającej wymaganiom uznanych norm, stosownie do rodzaju przewodzonego czynnika i jego parametrów roboczych.

8.6.2.2 Wewnętrzny promień gięcia rur stalowych i miedzianych w zasadzie nie powinien być mniejszy niż 2,5 zewnętrznej średnicy rury.

8.6.3 Złącza rurociągów

8.6.3.1 W zależności od przeznaczenia rurociągu, materiału rur i ich średnicy, powinny być stosowane złącza gwintowane z gwintem rurowym stożkowym, mechaniczne (śrubunkowe i zaciskowe) lub złącza kołnierzowe. Złącza gwintowane nie mogą być stosowane na rurociągach paliwa, oleju hydraulicznego i sprężonego powietrza, a złącza mechaniczne na rurociągach łączących się bezpośrednio z poszyciem kadłuba.

8.6.3.2 Materiał uszczelki powinien być odporny na działanie przewodzonego czynnika.

8.6.4 Osprzęt kontrolno-pomiarowy

8.6.4.1 Należy zapewnić możliwość odczytu w centrum zdalnego sterowania parametrów pracy instalacji (temperatura, ciśnienie, natężenie przepływu, poziom czynnika itp.) istotnych dla bezpieczeństwa jednostki i niezawodności jej działania.

8.6.5 Sterowanie zaworami i urządzeniami

8.6.5.1 Wszystkie zawory, którymi normalnie trzeba sterować w trakcie operowania jednostki, powinny być zdalnie sterowane z centrum zdalnego sterowania. Położenie robocze każdego zaworu (otwarty/zamknięty) powinno być wskazywane w centrum zdalnego sterowania.

8.6.5.2 Wszystkie urządzenia (pompy, sprężarki itp.), którymi normalnie trzeba sterować w trakcie operowania jednostki, powinny być zdalnie sterowane z centrum zdalnego sterowania. Status roboczy każdego urządzenia (pracuje/nie pracuje) powinien być wskazywany w centrum zdalnego sterowania.

8.6.6 Otwory w poszyciu zewnętrznym

8.6.6.1 Liczba otworów ssących i wylotowych w poszyciu zewnętrznym powinna być ograniczona do niezbędnego minimum.

8.6.6.2 Zainstalowanie przejścia burtowego nie powinno osłabiać miejscowej wytrzymałości kadłuba. W razie konieczności należy przewidzieć wzmocnienie lub podkładkę. W poszyciu przekładkowym z laminatu rdzeń należy zastąpić poszyciem masywnym.

8.6.6.3 Wszystkie otwory do poboru wody zaburtowej oraz wszystkie otwory wylotowe, z wyjątkiem odlotu przewodów spalinowych, umieszczone poniżej wodnicy pływania, powinny być wyposażone w zawory zaporowe zainstalowane bezpośrednio na poszyciu.

8.6.7 Prowadzenie rurociągów obok urządzeń elektrycznych

8.6.7.1 Rurowody przewodzące cieple, prowadzone w pobliżu urządzeń elektrycznych, nie powinny mieć w tym rejonie rozbiernych złączy. Jeżeli zastosowanie złącza jest to nieuniknione, to powinno być ono osłonięte, tak aby wypływająca z niego pod ciśnieniem ciecz nie mogła dosięgnąć urządzeń elektrycznych.

8.6.7.2 Rurociągi przewodzące ciecze pod ciśnieniem nie powinny być prowadzone przez pomieszczenie akumulatorów.

8.6.8 Badanie szczelności rurociągów

8.6.8.1 Szczelność każdego rurociągu po zamontowaniu na jednostce powinna być sprawdzona podczas próby działania, w obecności inspektora PRS.

8.6.9 Instalacja zęzowa

8.6.9.1 Jednostka powinna być wyposażona w skutecznie działającą instalację zęzową tak wykonaną, żeby z każdego przedziału możliwe było wypompowanie wody za burtę, nawet przy niekorzystnym przechyle, ale nie większym niż 7°.

8.6.9.2 Wyloty wody zęzowej za burtę powinny znajdować się powyżej wodnicy pływania (z uwzględnieniem przechyłu do 7°), chyba że zastosowano urządzenia zapobiegające przepływowi zwrotnemu wody do wnętrza jednostki.

8.6.9.3 Jeżeli zastosowano magistralę zęzową, to na każdym odgałęzieniu ssącym powinien być zawór zwrotny.

8.6.9.4 Końcówki ssące rurociągu zęzowego powinny być umieszczone w najniższych częściach zęzy. Należy zapewnić dostęp do czyszczenia końcówek ssących.

8.6.9.5 Jednostka powinna być wyposażona w co najmniej 1 zainstalowaną na stałe samozasysającą pompę zęzową o napędzie mechanicznym lub elektrycznym.

8.6.9.6 Przy określaniu liczby pomp zęzowych należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Liczba pomp powinna uwzględniać układ instalacji zęzowej oraz konieczność spełnienia wymagań 8.6.9.1.

8.6.9.7 W przypadku stosowania elektrycznej pompy (pomp) zęzowej powinna ona spełniać wymagania aktualnej normy PN-EN ISO 8849.

8.6.9.8 Automatyczne uruchomienie osuszania dowolnego przedziału wodoszczelnego, jeżeli takie przewidziano, powinno być sygnalizowane w centrum zdalnego sterowania ze wskazaniem osuszanego przedziału.

8.6.9.9 Uruchomienie automatycznego osuszania pomieszczenia silnika oraz innych pomieszczeń, w których może wystąpić zaolejona woda zęzowa, powinno wymagać potwierdzenia tej operacji z centrum zdalnego sterowania.

8.6.9.10 Jeżeli nie przewidziano automatycznego uruchamiania instalacji zęzowej, o którym mowa w 8.6.9.8, to w centrum zdalnego sterowania należy przewidzieć sygnalizację wysokiego poziomu wody zęzowej dla każdego pomieszczenia wodoszczelnego.

8.6.9.11 Jeżeli zastosowano magistralę zęzową, to każda podłączona do niej pompa zęzowa powinna mieć możliwość osuszania każdego przedziału.

8.6.9.12 Wydajność zastosowanych pomp i nominalne średnice rurociągów zęzowych powinny być nie mniejsze niż podano w poniższej Tabeli 8.6.9.12.

Tabela 8.6.9.12
Wymagane parametry instalacji zęzowej

Długość kadłuba jednostki L_H [m]	Wydajność pompy zęzowej [m ³ /h]	Nominalna średnica rurociągu [mm]
$L_H \leq 6$	0,6	25
$6 < L_H < 12$	0,9	32
$L_H \geq 12$	1,8	40

8.6.9.13 W przypadku zastosowania kilku pomp zęzowych podłączonych do wspólnego rurociągu wylotowego za burtę, na tłoczeniu każdej pompy powinien być zainstalowany zawór zaporowo-zwrotny.

8.6.9.14 Pompa zęzowa może być używana do innych celów, np. awaryjnego chłodzenia silnika napędowego, pod warunkiem zastosowania rozwiązania uniemożliwiającego przypadkowe tłoczenie wody zaburtowej do wnętrza jednostki.

8.6.10 Instalacja spalinowa

8.6.10.1 Jeżeli przewody spalinowe wyprowadzone są przez poszycie kadłuba w pobliżu linii wodnej, to powinno być przewidziane urządzenie lub ukształtowanie rurociągu uniemożliwiające przedostawanie się wody zaburtowej do silnika. Wewnątrz jednostki rurociąg może tworzyć rodzaj pętli, której wierzchołek powinien znajdować się tak wysoko nad linią wodną, jak jest to możliwe.

8.6.10.2 Przewodów spalinowych przy suchym wydechu, o ile nie przewidziano skutecznej osłony termicznej, nie powinno się prowadzić w odległości mniejszej niż 250 mm od zbiornika paliwa (odległość mierzona od zewnętrznej powierzchni izolacji przewodu spalinowego).

8.6.10.3 Zasadniczo każdy silnik spalinowy powinien mieć oddzielny przewód spalinowy. Przewody spalinowe można łączyć w przewód zbiorczy pod warunkiem zastosowania niezawodnie działających urządzeń zapobiegających:

- przejściu spalin z przewodu zbiorczego do niepracującego silnika,
- uszkodzeniu któregośkolwiek silnika przy rozruchu.

8.6.10.4 Każdy przewód spalinowy przy suchym wydechu powinien być wyposażony w tłumik oraz kompensator wydłużeń. Należy przewidzieć możliwość odwadniania instalacji spalinowej.

8.6.10.5 Przewody spalinowe i tłumiki przy suchym wydechu powinny być wykonane ze stali i na całej długości powinny być pokryte niepalnym materiałem termoizolacyjnym. Temperatura na powierzchni izolacji nie powinna przekraczać 60 °C.

8.6.10.6 Przy mokrym wydechu, czyli chłodzeniu spalin wodą chłodzącą silnik, rurociąg może być wykonany w całości lub części z węża elastycznego, spełniającego wymagania określone w *Rozdziale 10 – Materiały*.

8.6.10.7 Przy mokrym wydechu, przy usytuowaniu dolotu wody chłodzącej do rurociągu spalinowego w pobliżu, a zwłaszcza poniżej linii wodnej, należy przewidzieć urządzenie zabezpieczające niepracujący silnik przed możliwością przedostania się wody chłodzącej do kolektora wydechowego. Nie może być możliwości uruchomienia silnika bez wcześniejszego otwarcia zaworu na wylocie spalin za burtę.

8.6.10.8 Przy mokrym wydechu należy zainstalować w rurociągu spalinowym alarm wysokiej temperatury spalin lub alarm niedostatecznego przepływu wody chłodzącej. Alarm powinien być sygnalizowany w centrum zdalnego sterowania.

8.6.11 Instalacja paliwa

8.6.11.1 Wymagania ogólne

8.6.11.1.1 Rurociągi paliwa powinny być starannie zamocowane i tak prowadzone, żeby nie występowało niebezpieczeństwo ich mechanicznego uszkodzenia.

8.6.11.1.2 Zbiorniki benzyny powinny być oddalone od silnika spalinowego co najmniej o 100 mm i izolowane przez zastosowanie przegrody oraz oddalone co najmniej o 250 mm od elementów instalacji suchego wydechu.

8.6.11.1.3 Wszystkie elementy instalacji paliwa w pomieszczeniu silnika, takie jak pompy, filtry i separatory wody, powinny być w stanie wytrzymać próbę ognioodporności trwającą 2,5 minuty, określoną w Załączniku A do aktualnej normy PN-EN ISO 7840 i być oznakowane zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 10088.

8.6.11.1.4 Rurociągi paliwa nie powinny być prowadzone nad silnikami spalinowymi i innymi gorącymi częściami.

8.6.11.1.5 W instalacji paliwa silników benzynowych nie powinno być innej możliwości opróżnienia instalacji niż przez korki w obudowach filtrów benzyny.

8.6.11.1.6 Każdy metalowy lub pokryty metalową powłoką element zbiornika benzyny i jego instalacji wlewowej, który może mieć kontakt z benzyną, powinien być uziemiony tak, żeby jego rezystancja do uziemienia jednostki była mniejsza niż 1Ω .

8.6.11.1.7 Końcówka przewodu uziemiającego nie powinna być wpuszczana pomiędzy wąż elastyczny a króciec do jego mocowania.

8.6.11.1.8 Wymagania dotyczące płyty uziemiającej określone są w *Rozdziale 9 – Urządzenia elektryczne i automatyka*.

8.6.11.1.9 Pod zbiornikami wstawianymi, pompami, filtrami i innymi urządzeniami, z których może nastąpić przeciek paliwa, zaleca się zainstalować wanienki ściekowe. Powinno się wówczas zapewnić rozwiązania techniczne umożliwiające opróżnianie i czyszczenie tych waniek.

8.6.11.2 Konstrukcja zbiorników paliwa

8.6.11.2.1 Zbiorniki wstawiane oleju napędowego powinny być wykonane ze stali węglowej, ze stali odpornej na korozję lub ze stopu aluminium. Zbiorniki nie powinny być cynkowane ani malowane od wewnątrz.

8.6.11.2.2 Zbiorniki wstawiane benzyny powinny być wykonane ze stali odpornej na korozję lub ze stopu aluminium. Zbiorniki mogą być wykonane ze stali węglowej pod warunkiem, że po wykonaniu zostaną obustronnie ocynkowane na gorąco.

8.6.11.2.3 Materiały na zbiorniki paliwa powinny spełniać wymagania określone w *Rozdziale 10 – Materiały*. Grubość ścianek tych zbiorników nie powinna być mniejsza niż podano w poniższej Tabeli 8.6.11.2.3.

Tabela 8.6.11.2.3
Minimalna grubość ścianek zbiornika

Pojemność zbiornika, [dm ³]	Minimalna grubość ścianek, [mm]		
	Stal węglowa	Stal odporna na korozję	Stop aluminium
do 100	2 (1,5) ¹⁾	1	2
101 - 200	3 (2) ¹⁾	1,5	3
201 - 500	4 (3) ¹⁾	2	4
501 - 1000	5 (4) ¹⁾	3	5
powyżej 1000	6 (5) ¹⁾	4	6

¹⁾ Dla zbiorników ocynkowanych na gorąco.

8.6.11.2.4 Dopuszcza się stosowanie zbiorników niemetalowych spełniających wymagania dotyczące odporności na ogień określone w aktualnej normie PN-EN ISO 21487. Zastosowanie innych materiałów podlega uzgodnieniu z PRS.

8.6.11.2.5 Zamocowania zbiorników (wsporniki, węzłówki, uchwyty), o ile nie są przyspawane do zbiorników, powinny być odizolowane od zbiorników niemetalowymi, niehigroskopijnymi i nieścieralnymi przekładkami.

8.6.11.2.6 Do zbiorników wykonanych ze stopu aluminium nie powinna być podłączona armatura ze stopów miedzi, chyba że zastosowane będą przekładki izolacyjne.

8.6.11.2.7 W zależności od pojemności zbiornika i jego kształtu, powinny być zastosowane odpowiednie usztywnienia lub przegrody przelewowe. Otwarta powierzchnia przegrody nie powinna być większa niż 30% przekroju zbiornika w płaszczyźnie przegrody. Przegroda nie powinna blokować przepływu paliwa na dnie i par u góry zbiornika.

8.6.11.2.8 Zbiorniki wstawiane powinny być zamocowane do kadłuba tak, żeby obciążenia od napełnionego zbiornika, z uwzględnieniem przyspieszeń spowodowanych ruchem jednostki, były bezpiecznie przenoszone przez konstrukcję jednostki.

8.6.11.2.9 Integralne zbiorniki paliwa mogą być przeznaczone tylko do oleju napędowego. Wymagania dotyczące grubości ścianek zbiorników integralnych określone są w *Rozdziale 5 – Kadłub i wyposażenie*. Integralne zbiorniki paliwa z laminatu podlegają osobnemu rozpatrzeniu przez PRS.

8.6.11.2.10 Armatura i wszystkie otwory w zbiorniku benzyny powinny znajdować się na górnej ścianie zbiornika, z wyjątkiem króćców wlewu i powrotu paliwa, które mogą być spawane w górnej części ściany bocznej zbiornika, tak żeby wystawały powyżej górnej ściany zbiornika.

8.6.11.2.11 Armatura i wszystkie króćce usytuowane w dnie lub na bocznych ścianach zbiornika oleju napędowego powinny być zabezpieczone zaworami zaporowymi zainstalowanymi bezpośrednio na zbiorniku.

8.6.11.2.12 Zawory na zbiornikach o średnicy nominalnej nie większej niż 25 mm powinny być tak zamocowane lub osłonięte, żeby wykluczyć możliwość ich uszkodzenia.

8.6.11.2.13 Zbiorniki oleju napędowego powinny być wyposażone w otwory inspekcyjne o średnicy co najmniej 120 mm, umieszczone na górnej lub bocznych ścianach zbiornika, umożliwiające czyszczenie i inspekcję najniższych jego części, dostępne po zamocowaniu zbiornika na jednostce.

8.6.11.2.14 Zaleca się oznakowanie każdego wstawianego zbiornika paliwa zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 21487.

8.6.11.3 Badanie zbiorników paliwa

8.6.11.3.1 Próby ciśnieniowe zbiornika paliwa powinny być wykonywane razem z całym jego osprzętem.

8.6.11.3.2 Każdy metalowy lub wykonany z laminatu zbiornik oleju napędowego powinien być poddany próbie szczelności ciśnieniem próbnym równym 1,5 ciśnienia hydrostatycznego, na jakie może być narażony zbiornik podczas eksploatacji (maksymalne napełnienie zbiornika powyżej jego górnej ściany). Ciśnienie próbne nie może być jednak niższe niż 0,02 MPa. Próbę uznaje się za udaną, jeżeli po upływie 5 minut nie nastąpi żaden przeciek.

8.6.11.3.3 Termoplastyczne zbiorniki oleju napędowego, w zależności od gęstości materiału, powinny być poddane odpowiednim próbom ciśnienia zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 21487.

8.6.11.3.4 Każdy metalowy zbiornik benzyny, którego konstrukcja spełnia wymagania dla zbiornika integralnego, określone w *Rozdziale 5 – Kadłub i wyposażenie*, a spoiny mają poziom jakości B, dla stali zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 5817, a dla stopów aluminium zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 10042, powinien być poddany próbie ciśnieniem próbnym stopniowo zwiększanym, równym 1,5 ciśnienia hydrostatycznego, na jakie może być narażony zbiornik podczas eksploatacji (maksymalne napełnienie zbiornika powyżej jego górnej ściany) plus 0,01 MPa. Ciśnienie próbne nie może być jednak niższe niż 0,03 MPa. Próbę uznaje się za udaną, jeżeli po upływie 1 minuty nie nastąpi pęknięcie lub przeciek.

8.6.11.3.5 Każdy metalowy zbiornik benzyny, którego konstrukcja i spoiny nie spełniają wymagań 8.6.11.3.4 oraz każdy niemetalowy zbiornik benzyny powinien być poddany próbie badania impulsami ciśnienia zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 21487.

8.6.11.3.6 Wszystkie niemetalowe zbiorniki benzyny i niemetalowe zbiorniki oleju napędowego, zainstalowane w pomieszczeniu silnika, powinny być poddane badaniom ognioodporności zgodnie z wymaganiami aktualnej normy PN-EN ISO 21487.

8.6.11.4 Rurociągi wlewowe i odpowietrzające

8.6.11.4.1 Rurociąg wlewowy powinien być prowadzony możliwie najkrótszą drogą od wlewu pokładowego do zbiornika i tak usytuowany, żeby całe paliwo spływało do zbiornika. Na rurociągach wlewowych nie powinny być instalowane zawory.

8.6.11.4.2 Rurociągi wlewowe i odpowietrzające mogą być wykonane z węży elastycznych spełniających wymagania określone w *Rozdziale 10 – Materiały*.

8.6.11.4.3 Rura wlewowa (króciec zbiornika) powinna sięgać powyżej górnej ściany zbiornika. Jeżeli wysokość zbiornika jest większa niż 800 mm, to rura wlewowa powinna być doprowadzona możliwie jak najbliżej do dna zbiornika.

8.6.11.4.4 Wewnętrzna średnica rury wlewowej nie powinna być mniejsza niż 31,5 mm, natomiast wewnętrzna średnica węża elastycznego nie powinna być mniejsza niż 38 mm.

8.6.11.4.5 Rurociąg wlewowy i odpowietrzający powinny zapewniać napełnianie zbiornika z wydajnością 30 l/min bez cofania się paliwa przez wlew, w zakresie od 25% do 75% jego pojemności. Dla zbiorników o pojemności nie większej niż 100 l wydajność ta może być zmniejszona do 20 l/min.

8.6.11.4.6 Wlew paliwa powinien być umieszczony na pokładzie (patrz też 8.6.1.13). W odległości mniejszej niż 400 mm od wlewu paliwa nie powinno się umieszczać otworów wentylacyjnych niezabezpieczonych konstrukcyjnie przed przedostawaniem się oparów paliwa do wnętrza jednostki.

8.6.11.4.7 Wlew paliwa powinien być tak usytuowany, żeby paliwo przy ewentualnym jego przelaniu się podczas napełniania zbiornika nie przedostawało się do wnętrza jednostki. Należy również przewidzieć zabezpieczenie, aby paliwo nie mogło spłynąć bezpośrednio za burtę.

8.6.11.4.8 Każdy zbiornik paliwa powinien mieć oddzielny rurociąg odpowietrzający tak wykonany, żeby nie powstawały w nim syfony.

8.6.11.4.9 Powierzchnia przekroju poprzecznego każdego elementu rurociągu odpowietrzającego nie powinna być mniejsza niż 95 mm² (Æ 11 mm).

8.6.11.4.10 Rurociągi odpowietrzające powinny być wyprowadzone na otwarty pokład, a ich wyloty powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 400 mm od otworów wentylacyjnych, przez które opary paliwa mogłyby się dostać do wnętrza jednostki oraz na takiej wysokości, żeby uniemożliwić przedostawanie się wody zaburtowej do zbiornika, a także dostanie się paliwa lub jego oparów do wnętrza jednostki.

8.6.11.4.11 Wyloty rurociągów odpowietrzających powinny być wyposażone w filtr siatkowy, spełniający wymaganie 8.6.11.4.9.

8.6.11.4.12 Wyloty rurociągów odpowietrzających zbiorników benzyny należy umieszczać tak daleko jak to jest możliwe od urządzeń i instalacji elektrycznych mogących stanowić źródło zapłonu.

8.6.11.5 Pomiar ilości paliwa

Należy przewidzieć możliwość pomiaru ilości paliwa w zbiorniku. Wskazanie ilości paliwa powinno być zapewnione w centrum zdalnego sterowania.

8.6.11.6 Rurociągi poboru, powrotu i transportu paliwa

8.6.11.7 Rurociągi poboru i powrotu benzyny powinny być wykonane z wyżarzonych rur miedzianych lub ze stopu miedzi. W przypadku oleju napędowego dopuszcza się wykonanie tych rurociągów ze stopu aluminium.

8.6.11.8 Połączenia rurociągów poboru i powrotu paliwa z silnikiem zaleca się wykonywać przy użyciu łączników elastycznych (patrz 8.6.1.10).

8.6.11.9 Skrajny uchwyt mocujący stały rurociąg poboru lub powrotu paliwa powinien znajdować się w odległości nie większej niż 100 mm od łącznika elastycznego.

8.6.11.10 Rurociągi poboru i powrotu paliwa mogą być w całości wykonane przy użyciu łączników elastycznych, przy czym długość złączy nie powinna przekraczać 1,5 m.

8.6.11.11 Ilość złączy na sztywnych i elastycznych rurociągach poboru i powrotu paliwa powinna być ograniczona do niezbędnego minimum koniecznego do zamontowania elementów instalacji takich jak filtry, separatory wody i przejścia grodziowe.

8.6.11.12 Rurociągi poboru i powrotu paliwa powinny być odpowiednio zamocowane i prowadzone powyżej poziomu wody zęzowej, chyba że są odpowiednio zabezpieczone przed zanurzeniem w zęzie.

8.6.11.13 Rurociągi poboru paliwa do silników powinny być tak prowadzone, żeby wykluczyć możliwość wycieku paliwa ze zbiornika po uszkodzeniu tego rurociągu. Może to być zapewnione poprzez:

- usytuowanie wszystkich elementów tego rurociągu, z których może nastąpić wyciek paliwa, w tym osprzętu instalacji paliwowej zamontowanej na silniku, powyżej poziomu górnej ścianki zbiornika;
- zainstalowanie na zbiorniku zaworu antylewarowego, który otwiera się tylko przy ssaniu pompy paliwowej i zamyka się, kiedy pompa paliwowa jest wyłączona.

8.6.11.14 Na rurociągu poboru paliwa ze zbiornika do silnika(-ów) należy umieścić zawór odcinający, którym można zdalnie sterować z centrum zdalnego sterowania na wypadek pożaru.

8.6.11.15 Na rurociągu poboru paliwa do silników wysokoprężnych powinien być zainstalowany filtr oraz odwadniacz paliwa, dostępne do obsługi. Może to być jedno urządzenie spełniające obie te funkcje. W instalacji silnika benzynowego wystarczy filtr paliwa zainstalowany na silniku.

8.6.11.16 Rurociągi do transportu oleju napędowego pomiędzy zbiornikami powinny być wykonane z rur stalowych, miedzianych lub ze stopów miedzi. Rurociągi te powinny być wyposażone w zawory zaporowe zainstalowane bezpośrednio na zbiornikach. Dopuszcza się wykonanie tych rurociągów ze stopu aluminium.

8.6.12 Instalacja chłodzenia silnika spalinowego

8.6.12.1 Rurociągi wody chłodzącej powinny być wykonane z rur stalowych, miedzianych, ze stopów miedzi lub z węży elastycznych, spełniających wymagania określone w *Rozdziale 10 – Materiały*.

8.6.12.2 Zaleca się, żeby jednostki były wyposażone w dwa zawory burtowe połączone magistralą do poboru wody chłodzącej.

8.6.12.3 Zaleca się stosowanie filtrów na dolocie wody zaburtowej przełączanych automatycznie w przypadku zanieczyszczenia (wzrostu oporów przepływu).

8.6.12.4 Korpusy filtrów nie powinny być wykonane z żeliwa szarego ani ze stopu aluminium.

8.6.13 Instalacja sprężonego powietrza

8.6.13.1 Zbiorniki sprężonego powietrza powinny spełniać wymagania obowiązującej dyrektywy PED.

8.6.13.2 Każdy zbiornik należy wyposażyć w armaturę zaporową, umieszczoną bezpośrednio na korpusie, przeznaczoną do odłączania go od przyłączonych do niego rurociągów.

8.6.13.3 Każdy zbiornik należy wyposażyć w zawór bezpieczeństwa i manometr.

8.6.13.4 Jeżeli sprężarki, zawory redukcyjne lub rurociągi, z których powietrze jest podawane do zbiorników, są wyposażone w zawory bezpieczeństwa tak wyregulowane, że niemożliwe jest podawanie do zbiorników powietrza o ciśnieniu wyższym od roboczego, to na tych zbiornikach zamiast zaworów bezpieczeństwa można instalować płytki topikowe.

8.6.13.5 Każdy zbiornik sprężonego powietrza należy wyposażyć w urządzenie odwadniające.

8.6.13.6 Na rurociągu tłocznym sprężarki do zbiornika należy zainstalować zawór zaporowo-zwrotny.

8.6.13.7 Rurociągi sprężonego powietrza powinny być prowadzone w sposób uniemożliwiający tworzenie się korków wodnych.

8.6.13.8 Wszystkie wskaźniki i alarmy parametrów pracy instalacji sprężonego powietrza, istotne ze względu na bezpieczeństwo jednostki, powinny znajdować się w centrum zdalnego sterowania.

8.6.14 Instalacja oleju hydraulicznego

8.6.14.1 Zbiorniki palnej cieczy hydraulicznej powinny odpowiadać stosownym wymaganiom dla zbiorników paliwa (patrz 8.6.11.2).

8.6.14.2 Akumulatory hydrauliczne powinny spełniać wymagania obowiązującej dyrektywy PED.. Każdy akumulator, który może być odcięty od instalacji hydraulicznej, powinien być wyposażony we własny zawór przelewowy. Po stronie gazowej powinien być zastosowany zawór bezpieczeństwa lub inny środek zapobiegający nadmiernemu wzrostowi ciśnienia.

8.6.14.3 Siłowniki (cylindry hydrauliczne) powinny spełniać wymagania obowiązującej dyrektywy PED..

8.6.14.4 Zawory, pompy, silniki hydrauliczne oraz filtry wysokociśnieniowe powinny posiadać właściwe świadectwo odbioru.

8.6.14.5 Wszystkie wskaźniki i alarmy parametrów pracy instalacji hydraulicznej, istotne ze względu na bezpieczeństwo jednostki, powinny znajdować się w centrum zdalnego sterowania.

9 URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE I AUTOMATYKA

9.1 Postanowienia ogólne

9.1.1 Zakres zastosowania

9.1.1.1 Wymagania niniejszego *Rozdziału 9* mają zastosowanie do instalacji elektrycznych o napięciu bezpiecznym oraz o napięciu wyższym niż bezpieczne do zasilania urządzeń niemających wpływu na bezpieczeństwo żeglugi i zdolności manewrowe na jednostkach wymienionych w *Rozdziale 1 – Zasady klasyfikacji*.

9.1.1.2 W razie zastosowania instalacji elektrycznej o napięciu wyższym niż bezpieczne do zasilania urządzeń mających wpływ na bezpieczeństwo żeglugi oraz zdolności manewrowe, powinny być spełnione dodatkowo wymagania: *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka, Przepisów klasyfikacji i budowy statków śródlądowych dla jednostek śródlądowych w rejonie I oraz Części VII – Instalacje elektryczne i systemy sterowania, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich dla jednostek w rejonie III*.

9.1.1.3 W uzasadnionych przypadkach PRS może wyrazić zgodę na odstępstwa od wymagań niniejszego *Rozdziału 9* lub może rozszerzyć zakres wymagań, na przykład w razie zastosowania rozwiązań nowatorskich lub nietypowych na jednostkach autonomicznych i zdalnie sterowanych.

9.1.1.4 Zaleca się, aby zastosowane wyposażenie elektryczne spełniało wymagania odpowiednich norm zharmonizowanych z dyrektywą 2013/53/UE lub innych wskazanych przez PRS norm krajowych lub międzynarodowych.

9.1.2 Określenia i definicje

- .1 Akumulator rozruchowy** – akumulator przeznaczony do rozruchu silnika napędowego lub pomocniczego.
- .2 Akumulator litowo-jonowy** – wtórne ogniwo elektrochemiczne, w którym magazynowanie i oddawanie energii odbywa się dzięki odwracalnemu przemieszczaniu się jonów litu między elektrodą ujemną a dodatnią.
- .3 Akumulator serwisowy** – akumulator przeznaczony do zasilania urządzeń mających wpływ na bezpieczeństwo żeglugi, windy kotwicznej, steru strumieniowego i innych urządzeń oraz awaryjnie do rozruchu silnika napędowego lub pomocniczego.
- .4 Automatyczny** – określenie procesu lub urządzenia, które w określonych warunkach mogą funkcjonować bez kontroli człowieka.
- .5 Automatyzacja** – określenie procesów realizowanych przy wykorzystaniu środków automatycznych.
- .6 Bateria akumulatorów** – akumulatory połączone szeregowo w celu zapewnienia wyższego napięcia lub połączone równolegle w celu zwiększenia pojemności.
- .7 Bateria jonowo-litowa (lithium-ion battery)** – zestaw jednego lub więcej ogniw jonowo-litowych, połączonych i wyposażonych w elementy pomocnicze (np. obudowę, układy zabezpieczające do kontrolowania prądu w przypadku przeładowania, przegrzewania), działającym jako źródło energii.

- .8 Falownik (inwerter)** – urządzenie przetwarzające napięcie stałe na napięcie przemienne. Zadaniem falownika jest zasilanie urządzeń elektrycznych prądem przemiennym w warunkach, gdy jednostka nie ma zespołu prądotwórczego lub jest on odstawiony.
- .9 Izolator galwaniczny** – urządzenie zainstalowane szeregowo z przewodem ochronnym przyłącza zasilania z lądu, w celu zablokowania przepływu galwanicznego prądu stałego niskiego napięcia i prądów błędzących, ale pozwalające na przepływ prądu przemiennego.
- .10 Ładowarka (prostownik)** – urządzenie przetwarzające napięcie przemienne na napięcie stałe, służące do ładowania akumulatorów z możliwością ręcznej lub automatycznej regulacji prądu ładowania.
- .11 Napięcie bezpieczne** – napięcie niestwarzające możliwości porażenia lub poparzenia elektrycznego w warunkach normalnych, którego wartość nie przekracza 50 V między przewodami przy prądzie stałym lub 50 V (z separacją elektryczną) między przewodami lub między fazą a kadłubem/uziemieniem, przy prądzie przemiennym.
- .12 Ogniwo jonowo-litowe (lithium-ion cell)** – wtórne (ładowalne) ogniwo elektrochemiczne, w którym magazynowanie i oddawanie energii zachodzi dzięki odwracalnemu przemieszczaniu się jonów litu między elektrodą dodatnią i ujemną.
- .13 Płyta uziemiająca** – element wykonany z metalu o dużej odporności na korozję, w taki sposób przymocowany do poszycia kadłuba, aby we wszystkich warunkach żeglugi był zawsze zanurzony w wodzie.
- .14 Przewód ochronny (PE)** – przewód normalnie bezprądowy, używany do ochrony przed porażeniem elektrycznym przez połączenie dostępnych części urządzeń elektrycznych prądu przemiennego z przewodem uziemiającym jednostki i z przewodem uziemiającym podłączenia z lądu.
- .15 Przewód wyrównawczy** – przewód normalnie bezprądowy, używany do sprowadzenia potencjałów różnych odsłoniętych części przewodzących urządzeń elektrycznych prądu stałego i zewnętrznych części przewodzących do prawie równego potencjału.
- .16 Przyłącze zasilania z lądu** – zabudowane lub osłonięte złącze elektryczne zainstalowane na jednostce, zakończone wtyczką lub listwą zaciskową, służące wyłącznie do podłączenia zasilania z lądu. Podłączany z lądu kabel powinien być zakończony gniazdem wtyczkowym lub wyposażony w odpowiednie końcówki.
- .17 Rozdzielnica** – zestaw urządzeń i aparatów umieszczonych w obudowie, służących do sterowania i/lub rozprowadzania energii elektrycznej na jednostce.
- .18 Uziemienie** – połączenie metaliczne zacisku uziemiającego urządzenia z metalowym kadłubem jednostki. Na jednostkach o kadłubach niemetalowych jest to połączenie zacisku uziemiającego urządzenia lub zbiorczej szyny uziemiającej z płytą uziemiającą.
- .19 Ważne urządzenia** – urządzenia, których normalna praca zapewnia bezpieczeństwo żeglugi jednostki i ludzi znajdujących się na jednostce. Są to:
- układy sterowania autonomicznego lub zdalnego jednostką
 - światła nawigacyjne;
 - podświetlenie kompasu i pulpitu;
 - radiotelefon VHF;
 - GPS lub inny system określania pozycji;
 - aktywny reflektor radarowy;

- gwizdek;
- oświetlenie kabiny nawigacyjnej;
- pompy zęzowe;
- urządzenie sterowe;
- sygnalizacja wysokiego poziomu wody w zęzach;
- sygnalizacja wykrywacza pożaru.

9.1.3 Zakres nadzoru

9.1.3.1 Ogólne zasady dotyczące postępowania klasyfikacyjnego, nadzoru nad budową jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej, przeglądów oraz wymagania dotyczące dokumentacji, jaką należy przedłożyć do rozpatrzenia i zatwierdzenia przez PRS, podane są w *Rozdziale 1 – Zasady klasyfikacji*.

9.1.3.2 Zaleca się, aby pod nadzorem PRS odbywało się instalowanie na jednostce następujących urządzeń elektrycznych:

- układów sterowania autonomicznego lub zdalnego jednostką;
- źródeł energii elektrycznej;
- rozdzielnic;
- napędów elektrycznych: steru, wind pokładowych, kabestanów oraz pomp;
- oświetlenia elektrycznego;
- świateł nawigacyjnych;
- sieci kablowej;
- innych niewymienionych wyżej instalacji lub urządzeń określonych przez PRS.

9.1.4 Dokumentacja

9.1.4.1 Na jednostce powinien znajdować się aktualny schemat instalacji elektrycznej pokazujący wszystkie obwody, rozmieszczenie urządzeń elektrycznych, identyfikację zastosowanych przewodów, łączników, styczników, przełączników i bezpieczników oraz opis użytych symboli.

9.1.4.2 Dodatkowo na jednostce powinna znajdować się dokumentacja systemów sterowania autonomicznego lub zdalnego oraz instrukcja eksploatacji jednostki.

9.2 Wymagania ogólne

9.2.1 Warunki pracy

9.2.1.1 Urządzenia elektryczne na jednostce powinny być przystosowane do niezawodnej pracy w następujących warunkach:

- temperatura otaczającego powietrza w pomieszczeniach od 0 do +45 °C;
- temperatura otaczającego powietrza na otwartym pokładzie od -25 do +45 °C;
- statyczny przebieg jednostki do 15°;
- dynamiczny przebieg jednostki do 30°;
- dynamiczny przebieg wzdłużny jednostki do 20°.

9.2.1.2 Urządzenia elektryczne przewidziane do instalowania w miejscach, gdzie występują silne wibracje powinny mieć konstrukcję zapewniającą normalną pracę w takich warunkach lub należy je montować na odpowiednich amortyzatorach.

9.2.2 Materiały

9.2.2.1 Elementy konstrukcyjne urządzeń elektrycznych powinny być wykonane z metalu lub materiałów izolacyjnych trudno zapalnych, odpornych na działanie atmosfery morskiej i pary olejów lub należy je odpowiednio chronić przed działaniem tych czynników.

9.2.2.2 Wszystkie części urządzeń elektrycznych przewodzące prąd powinny być wykonane z miedzi, stopów miedzi lub z innych materiałów o równoważnych właściwościach.

9.2.2.3 Śruby, nakrętki, podkładki i zaciski służące do łączenia przewodów powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozję i nie powodować korozji elektrochemicznej z przewodem. Elementy te nie powinny być wykonane ze stopu aluminium lub z nieocynkowanej stali.

9.2.3 Rozmieszczenie urządzeń

9.2.3.1 Urządzenia elektryczne należy tak instalować, aby zapewniony był dostęp do elementów manipulacyjnych, jak również do wszystkich części wymagających obsługi, przeglądów i wymiany.

9.2.3.2 Urządzenia elektryczne w miejscu ich zainstalowania powinny mieć zapewnioną skuteczną ochronę przed wzrostem temperatury spowodowanym przez zewnętrzne źródła ciepła, aby nie przekroczyć dopuszczalnej dla nich temperatury.

9.2.3.3 Urządzenia elektryczne należy tak mocować, aby elementy mocujące nie zmniejszały wytrzymałości i wodoszczelności pokładów, grodzi i poszycia kadłuba.

9.2.3.4 Urządzeń elektrycznych nie należy instalować w odległości mniejszej niż 75 mm od ścianek zbiorników paliwa.

9.2.3.5 Prądnice, rozruszniki i inne urządzenia elektryczne zawieszone na silniku spalinowym powinny być zainstalowane w taki sposób, aby znajdowały się powyżej przewidywanego poziomu wód zęzowych i były maksymalnie oddalone od instalacji paliwowej.

9.2.4 Oznakowanie urządzeń i przewodów

9.2.4.1 Zaleca się, aby wszystkie zastosowane odbiorniki zasilane napięciem wyższym niż bezpieczne posiadały oznaczenie CE zgodnie z wymaganiami dyrektywy niskonapięciowej 2014/35/UE.

9.2.4.2 Zainstalowane aparaty i urządzenia elektryczne powinny mieć w widocznym miejscu tabliczki z informacją o napięciu i prądzie znamionowym. W przypadku urządzeń zasilanych napięciem przemiennym powinna być dodatkowo podana częstotliwość i ilość faz.

9.2.4.3 Na obudowach i osłonach urządzeń elektrycznych służących do wytwarzania, przetwarzania i rozdziału energii elektrycznej o napięciu wyższym niż bezpieczne powinny znajdować się naklejki ostrzegawcze o niebezpieczeństwie porażenia prądem elektrycznym.

9.2.4.4 Urządzenia wymagające określonej polaryzacji podłączenia zasilania oraz uziemienia powinny mieć stosowne oznaczenia.

9.2.4.5 Na akumulatorach powinny być widoczne oznaczenia biegunowości oraz wartości znamionowe: napięcia, pojemności i prądu rozruchu.

9.2.4.6 Wszystkie przewody systemu elektrycznego (napięcia stałego i przemiennego) powinny być identyfikowalne na podstawie koloru izolacji, koloru lub oznaczenia końcówek lub w inny jednoznaczny i czytelny sposób. Zaleca się stosowanie następujących kolorów izolacji:

- przewody pod napięciem: czarny lub brązowy;
- przewody neutralne: biały lub jasnoniebieski;
- przewody ochronne: zielony lub zielony z żółtym paskiem.

Na jednostkach z systemami prądu stałego i przemiennego zaleca się unikanie używania izolacji koloru brązowego, białego lub jasnoniebieskiego w systemie prądu stałego, chyba że te przewody są wyraźnie oddzielone od przewodów prądu przemiennego i zidentyfikowane.

Izolacja żółta, zielona lub zielona z żółtym paskiem nie powinna być używana do przewodów pod napięciem lub neutralnych w systemie prądu przemiennego.

9.2.5 Stopnie ochrony

9.2.5.1 Urządzenia elektryczne powinny mieć osłony zapewniające stopień ochrony odpowiadający warunkom występującym w miejscu ich zainstalowania lub powinny być przewidziane inne środki ochrony urządzenia przed szkodliwym wpływem czynników otaczających.

9.2.5.2 Minimalne stopnie ochrony urządzeń elektrycznych instalowanych na jednostki należy dobierać zgodnie z poniższą Tabelą 9.2.5.2.

Tabela 9.2.5.2
Minimalny stopień ochrony urządzeń elektrycznych

Lp.	Miejsce ustawienia urządzeń elektrycznych	Charakterystyka pomieszczeń	Oznaczenie stopnia ochrony
1	Oślonięte miejsca pod pokładem	suche	IP 20
2	Części pomieszczeń w pobliżu wyjść na otwarty pokład	możliwość padania kropli lub bryzgów	IP 23
3	Pomieszczenia silników, kuchnie, łazienki	niebezpieczeństwo występowania cieczy i uszkodzeń mechanicznych	IP 44
4	Pokłady, ładownie	niebezpieczeństwo spryskiwania wodą i uszkodzeń mechanicznych	IP 56
5	Pokłady otwarte	krótkotrwałe zanurzenie	IP 67

9.2.6 Urządzenia elektryczne w atmosferze grożącej wybuchem

9.2.6.1 Urządzenia elektryczne zainstalowane w pomieszczeniach silników benzynowych i zbiorników benzyny, w pomieszczeniach na butle LPG lub w innych pomieszczeniach, gdzie mogą gromadzić się gazy palne, powinny być z ochroną przeciw zapłonową, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 28846 lub IEC 60079-0.

9.2.7 Uziemienia i połączenia wyrównawcze

9.2.7.1 Części metalowe urządzeń elektrycznych dotykane w czasie eksploatacji i mogące w przypadku uszkodzenia izolacji znaleźć się pod napięciem powinny mieć trwałe połączenie elektryczne z częścią wyposażoną w zacisk uziemiający. Można nie stosować uziemienia w przypadku:

- .1 urządzeń elektrycznych zasilanych napięciem bezpiecznym;
- .2 urządzeń elektrycznych z podwójną lub wzmocnioną izolacją.

9.2.7.2 Płyta uziemiająca powinna mieć powierzchnię czynną nie mniejszą niż 0,1 m² i grubość nie mniejszą niż 2 mm. Zaleca się stosowanie płyt uziemiających z porowatych stopów miedzi. Płyta uziemiająca nie powinna być instalowana w pobliżu pędnika i przetworników logu lub echo-sondy. Zamiast płyty uziemiającej można użyć metalowego, stale zanurzonego elementu konstrukcji jednostki (np. płetwy sterowej, wspornika wału śrubowego).

9.2.7.3 Podłączenie przewodów: uziemiającego, wyrównawczego lub ochronnego do metalowego kadłuba lub do płyty uziemiającej powinno być wykonane powyżej przewidywanego poziomu wód zęzowych.

9.2.7.4 Na jednostkach o kadłubach niemetalowych zaleca się stosowanie przewodów wyrównawczych pomiędzy blokami silników napędowych lub pomocniczych i metalowymi elementami układu paliwowego. Przewód wyrównawczy należy podłączyć do płyty uziemiającej lub stale zanurzonego metalowego elementu kadłuba.

9.2.7.5 Na jednostkach wyposażonych w silniki benzynowe metalowy zbiornik paliwa, króciec wlewu i każdy inny metalowy element rurociągu wlewowego, który może mieć kontakt z paliwem, powinny być ze sobą połączone przewodem wyrównawczym i uziemione. Końcówka przewodu wyrównawczego nie powinna być wpuszczana pomiędzy wąż elastyczny a króciec.

9.2.7.6 Uziemienie należy wykonać przewodem miedzianym o przekroju nie mniejszym niż podany w poniższej Tabeli 9.2.7.6.

Tabela 9.2.7.6
Minimalny przekrój przewodu uziemiającego

Przekrój żyły kabla przyłączonego do urządzenia [mm ²]	Przekrój przewodu uziemiającego urządzenia, minimum [mm ²]
do 2,5	przewód jednodrutowy 2,5 przewód wielodrutowy 1,5
powyżej 2,5 do 120	połowa przekroju żyły przyłączonego kabla, lecz nie mniej niż 4
powyżej 120	70

9.2.7.7 Rezystancja połączenia pomiędzy każdą dowolną częścią obudowy urządzenia wymagającego uziemienia, każdym dowolnym fragmentem połączenia wyrównawczego lub ochronnego a płytą uziemiającą lub metalowym kadłubem nie powinna przekraczać wartości 1 Ohma.

9.2.7.8 Zaleca się, aby w celu zminimalizowania zakłóceń przewody uziemiające urządzeń radiowych i nawigacyjnych były podłączone do osobnego trzpienia uziemiającego lub osobnej płyty uziemiającej.

9.2.7.9 Ekrany i metalowe uzbrojenie kabli, jeśli takie zastosowano, powinny być uziemione. Uziemienia te należy wykonać na obu końcach kabli, z wyjątkiem kabli końcowych, które można uziemiać tylko od strony zasilania.

9.2.7.10 Nadbudówki wykonane ze stopów aluminium mocowane do stalowego kadłuba jednostki, lecz od niego odizolowane, należy uziemiać co najmniej dwoma przewodami o przekroju nie mniejszym niż 16 mm².

9.2.7.11 W celu zapobiegania korozji elektrolitycznej zaleca się instalowanie w przewodzie ochronnym zasilania z łądu izolatora galwanicznego spełniającego wymagania normy PN-EN ISO 13297, zapobiegającego przepływowi błądzących prądów galwanicznych, który nie blokuje przepływu prądu przemienne, jeżeli taki pojawi się w przewodzie ochronnym.

9.2.8 Ochrona odgromowa

9.2.8.1 Zaleca się, aby jednostki motorowe były wyposażone w instalację odgromową zgodną z normą ISO 10134.

9.2.8.2 Zaleca się, aby zwód instalacji ochrony odgromowej podłączony był do osobnej płyty uziemiającej lub do oddzielnego trzpienia uziemiającego.

9.3 Podstawowe źródło energii elektrycznej

9.3.1 Analiza ryzyka

Przy doborze ilości głównych źródeł zasilania należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Ilość głównych źródeł zasilania wynika z konieczności redundancji zasilania odbiorów ważnych określonych w analizie ryzyka. Należy ustalić ilość głównych źródeł zasilania na podstawie wyników analizy ryzyka.

9.3.2 Wymagania ogólne

9.3.2.1 Podstawowym źródłem energii elektrycznej jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej może być:

- prądnica zawieszona na silniku napędowym (alternator),
- prądnica z własnym niezależnym napędem (np. zespół prądotwórczy),
- bateria słoneczna (jeśli zapewnione jest odpowiednie ładowanie baterii),
- bateria(e) akumulatorów.

9.3.2.2 Podstawowe źródło energii elektrycznej powinno mieć moc wystarczającą do zasilania wszystkich urządzeń elektrycznych we wszystkich stanach eksploatacji.

9.3.2.3 Z podstawowego źródła energii elektrycznej są zasilane:

- układy napędu
- systemy sterowania autonomicznego i zdalnego (w normalnych warunkach).

9.4 Awaryjne źródło energii elektrycznej

9.4.1 Analiza ryzyka

Przy doborze ilości i typu awaryjnych źródeł zasilania należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Ilość awaryjnych źródeł zasilania wynika z konieczności redundancji zasilania odbiorów wymagających zasilania awaryjnego określonych w analizie ryzyka. Należy ustalić ilość i typ awaryjnych źródeł zasilania na podstawie wyników analizy ryzyka.

9.4.2 Wymagania ogólne

9.4.2.1 Awaryjnym źródłem energii elektrycznej jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej może być:

- akumulator,
- prądnica zawieszona na silniku napędowym (alternator),

- prądnica z własnym niezależnym napędem (np. zespół prądotwórczy),
- bateria słoneczna (jeśli zapewnione jest odpowiednie ładowanie baterii),

9.4.2.2 Z awaryjnego źródła energii elektrycznej są zasilane:

- systemy bezpieczeństwa,
- systemy komunikacji (np. łączność z centrum zdalnego sterowania),
- systemy nawigacyjne,
- systemy bezpieczeństwa (alarmy, monitoring), i systemy przywrócenia jednostki do stanu awaryjnego

9.4.2.3 Awaryjne źródło energii elektrycznej powinno mieć moc wystarczającą do zasilania wszystkich urządzeń wymienionych w 9.4.1.2.

9.5 Układy zasilania bezprzerwowego¹⁶

9.5.1 Analiza ryzyka

Przy określeniu czasu zasilania bezprzerwowego należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Czas zasilania bezprzerwowego należy ustalić na podstawie wyników analizy ryzyka.

9.5.2 Wymagania ogólne

Na jednostkach autonomicznych bezprzerwowo powinny być zasilane:

- Komputery autonomicznej żeglugi
- Systemy sztucznej inteligencji i zdalnego sterowania
- Zasilacze sieci komputerowej
- Systemy komunikacji
- Systemy cyberbezpieczeństwa.

9.6 Akumulatory rozruchowe

9.6.1 Do rozruchu silnika napędowego powinny być przewidziane dwa akumulatory rozruchowe, każdy o pojemności zapewniającej 6 rozruchów, przy założeniu, że czas trwania każdego rozruchu wynosi co najmniej 5 sekund. W przypadku dwóch lub większej liczby silników pojemność akumulatora powinna zapewniać co najmniej 3 rozruchy każdego silnika.

9.6.2 Jeden z akumulatorów rozruchowych może jednocześnie spełniać funkcję akumulatora serwisowego, czyli służyć do zasilania urządzeń elektrycznych. Wówczas jego pojemność powinna być zwiększona tak, aby mógł zasilac urządzenia mające wpływ na bezpieczeństwo żeglugi w ciągu co najmniej 8 godzin, bez doładowywania.

9.6.3 Na jednostkach uprawiających żeglugę w rejonie III oraz IV dopuszcza się stosowanie jednego akumulatora. Akumulator taki powinien mieć pojemność zapewniającą 6 rozruchów silnika napędowego oraz zasilac urządzenia mające wpływ na bezpieczeństwo żeglugi przez 8 h bez doładowywania.

9.6.4 Zainstalowana prądnica powinna umożliwiać zasilanie wszystkich urządzeń i jednocześnie naładowanie akumulatorów w czasie nie dłuższym niż 8 godzin.

¹⁶ UPS

9.6.5 Bilans energetyczny oraz obliczenia pojemności akumulatorów rozruchowych powinny być wykonywane w oparciu o normę PN-W-89509.

9.6.6 Dopuszcza się dobór akumulatorów rozruchowych na podstawie zaleceń producenta silnika. Należy to wówczas udokumentować.

9.6.7 W przypadku zasilania z tego samego akumulatora więcej niż jednego rozrusznika, jego pojemność nie powinna być mniejsza niż suma pojemności obliczonej dla rozrusznika o największej mocy oraz 50% pojemności obliczonej dla każdego dodatkowego rozrusznika.

9.7 Parametry energii elektrycznej

9.7.1 Podczas ładowania akumulatorów lub gdy instalacja zasilana jest wyłącznie z akumulatorów, dopuszczalna długotrwała odchyłka od wartości znamionowej napięcia nie powinna przekraczać od +25% do – 15%.

9.7.2 Długości i przekroje zastosowanych przewodów powinny być takie, aby spadki napięcia przy pełnym obciążeniu obwodu nie były większe niż:

- 3% w obwodach ładowania akumulatorów i zasilających rozdzielnicę główną, w obwodach świateł nawigacyjnych, urządzeń nawigacyjnych oraz pomp zęzowych;
- 7% w obwodach siłowych, oświetleniowych oraz pozostałych.

Sposób doboru przekrojów przewodów podany jest w podrozdziale 5.13.2.

9.8 Zakłócenia elektromagnetyczne

9.8.1 Trasy kablowe powinny być tak prowadzone, a urządzenia elektryczne tak instalowane, aby nie powodować zakłóceń w pracy urządzeń radiowych oraz nawigacyjnych.

9.8.2 Zaleca się, aby zespoły prądotwórcze instalowane na jednostkach, transformatory separamacyjne oraz przetwornice napięcia i częstotliwości, spełniały wymagania dyrektywy 2014/30/UE dotyczącej kompatybilności elektromagnetycznej.

9.9 Źródła energii elektrycznej o napięciu wyższym niż bezpieczne

9.9.1 Powinny być stosowane wyłącznie transformatory typu suchego.

9.9.2 W widocznym miejscu na panelu kontrolnym instalacji systemu AC lub GTR powinna być przewidziana sygnalizacja stanu pracy wszystkich źródeł energii elektrycznej o napięciu wyższym niż bezpieczne.

Przetwornice napięcia i częstotliwości powinny zapewniać elektryczną separację pomiędzy napięciami systemów AC i DC.

9.10 Akumulatory

9.10.1 Wymagania ogólne

9.10.1.1 Zaleca się stosowanie akumulatorów bezobsługowych (z zaworami).

9.10.1.2 Zaleca się, aby akumulatory serwisowe były akumulatorami trakcyjnymi (głębokiego rozładowania), z oznakowaniem „marine”.

9.10.2 Wymagania instalacyjne

9.10.2.1 W przewodzie dodatnim akumulatora/baterii akumulatorów, możliwie najbliżej jej zacisków, powinien być zainstalowany łatwo dostępny rozłącznik zasilania. W izolowanym układzie rozdziału energii elektrycznej DC rozłącznik powinien być dwubiegunowy i rozłączać również biegun ujemny.

Z pominięciem rozłącznika zasilania mogą być podłączane następujące obwody:

- .1 na jednostce napędzanej silnikiem przyczepnym, z instalacją elektryczną ograniczoną tylko do obwodów rozruchu silnika i świateł nawigacyjnych;
- .2 urządzenia elektroniczne z chronioną pamięcią oraz urządzenia wpływające na bezpieczeństwo jednostki, takie jak pompy zęzowe i alarmy, jeśli są indywidualnie zabezpieczone wyłącznikiem lub bezpiecznikiem topikowym możliwie blisko zacisku akumulatora;
- .3 wentylator(y) wyciągowy(e) przedziału silnik/zbiornik paliwa, jeśli jest zabezpieczony wyłącznikiem lub bezpiecznikiem topikowym możliwie blisko zacisku akumulatora;
- .4 urządzenia do ładowania akumulatorów i kontroli ładowania akumulatorów, przeznaczone do używania podczas nieobecności załogi jednostki (np. baterie słoneczne), jeżeli są indywidualnie zabezpieczone bezpiecznikiem topikowym lub wyłącznikiem możliwie blisko zacisku akumulatora;
- .5 inne urządzenia każdorazowo dopuszczone przez PRS.

9.10.2.2 Parametry znamionowe rozłączników akumulatorów/baterii akumulatorów powinny być dopasowane do przewidzianego napięcia i obciążenia oraz dopuszczalnej obciążalności prądowej podłączonych przewodów. Rozłączniki, poprzez które podawane będzie napięcie na rozrusznik, powinny mieć parametry odpowiednie do chwilowego prądu rozruchowego.

9.10.2.3 Do zacisków akumulatora/baterii akumulatorów nie powinny być podłączane przewody inne niż:

- główne zasilające;
- ładujące z prostowników lub innych urządzeń ładujących;
- łączące akumulatory pomiędzy sobą w baterie;
- zasilające urządzenia wymienione w 9.7.2.1.

9.10.2.4 Układ połączeń i ładowania powinien uniemożliwiać rozładowywanie akumulatorów na skutek obniżenia lub zaniku napięcia urządzenia ładującego. Zaleca się stosowanie separacji diodowej lub izolatorów w technologii FET pomiędzy akumulatorami rozruchowymi i serwisowymi oraz innymi bateriami akumulatorów.

9.10.2.5 Układ ładowania akumulatorów/baterii akumulatorów jednostki powinien zapewniać ciągłe ładowanie wszystkich akumulatorów podczas pracy silnika napędowego.

9.10.2.6 Urządzenia do ładowania akumulatorów powinny być dobrane i wyregulowane odpowiednio do typu i pojemności zastosowanych akumulatorów.

9.10.2.7 W przypadku umieszczenia rozłącznika bezpośrednio w skrzyni z akumulatorami lub wewnątrz pomieszczenia akumulatorów, rozłączniki powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym.

9.10.2.8 Baterie akumulatorów nie powinny być używane do zasilania odbiorników o napięciu nominalnym niższym niż całkowite napięcie wszystkich ogniw baterii.

9.10.2.9 W przypadku gdy instalacja rozruchowa silnika napędowego jest na napięcie wyższe niż znamionowe napięcie instalacji elektrycznej jednostki, dopuszczalne jest chwilowe łączenie akumulatorów szeregowo na czas rozruchu. Do łączenia należy stosować odpowiednie przełączniki.

9.10.2.10 Baterie akumulatorów, z wyjątkiem baterii przeznaczonych do rozruchu silników spalinowych, powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarcia bezpiecznikami usytuowanymi możliwie najbliżej jej zacisków, ale poza pojemnikiem/skrzynią akumulatorową.

9.10.2.11 W obwodach akumulatorów rozruchowych nie należy stosować zabezpieczeń zwarciowych i przeciążeniowych.

9.10.2.12 Zaleca się, aby urządzenia ładujące były wyposażone w przyrządy pozwalające monitorować proces ładowania akumulatorów.

9.10.3 Rozmieszczenie akumulatorów

9.10.3.1 Baterie akumulatorów powinny być instalowane powyżej przewidywanego poziomu wód zęzowych, w miejscach suchych, łatwo dostępnych, wentylowanych i nienarażonych na bezpośrednie działanie czynników zewnętrznych, takich jak zbyt wysoka lub niska temperatura, bryzgi wody i uszkodzenia mechaniczne oraz w taki sposób, aby wydostający się z nich gaz i elektrolit nie stwarzały zagrożenia.

9.10.3.2 Rozmieszczenie i sposób mocowania akumulatorów powinny umożliwiać sprawdzenie ich stanu bez demontażu elementów konstrukcji jednostki.

9.10.3.3 Baterie akumulatorów powinny być tak zamocowane, aby nie mogły się przemieszczać w żadnym kierunku o więcej niż 10 mm pod wpływem działania siły odpowiadającej dwukrotnej masie akumulatora.

9.10.3.4 Akumulatory instalowane na jednostkach motorowych powinny wytrzymać przechyły do 30° bez wycieku elektrolitu.

9.10.3.5 Akumulatorów kwasowych i zasadowych nie należy umieszczać w tej samej skrzyni lub pomieszczeniu. Naczynia i przyrządy przeznaczone do akumulatorów z różnymi elektrolitami powinny być przechowywane oddzielnie.

9.10.3.6 Wnętrza skrzyń oraz pomieszczenia, w których umieszczone są akumulatory, a także elementy konstrukcji jednostki, mogące być narażone na szkodliwe działanie elektrolitu lub gazu, powinny być wykonane z materiału odpornego na ich działanie lub odpowiednio zabezpieczone.

9.10.3.7 Akumulatory powinny być zainstalowane i zabezpieczone w taki sposób, aby wykluczyć przypadkowe zwarcie na ich zaciskach.

9.10.3.8 Przy podłączaniu przewodów do zacisków akumulatora nie powinna być wykorzystywana siła sprężystości, a końcówki przewodów nie powinny podlegać naprężeniom mechanicznym.

9.10.3.9 Zaciski akumulatorów nieznajdujących się w skrzyniach lub osobnych pomieszczeniach powinny być przykryte osłoną z materiału dielektrycznego.

9.10.3.10 Akumulatory nie powinny być umieszczane bezpośrednio pod prostownikami (ładowarkami) i przetwornicami, nad lub pod zbiornikami paliwa, filtrami paliwa oraz armaturą paliwową.

9.10.3.11 Bateria akumulatorów rozruchowych powinna być usytuowana możliwie jak najbliżej silnika napędowego.

9.10.3.12 Akumulatory nie powinny być umieszczane w tym samym pomieszczeniu co silniki benzynowe, zbiorniki benzyny oraz butle gazowe. Wymóg ten nie dotyczy akumulatorów z zaworami (zamkniętych), w tym żelowych.

9.10.3.13 Zaleca się, aby akumulatory/baterie akumulatorów o sumarycznej mocy nie większej niż 2 kW, obliczonej z ośmiogodzinnego prądu ładowania i napięcia znamionowego, były umieszczane w naturalnie wentylowanych skrzyniach lub bakistach wewnątrz kadłuba jednostki, w dobrze wentylowanych pomieszczeniach, z wyłączeniem pomieszczeń mieszkalnych.

9.10.3.14 Akumulatory/baterie akumulatorów o mocy większej niż 2 kW, obliczonej z ośmiogodzinnego prądu ładowania i napięcia znamionowego, powinny być umieszczane w zamkniętych skrzyniach lub oddzielnych pomieszczeniach, wyposażonych w instalację wentylacyjną spełniającą odpowiednie wymagania określone w *Części VI – Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągów, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

9.10.3.15 System wentylacji akumulatorów nie powinien być wspólny z innymi systemami wentylacji.

9.11 Akumulatory litowo-jonowe

9.11.1 Analiza ryzyka

Każdorazowo przy zastosowaniu baterii litowo-jonowych należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich tendencji. Na jednostkach autonomicznych i zdalnie sterowanych dopuszcza się stosowanie baterii litowo-jonowych certyfikowanych przez PRS lub inne towarzystwo klasyfikacyjne zrzeszone w IACS¹⁷.

9.11.2 Wymagania

9.11.2.1 Baterie litowo-jonowe powinny być wykonane zgodnie z spełniać wymaganiami norm ISO¹⁸.

9.11.3 Instalacja

9.11.3.1 Należy przewidzieć możliwość bezpiecznego ręcznego i automatycznego odłączenia baterii litowo-jonowych od instalacji jednostki.

9.11.3.2 Obudowa baterii litowo-jonowych chłodzonych cieczą powinna mieć odpowiedni stopień ochrony (IP) tak, aby jakiegokolwiek wycieki cieczy chłodzących na zewnątrz obudowy baterii nie doprowadziły do sytuacji niebezpiecznych takich jak: zwarcia, łuki elektryczne, reakcje chemiczne i inne.

9.11.3.3 Baterie litowo-jonowe powinny być instalowane zgodnie z wymaganiem normy ISO 23625.

¹⁷ Zgodnie z IACS UR Exx Approval of Lithium Battery Systems

¹⁸ Np. ISO 23625:2025 Small craft-Lithium-ion batteries

9.12 Przetwornice i ładowarki

9.12.1 Instalowane na stałe przetwornice lub urządzenia pełniące funkcję przetwornicy i ładowarki jednocześnie powinny generować napięcie nie wyższe niż 250 V i częstotliwości 50 Hz lub 60 Hz oraz:

- być zaprojektowane do pracy w temperaturze otoczenia 50°C oraz wytrzymać temperaturę 70°C bez uszkodzenia lub 80°C, jeśli przeznaczony jest do instalacji w pomieszczeniu silnika,
- być sterowane automatycznie,
- zapewniać elektryczną separację pomiędzy napięciami systemów AC i DC,
- zapewniać kontrolę parametrów pracy,
- być instalowane w dobrze wentylowanych, suchych pomieszczeniach z łatwym dostępem gdzie temperatura otoczenia nie przekracza 50°C,
- być instalowane z dala od źródeł ciepła np. od układu wydechowego silnika lub innych generujących ciepło urządzeń,
- być instalowane min 500 mm powyżej przewidywanego poziomu wód zęzowych.

9.12.2 Obwody wyjściowe przetwornicy powinny być zabezpieczone zgodnie z postanowieniami podrozdziału 9.12.

9.12.3 Oddzielny przewód ekwipotencjalny prądu stałego powinien być podłączony od metalowej obudowy lub obudowy przemiennika lub przemiennika/ładowarki do głównego punktu uziemienia lub jego szyny, a jego przekrój powinien być równy przekrojowi przewodu bieguna dodatniego prądu stałego. Przewód ten nie powinien być podłączony do bieguna ujemnego prądu stałego na przemienniku lub przemienniku/ładowarce.

Punkt ten nie obowiązuje, gdy na jednostce zastosowano izolowany system prądu stałego lub jeśli obudowa połączeń zasilania przemiennika AC/DC jest podwójnie izolowana.

9.12.4 Baterie litowo-jonowe i ich układy sterowania powinny być zgodne z wymaganiami normy ISO 23625:2025 Małe jednostki pływające — Akumulatory litowo-jonowe

9.13 Rozdział energii elektrycznej

9.13.1 Analiza ryzyka

Przy konfiguracji rozdziału energii elektrycznej należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Rozdział energii elektrycznej powinien być tak skonfigurowany aby zapewnić ciągłość zasilania z głównego lub awaryjnego źródła układom sterowania autonomicznego i zdalnego jednostki oraz systemom łączności.

9.13.2 Wymagania ogólne

9.13.2.1 Na jednostkach wyposażonych w instalacje prądu stałego (DC) i instalacje prądu przemiennego (AC) oba te systemy powinny być wyraźnie rozdzielone.

9.13.2.2 Przewody obu instalacji powinny być prowadzone w oddzielnych korytkach, a przy mocowaniu pojedynczych przewodów odstęp pomiędzy przewodami instalacji AC i DC powinien wynosić nie mniej niż 100 mm.

9.13.2.3 Systemy elektryczne AC i DC powinny mieć osobne rozdzielnice. Dopuszcza się zastosowanie wspólnej rozdzielnicy głównej, jeżeli wyposażona jest ona w wydzielone pola zasilania systemów AC i DC, odseparowane przegrodą lub w inny skuteczny sposób.

9.13.2.4 Po demontażu obudowy i osłon rozdzielnicy listwy zaciskowe powinny być dostępne i oznaczone w sposób umożliwiający jednoznaczną identyfikację obwodów.

9.13.2.5 Do jednej listwy zaciskowej nie powinny być podłączane przewody systemów AC i DC oraz przewody o różnych wartościach napięć. Zbiorcze listwy zaciskowe bieguna dodatniego i ujemnego powinny być jednoznacznie oznaczone.

9.13.2.6 Obwody końcowe oświetlenia pomieszczeń nie powinny być obciążone prądem większym niż 10 A.

9.13.3 Układy rozdzielcze prądu stałego

9.13.3.1 Urządzenia elektryczne prądu stałego powinny pracować zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 10133 w następującym zakresie napięcia na zaciskach akumulatora:

- przy napięciu znamionowym 12 V: od 9 V do 16 V;
- przy napięciu znamionowym 24 V: od 18 V do 32 V.

9.13.3.2 W instalacjach prądu stałego można stosować następujące układy rozdziału energii elektrycznej:

- dwuprzewodowy izolowany;
- dwuprzewodowy z ujemnym biegunem centralnie uziemionym.

Na jednostkach o kadłubach aluminiowych zaleca się stosować instalację dwuprzewodową izolowaną.

Kadłub jednostki nie powinien być wykorzystywany jako przewód powrotny. W instalacji elektrycznej silnika napędowego blok silnika może być wykorzystany jako przewód uziemiający.

Systemy składające się z wielu baterii akumulatorów powinny mieć wspólne połączenie bieguna ujemnego.

9.13.3.3 Przekrój przewodu bieguna ujemnego, podłączonego do płyty uziemiającej lub do kadłuba jednostki, powinien być taki sam jak przekrój głównego przewodu bieguna dodatniego łączącego akumulator z rozrusznikiem lub z rozdzielnicą główną, w zależności od tego, który z tych przewodów ma większy przekrój.

9.13.3.4 Zastosowanie innych układów rozdzielczych oraz innych napięć znamionowych będzie odrębnie rozpatrywane przez PRS.

9.13.4 Układy rozdzielcze prądu przemiennego

9.13.4.1 Napięcie znamionowe przy prądzie przemiennym:

- 50 Hz nie powinno przekraczać na zaciskach źródeł energii elektrycznej 230 V przy prądzie jednofazowym i 400 V przy prądzie trójfazowym;
- 60 Hz nie powinno przekraczać na zaciskach źródeł energii elektrycznej 240 V przy prądzie jednofazowym i 440 V przy prądzie trójfazowym.

9.13.4.2 W instalacjach elektrycznych prądu przemiennego można stosować następujące układy rozdziału energii elektrycznej:

- jednofazowy, dwuprzewodowy izolowany (IT);
- jednofazowy, trójprzewodowy z przewodem neutralnym i ochronnym, uziemionym tylko w źródle wytwarzania energii (TN-S);
- trójfazowy, trójprzewodowy izolowany (IT);
- trójfazowy pięcioprzewodowy z uziemionym punktem zerowym (TN-S).

Na jednostkach o kadłubach aluminiowych zaleca się stosować instalację wyposażoną w transformator izolacyjny lub instalować izolator galwaniczny w przewodzie PE.

W przypadku, gdy izolator galwaniczny zainstalowany jest w przewodzie ochronnym w celu zapobiegania przepływu prądu galwanicznego pozwalając jednocześnie na przepływ prądu przemiennego, uszkodzenie tego izolatora nie powinno powodować przerwania obwodu.

W żadnym z wyżej wymienionych systemów kadłub nie może pełnić funkcji przewodu powrotnego.

9.13.4.3 Zastosowanie innych układów rozdzielczych oraz wartości napięć i częstotliwości należy uzgodnić z PRS.

9.13.4.4 W izolowanym systemie rozdziału energii powinien być zainstalowany układ do kontroli stanu izolacji.

9.13.4.5 W systemie uziemionym powinien być zainstalowany w obwodach zasilania ze wszystkich źródeł (tj. zasilania z łądu, przemienników, generatorów), poza wyłącznikiem nadmiarowo prądowym, wyłącznik różnicowo-prądowy o progu zadziałania 30 mA i maksymalnym czasie wyzwalania 100 ms, powodujący odłączenie całej instalacji.

9.13.4.6 Wyłączniki różnicowo-prądowe powinny mieć wewnętrzny obwód do ręcznego sprawdzania funkcji wyzwalania.

9.13.4.7 Instalacja elektryczna napięcia przemiennego jednostki nie powinna być jednocześnie zasilana z więcej niż jednego źródła. Każde przyłącze zasilania z łądu lub przetwornica powinny być traktowane jako oddzielne źródła energii elektrycznej.

9.13.4.8 Przejście z jednego źródła zasilania na inne powinno być dokonane poprzez rozłączenie wszystkich przewodów roboczych pierwszego źródła, przed podaniem zasilania z innego źródła.

9.13.4.9 Zastosowany przełącznik źródeł zasilania powinien uniemożliwiać powstanie łuku elektrycznego pomiędzy stykami i posiadać blokadę mechaniczną lub elektryczną przed możliwością zasilania instalacji z obu źródeł.

9.13.5 Zasilanie z zewnętrznego źródła energii elektrycznej

9.13.5.1 Zasilanie z zewnętrznego źródła energii elektrycznej powinno być realizowane poprzez przyłącze zasilania z łądu.

9.13.5.2 Przyłącze zasilania z łądu powinno być gniazdem wtyczkowym typu "male", zabezpieczonym przed uszkodzeniami mechanicznymi i zalaniem wodą, a stopień ochrony obudowy powinien być zgodny z 5.2.5.2, lecz nie mniejszy niż IP 44.

9.13.5.3 Przyłącze wtyczkowe zasilania z łądu zainstalowane bezpośrednio na pokładzie otwartym powinno mieć stopień ochrony IP 56.

9.13.5.4 Przyłącze powinno być zainstalowane w miejscu dogodnym do podłączenia przewodu zasilania z lądu i wyposażone w tabliczkę wskazującą znamionowe napięcie zasilania, częstotliwość oraz dopuszczalne natężenie prądu.

9.13.5.5 Główny obwód zasilania z zewnętrznego źródła energii elektrycznej powinien być zabezpieczony na jednostce przed skutkami zwarc i przeciążeń oraz powinien posiadać na rozdzielnicy głównej lub innej rozdzielnicy/pulpicie sygnalizację obecności napięcia.

9.13.5.6 Zadziałanie zabezpieczenia zwarciowo-nadmiarowego powinno rozłączać przewody robocze. Podczas korzystania z zasilania z lądu przewód ochronny instalacji jednostki powinien pozostawać połączony z przewodem PE sieci lądowej, z wyjątkiem sytuacji, gdy zasilanie z lądu odbywa się poprzez transformator separacyjny podłączony w sposób zapewniający całkowitą izolację od sieci lądowej.

9.13.5.7 Układ sygnalizacji zasilania z lądu powinien umożliwiać kontrolę polaryzacji podłączonego zasilania. Nie dotyczy to jednostki wyposażonej w transformatory separacyjne, gdy całość instalacji jest jednakowo spolaryzowana oraz gdy zastosowane są zabezpieczenia dwubiegunowe.

9.13.5.8 W przypadku instalacji trójfazowej należy przewidzieć możliwość sprawdzenia kolejności faz przed podaniem napięcia z lądu do instalacji rozdzielczej jednostki.

9.13.5.9 Przewód zasilania z lądu powinien być elastycznym przewodem giętkim do zastosowań zewnętrznych, o przekroju odpowiednim do przewidzianego poboru mocy oraz o długości nie przekraczającej 25 m. Zaleca się, aby wykonany był on zgodnie z normą PN-EN 60092-507.

9.13.6 Gniazda wtyczkowe

9.13.6.1 Gniazda wtyczkowe instalowane w sieciach o różnych napięciach powinny mieć konstrukcję umożliwiającą podłączenie tylko wtyczki odpowiedniej dla danego napięcia.

9.13.6.2 Gniazda wtyczkowe instalowane na otwartych pokładach powinny mieć odpowiednie zabezpieczenie przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz zalewaniem wodą zgodnie z 9.2.5.2.

9.13.6.3 Gniazda wtyczkowe w instalacji na napięcie powyżej bezpiecznego powinny być wyposażone w zacisk przewodu ochronnego.

9.13.7 Rozdzielnice

9.13.7.1 Na jednostkach z instalacjami AC i DC zastosowane rozdzielnice powinny spełniać wymagania przedstawione w 9.6.1.3 i 9.6.1.5.

9.13.7.2 Obudowy rozdzielnic, wsporniki i elementy mocujące powinny być wykonane z metalu lub innego trudno zapalnego i nierozprzestrzeniającego płomienia materiału.

9.13.7.3 Stopień ochrony rozdzielnic powinien uwzględniać miejsce ich usytuowania zgodnie z 9.2.5.2.

9.13.7.4 Rozdzielnica powinna być zainstalowana w miejscu umożliwiającym łatwy odczyt parametrów i operowanie zainstalowanymi aparatami.

9.13.7.5 Rozdzielnice należy instalować w taki sposób, żeby elementy sterownicze, wskaźniki, wyłączniki i bezpieczniki były łatwo dostępne. Powinien być zapewniony dostęp do zacisków.

9.13.7.6 Zaleca się wyposażyć rozdzielnice w przyrządy do kontroli podstawowych parametrów pracy systemu wytwarzania energii elektrycznej tj. napięcia i prądu oraz monitorujące stan naładowania baterii, stopień obciążenia zespołu prądotwórczego, kierunek przekazywania energii elektrycznej z przetwornic napięcia. Na skali przyrządów powinny być oznaczone wartości znamionowe.

9.13.7.7 W razie braku przyrządów pomiarowych powinna być zainstalowana lampka kontrolna ładowania (pracy alternatora) oraz sygnalizacja spadku napięcia źródła energii elektrycznej.

9.13.7.8 W przypadku zainstalowania na jednostce przetworników częstotliwości na tablicy rozdzielczej należy zainstalować wskaźniki, tj. woltomierz lub lampkę, informujące o tym, że przeмиennik jest aktywny i znajduje się w trybie pracy lub/i w trybie czuwania.

9.13.7.9 W przypadku instalacji trójfazowej należy przewidzieć możliwość sprawdzenia obecności i kontroli obciążenia każdej fazy.

9.13.7.10 Nad rozdzielnicami i pulpitemi nie należy prowadzić rurociągów przewodzących ciecze. Z przodu i z boku tych urządzeń można stosować rurociągi w odległości nie mniejszej niż 200 mm, pod warunkiem niestosowania w tym rejonie rozbiernych złączy.

9.13.7.11 W rozdzielnicy głównej zaleca się zapewnić min. 2 rezerwowe obwody na podłączenie dodatkowych odbiorów wraz z zabezpieczeniem.

9.13.7.12 Drzwiczki i inne uchylne elementy rozdzielnic zaleca się wyposażyć w blokady uniemożliwiające samoczynne ich zamykanie się podczas wykonywania prac w trakcie żeglugi.

9.14 Oświetlenie elektryczne

9.14.1 Wymagania ogólne

9.14.1.1 Zaleca się, aby w zależności od wielkości i przeznaczenia jednostki oświetlenie ogólne jednostki, oświetlenie pomieszczeń maszynowych były rozdzielone na dwa obwody z niezależnym zabezpieczeniem.

9.14.1.2 Oprawy oświetleniowe należy tak instalować, aby nie występowało nagrzewanie kabli i innych znajdujących się w pobliżu materiałów powyżej dopuszczalnych temperatur.

9.14.1.3 Zaleca się, aby każda oprawa oświetleniowa posiadała trwale oznaczone napięcie znamionowe oraz najwyższą dopuszczalną moc źródła światła.

9.14.2 Światła nawigacyjne

9.14.2.1 Zastosowany na jednostce układ świateł nawigacyjnych w zależności od jej długości i przeznaczenia powinien spełniać odpowiednie wymagania określone w *Rozdziale 13 – Środki sygnałowe*.

9.14.2.2 Światła nawigacyjne powinny być zasilane z rozdzielnicy głównej lub z oddzielnej tablicy świateł nawigacyjnych.

9.14.2.3 Światła nawigacyjne na jednostce powinny być zdwojone.

9.14.2.4 Należy przewidzieć sygnalizację działania każdego światła nawigacyjnego i sygnalizację awarii w Zdalnym centrum sterowania (ROC).

9.14.2.5 Każde światło nawigacyjne powinno być zasilane oddzielnym obwodem posiadającym zabezpieczenie zwarciovie. Zaleca się, aby każde światło nawigacyjne posiadało własny rozłącznik, jednakże dopuszczalne jest stosowanie jednego rozłącznika dla grupy światel zawsze pracujących jednocześnie.

9.15 Odbiory siłowe

9.15.1 Odbiory siłowe i grzewcze nie powinny być zasilane z jednego obwodu razem z oświetleniem.

9.15.2 Silniki elektryczne zaleca się instalować z dala od zez oraz w miejscach gdzie ich wpływ na otoczenie (temperatura obudowy, wibracje) nie będą zakłócały pracy innych urządzeń.

9.15.3 Silniki elektryczne i inne urządzenia wyposażone w szczotki, komutator lub pierścienie (o ile nie posiadają odpowiedniego wykonania) powinny być instalowane poza pomieszczeniami, w których mogą się pojawić łatwopalne opary.

9.15.4 Powinna być możliwość lokalnego uruchamiania i zatrzymywania każdego silnika elektrycznego i hydraulicznego.

9.15.5 Powinna być możliwość zdalnego włączania i wyłączania wentylatorów i pomp spoza pomieszczenia silnika.

9.15.6 Elektryczne pompy zezowe powinny spełniać wymagania zawarte w normie PN-EN ISO 8849.

9.15.7 Wentylatory instalowane na jednostkach motorowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN ISO 9097.

9.16 Elektryczne systemy napędowe

9.16.1 Instalacja elektrycznego systemu napędu jednostki będzie indywidualnie rozpatrywana przez PRS na zgodność z wymaganiami aktualnie obowiązującej *Publikacji 25/P – Wymagania techniczne dla układów energoelektronicznych* oraz normy PN-EN ISO 16315.

9.17 Układy sterowania i automatyki

9.17.1 Analiza ryzyka

Przy ustalaniu zakresu sterowania jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Zakres sterowania i automatyki powinien umożliwiać pracę autonomiczną jednostki lub jej zdalne sterowanie w sytuacjach normalnych i w stanie awaryjnym.

9.17.2 Układ alarmowy

9.17.2.1 Układ alarmowy oraz układy sterowania powinny być zawsze zasilane z dwóch wzajemnie niezależnych źródeł. Przełączenie powinno następować automatycznie.

9.17.2.2 Zależnie od zakresu automatyki urządzeń jednostki układ alarmowy powinien podawać następujące rodzaje sygnałów:

- .1 alarm o przekroczeniu granicznych wartości parametrów;
- .2 alarm o zadziałaniu układu bezpieczeństwa;

- .3 alarm o zaniku energii zasilającej poszczególne układy automatyki lub o włączeniu zasilania rezerwowego;
- .4 alarm o przekroczeniu wartości lub stanów wynikających z wymagań szczegółowych producentów urządzeń.

9.17.2.3 Układ alarmowy powinien działać niezależnie od układów sterowania i bezpieczeństwa tak, aby uszkodzenie lub niesprawność funkcjonalna tych układów nie uniemożliwiała pracy układu alarmowego. Ewentualne połączenie tych układów, ograniczone wyłącznie do źródła sygnału, podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

9.17.2.4 Układ alarmowy powinien mieć takie właściwości samokontroli, aby w przypadku przerwania obwodu lub innych typowych uszkodzeń następowało wyzwolenie sygnału alarmowego.

9.17.2.5 Powinna być zapewniona możliwość dokonania próby działania układu alarmowego w czasie normalnej pracy urządzeń. Tam, gdzie jest to praktycznie możliwe, należy przewidzieć w dogodnych i dostępnych miejscach urządzenia umożliwiające sprawdzenie działania czujników w taki sposób, aby nie wpływało to na pracę mechanizmów.

9.17.2.6 Krótkotrwała przerwa w zasilaniu układu alarmowego nie powinna powodować utraty informacji o stanach alarmowych podawanych przed przerwą.

9.17.3 Układ bezpieczeństwa

9.17.3.1 Układ bezpieczeństwa poszczególnych urządzeń zautomatyzowanych powinien działać automatycznie, gdy zostały przekroczone graniczne wartości parametrów grożących awarią oraz powinien obejmować wszystkie możliwe do przewidzenia stany awaryjne, rozpatrzone z uwzględnieniem właściwości i cech zabezpieczanego mechanizmu, tak aby:

- .1 zostały przywrócone normalne warunki pracy lub
- .2 praca urządzenia została czasowo dostosowana do zaistniałych warunków (przez redukcję obciążenia mechanizmu), lub
- .3 mechanizmy zostały zabezpieczone przed awarią przez zatrzymanie (w przypadku mechanizmu) lub odcięcie dopływu paliwa.

9.17.3.2 Należy przewidzieć środki pozwalające na stwierdzenie przyczyny zadziałania układu bezpieczeństwa.

9.17.3.3 Układ bezpieczeństwa powinien mieć takie właściwości samokontrolne, aby przy spełnieniu wymagań punktu 20.4.2.7 następowało wyzwolenie sygnału alarmowego co najmniej w przypadku zwarcia, doziemienia, zadziałania bezpiecznika lub przerwania obwodu.

9.17.3.4 Układ bezpieczeństwa powinien działać po zadziałaniu układu alarmowego w odpowiedniej sekwencji realizowanych funkcji.

9.17.3.5 Układ bezpieczeństwa powinien być zbudowany tak, aby jego uszkodzenia nie prowadziły do stanów niebezpiecznych. Właściwość ta powinna być zachowana z uwzględnieniem nie tylko bezpieczeństwa samego układu i związanego z nim urządzenia, lecz i bezpieczeństwa jednostki.

9.17.4 Układy wskazujące i rejestrujące

9.17.4.1 Układy wskazujące i rejestrujące powinny być niezależne od innych układów i tak wykonane, aby ich uszkodzenia nie wpływały na inne układy.

9.17.4.2 Uszkodzenie układu rejestrującego powinno być sygnalizowane.

9.17.5 Dodatkowe wymagania dla jednostek autonomicznych i zdalnie sterowanych

9.17.5.1 Stopień automatyzacji urządzeń jednostki powinien być taki, aby możliwa była ich praca bez bezpośredniego nadzoru w czasie określonym w koncepcji wykorzystania operacyjnego jednostki¹⁹.

9.17.5.2 Powinny być zapewnione środki umożliwiające wykrycie wzrostu poziomu wody w zęzach lub studzienkach zęzowych.

9.17.6 Układy kontrolne

Zakres i sposób działania układów kontrolnych powinien być odpowiedni do wyposażenia jednostki i powinien być zatwierdzony przez PRS.

9.18 Sygnalizacja alarmu ogólnego

Alarm ogólny powinien być sygnalizowany w Centrum zdalnego sterowania (ROC) oraz wizualnie i dźwiękowo na jednostce

9.19 Sygnalizacja pozostała

9.19.1 Analiza ryzyka

Przy ustalaniu zakresu sygnalizacji należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Zakres sygnalizacji powinien skutecznego nadzorowanie jednostki w sytuacjach normalnych i w stanie awaryjnym.

9.19.2 Wymagania ogólne

W centrum zdalnego sterowania (ROC) powinna być zapewniona sygnalizacja:

- pracy napędu głównego;
- poziomu wody w zęzach.

9.20 Programowalne urządzenia i systemy komputerowe²⁰

9.20.1 Analiza ryzyka

Przy ustalaniu konfiguracji programowanych urządzeń i systemów komputerowych należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyka oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian. Systemy te powinny umożliwiać pracę autonomiczną jednostki lub jej zdalne sterowanie w sytuacjach normalnych i w stanie awaryjnym. Środki redukcji ryzyka należy wdrożyć w oparciu o *Publikację 9/P – Computer Based Systems*.

Analizę ryzyka należy przeprowadzić zarówno dla urządzeń i systemów IT²¹ – Technologii Informatycznej takich jak oprogramowanie analityczne, AI, systemy komunikacji jak i dla urządzeń i

¹⁹ ConOps

²⁰ Computer Based Systems

²¹ Information Technology

systemów OT²² – Technologii Operacyjnej takich jak sterowanie automatyką jednostki, SCADA²³ który monitoruje procesy fizyczne na jednostce, zbiera dane z czujników i je wizualizuje oraz umożliwia zdalne sterowanie urządzeniami jednostki.

9.20.2 Klasyfikacja programowalnych urządzeń i systemów komputerowych

W procesie analizy ryzyka programowalne urządzenia i systemy komputerowe należy zaklasyfikować do odpowiedniej kategorii biorąc pod uwagę potencjalną skalę skutków awarii systemu realizującego funkcje sterowania i nadzoru jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej:

- Kategoria II – Systemy, których awaria może w konsekwencji doprowadzić do sytuacji niebezpiecznych dla bezpieczeństwa ludzi, bezpieczeństwa jednostki i/lub stanowić zagrożenie dla środowiska,
- Kategoria III – Systemy, których awaria może natychmiast doprowadzić do sytuacji niebezpiecznych lub katastrofalnych dla bezpieczeństwa ludzi, bezpieczeństwa jednostki i/lub stanowić zagrożenie dla środowiska.

9.20.3 Certyfikacja i próby programowalnych urządzeń i systemów komputerowych

Programowalne urządzenia i systemy komputerowe powinny być certyfikowane przez PRS i podane próbom zgodnie z *Publikacją 9/P – Computer Based Systems*.

9.21 Cyberbezpieczeństwo

9.21.1 Analiza ryzyka

Aby ustrzec się przed skutkami cyberataku który mógłby zakłócić nawigację, komunikację i sterowanie jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej w fazie projektowania należy wdrożyć proces zarządzania ryzykiem – przeprowadzić ocenę zagrożeń, ocenić ryzyko oraz zastosować środki redukcji ryzyka do poziomu nie większego niż „Ryzyko umiarkowane” wymagające monitorowania procesów i analizowania ich zmian procesów. Środki redukcji ryzyka należy zastosować zgodnie z wymaganiami zawartymi w *Publikacji 125/P – Cyberbezpieczeństwo statku*. Proces zarządzania ryzykiem należy zaktualizować przed i próbami jednostki.

9.21.2 Segmentacja sieci komputerowej

Sieci układów komputerowych które realizują funkcje bezpieczeństwa powinny być oddzielone od sieci systemów nawigacyjnych i komunikacyjnych przez zapory²⁴. Sieci powinny wyposażone w układy wykrywania włamań²⁵ oraz układy zapobiegania włamaniom²⁶.

9.21.3 Zabezpieczenie sieci komputerowej

Sieć komputerowa powinna być zabezpieczona przed przeciążeniem²⁷ i przed nienaturalnie dużym ruchem w sieci²⁸.

Urządzenia sieci komputerowej powinny być zabezpieczone przed złośliwym oprogramowaniem przez:

²² Operational Technology

²³ Supervisory Control And Data Acquisition

²⁴ firewall

²⁵ Intrusion Detection Systems (IDS)

²⁶ Intrusion Prevention Systems (IPS)

²⁷ Denial of Service (DoS)

²⁸ Network storm/high rate of traffic

- kontrolę dostępu przez nieautoryzowany personel,
- oprogramowanie antywirusowe, antimalware i antispam.

Sieć komputerowa powinna być stale monitorowana, a w przypadku wystąpienia awarii lub zmniejszonej/pogorszonej przepustowości powinien być generowany alarm.

9.21.4 Komunikacja bezprzewodowa

Komunikacja bezprzewodowa z centrum zdalnego sterowania powinna tak być tak zabezpieczona, aby dostęp do niej mieli tylko upoważnieni użytkownicy.

9.21.5 Weryfikacja i diagnostyka

Powinna być możliwość zdalnej weryfikacji i diagnostyki takich elementów systemu komputerowego jak:

- Urządzenia sieciowe (np. routery, switch)
- Urządzenia bezpieczeństwa (np. zapory sieciowe, systemy zapobiegania włamaniom – IPS)
- Komputery (np. stacje robocze, serwery)
- Urządzenia automatyki (np. sterowniki programowalne PLC)

pod względem ich funkcjonalności i możliwości zamierzonego użytkowania.

9.21.6 Plan reagowania na sytuacje awaryjne

Dla każdej jednostki autonomicznej należy opracować plan reagowania na operacyjne i cybernetyczne sytuacje awaryjne.

W przypadku cyberataku system sterowania jednostki autonomicznej lub zdalnie sterowanej powinien przejść do pracy w stanie awaryjnym aby ograniczyć potencjalne skutki ataku a jednostka działała w swoich ramach eksploatacyjnych.

9.21.7 Plan przywrócenia zdolności operacyjnych

Dla każdej jednostki autonomicznej należy opracować plan przywrócenia zdolności operacyjnych.

9.21.8 Wyłączenie, reset wycofanie zmian i ponowne uruchomienie

Systemy komputerowe powinny posiadać zdolność do ich kontrolowanego wyłączenia, resetu do stanu początkowego, wycofania zmian do stanu bezpiecznego oraz ponownego uruchomienia w celu odzyskania pełnej sprawności po ataku cybernetycznym.

9.22 Zabezpieczenia sieci elektrycznej

9.22.1 Wymagania ogólne

9.22.1.1 Zabezpieczenia należy dobierać do charakterystyk prądowych zabezpieczanych urządzeń oraz charakteru pracy w taki sposób, aby ich zadziałanie następowało przy wszystkich niedopuszczalnych przeciążeniach.

9.22.1.2 Każdy obwód w rozdzielnicy powinien być zabezpieczony, co najmniej w przewodzie dodatnim lub fazowym przed skutkami zwarć i przeciążeń, bezpiecznikiem lub wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o wyzwalaniu swobodnym, przy czym obwody urządzeń lub grupy urządzeń, których praca wpływa na bezpieczeństwo jednostki i ludzi, powinny posiadać niezależne zabezpieczenia.

9.22.1.3 We wszystkich obwodach zasilających prądu przemiennego należy stosować wyłączniki dwubiegunowe.

9.22.1.4 Nie dalej niż 175 mm (odległość mierzona wzdłuż przewodu) od źródła energii prądu stałego należy instalować wyłącznik nadmiarowo-prądowy bądź bezpiecznik topikowy.

Jeżeli obwód jest podłączony bezpośrednio do zacisków baterii akumulatorów i na całej swojej długości znajduje się w osłonie lub obudowie, takiej jak rura ochronna, skrzynka połączeniowa, rozdzielnica lub panel, to zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe należy umieścić w odległości nie dalszej niż 1.8 m od źródła energii.

Jeżeli obwód jest podłączony do źródła zasilania innego niż bateria akumulatorów i na całej swojej długości znajduje się w osłonie lub obudowie, takiej jak rura ochronna, skrzynka połączeniowa, rozdzielnica lub panel, to zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe należy umieścić w odległości nie dalszej niż 1 m od źródła energii.

Powyższe wymagania nie dotyczą kabli zasilających obwód rozrusznika.

9.22.1.5 Przy zasilaniu prądem zmiennym ręcznie załączany wyłącznik o wyzwaniu swobodnym należy zainstalować nie dalej niż 0,5m od źródła energii. Jeżeli jego zainstalowanie nie jest praktycznie możliwe to należy przewód od źródła energii do wyłącznika tablicy rozdzielczej prowadzić w rurze ochronnej, kanale kablowym lub innej równorzędnej osłonie.

9.22.1.6 W przypadku, gdy główny wyłącznik zasilania z lądu znajduje się dalej niż 3m od gniazda wtykowego połączenia z lądem to należy zainstalować dodatkowe bezpieczniki topikowe lub wyłączniki w obrębie 3 m od punktu podłączenia (odległość mierzona wzdłuż przewodu).

9.22.1.7 System zabezpieczeń powinien tworzyć selektywny układ w całym zakresie prądów przeciążeniowych i spodziewanych prądów zwarciovych.

9.22.1.8 Na jednostkach o kadłubie wykonanym z materiałów przewodzących, w przypadku zastosowania instalacji izolowanej, zabezpieczenia oraz aparatura łączeniowa wymienione w 9.12.1.2 powinny być przewidziane dla obu biegunów/wszystkich przewodów roboczych. W przypadku instalacji o napięciu bezpiecznym wymóg ten dotyczy wyłącznie głównego zabezpieczenia i rozłącznika.

9.22.1.9 Na jednostkach o kadłubie wykonanym z materiałów nieprzewodzących, w przypadku zastosowania instalacji izolowanej zaleca się stosować aparaturę zabezpieczeniową i łączeniową jak w 9.12.1.7.

9.22.1.10 Zaleca się, aby wszystkie zabezpieczane obwody były dodatkowo wyposażone w rozłączniki.

9.22.1.11 W obwodach, w których zastosowano oddzielne zabezpieczenia i rozłączniki, bezpiecznik należy instalować między szyną rozdzielnicy (lub źródłem zasilania) a rozłącznikiem.

9.22.1.12 Zabezpieczenia zwarciovowe należy nastawiać na działanie przy prądzie nie mniejszym niż 200 % obciążenia znamionowego.

9.22.1.13 Zabezpieczenia przeciążeniowe należy dobierać w taki sposób, aby wartość prądu zadziałania zabezpieczenia nie przekraczała 150% wartości prądu określonego w Tabeli 9.13.2.1 dla przekroju żyły przewodu zabezpieczanego obwodu.

9.22.1.14 Znamionowy prąd wyłączalny aparatów elektrycznych przeznaczonych do wyłączania prądów zwarciovych nie powinien być mniejszy niż spodziewany prąd zwarciovych w miejscu ich zainstalowania.

9.22.2 Zabezpieczenia odbiorników siłowych

9.22.2.1 Dla każdego silnika elektrycznego o mocy $> 0,5$ kW powinien być przewidziany osobny obwód zasilający wraz z zabezpieczeniem zwarciovo-przeciążeniowym.

9.22.2.2 Każdy odbiornik instalacji DC o mocy > 1 kW powinien mieć własne zabezpieczenie zwarciovo-przeciążeniowe.

9.22.2.3 Zabezpieczenia przeciążeniowe silników przeznaczonych do pracy ciągłej powinny powodować wyłączenie zabezpieczanego silnika przy obciążeniu prądem ciągłym o wartości pomiędzy 105 a 125 % prądu znamionowego.

9.22.3 Zabezpieczenia prądnic

9.22.3.1 Prądnice powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń, przy czym alternatory mogą być wyposażone we własne, wbudowane elementy zabezpieczające.

9.22.3.2 Zabezpieczenie przeciążeniowe powinno powodować wyłączenie prądnicy (zespołu prądotwórczego) lub alternatora przy obciążeniu większym niż 120% mocy znamionowej.

9.22.4 Zabezpieczanie transformatorów

9.22.4.1 Transformatory separacyjne i polaryzacyjne, powinny być zabezpieczone przed przeciążeniem i zwarciem. Obwody zasilające uzwojenia pierwotne tych transformatorów powinny posiadać indywidualne wyłączniki nadmiarowo-prądowe, dobrane na prąd nie przekraczający 125% znamionowego prądu pierwotnego transformatora.

9.22.5 Zabezpieczenia i ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach AC

9.22.5.1 Zabezpieczenia należy tak dobrać, aby w następstwie zwarcia między częścią czynną i częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym tego obwodu albo urządzenia spodziewane napięcie dotykowe przekraczające 50 V wartości skutecznej prądu przemiennego było wyłączone tak szybko, żeby nie wystąpiły niebezpieczne skutki patofizjologiczne dla człowieka dotykającego części przewodzących w chwili zwarcia.

9.22.5.2 Na jednostkach z instalacją elektryczną składającą się tylko z pojedynczych urządzeń na napięcie wyższe niż 50V, zasilanych wyłącznie z zewnętrznego źródła energii elektrycznej, poza głównym zabezpieczeniem zwarciovo-przeciążeniowym zaleca się stosowanie wyłącznika różnicowo-prądowego o progu zadziałania 30 mA, powodującego odłączenie całej instalacji.

9.23 Przewody

9.23.1 Wymagania ogólne

9.23.1.1 Na jednostkach należy stosować przewody z miedzianymi żyłami wielodrutowymi w izolacji z materiału trudno zapalnego i nierozprzestrzeniającego płomienia (np. polichlorek winylu, polietylen usieciowany, guma butylowa, guma etylenowo-propylenowa, guma silikonowa) odpowiadające uzgodnionym z PRS normom krajowym i międzynarodowym, o przekroju nie mniejszym niż $1,5 \text{ mm}^2$ ($0,75 \text{ mm}^2$ w obwodach sygnalizacji i sterowania).

9.23.2 Dobór przewodów na obciążalność

9.23.2.1 Długotrwałe dopuszczalne obciążenie prądowe dla jednożyłowych kabli i przewodów w izolacji z różnych materiałów należy przyjmować zgodnie z poniższą Tabelą 9.23.2.1 (patrz również 9.23.2.6).

Podane w tabeli obciążalności prądowe dotyczą następujących przypadków układania kabli:

- .1 nie więcej niż 6 przylegających do siebie kabli w jednej wiązce lub jednej warstwie;
- .2 w dwóch warstwach, niezależnie od liczby kabli w warstwie, pod warunkiem że między grupą lub wiązką 6 kabli występuje swobodna przestrzeń dla przepływu powietrza chłodzącego.

Przewidziane w poniższej Tabeli 9.23.2.1 dopuszczalne obciążalności prądowe dla danych przekrojów powinny być obniżone o 15% (współczynnik 0,85) przy układaniu więcej niż 6 kabli w wiązce, które mogą być jednocześnie obciążone prądem znamionowym, lub przy braku swobodnej przestrzeni dla przepływu powietrza chłodzącego.

Tabela 9.23.2.1

Długotrwałe dopuszczalne obciążalności prądowe jednożyłowych kabli i przewodów w izolacji z różnych materiałów przy temperaturze otoczenia +45 °C

Przekrój znamionowy żyły, [mm²]	Długotrwała dopuszczalna obciążalność prądowa, w amperach				
	polichlorek winylu	polichlorek winylu ciepłoodporny	guma butylowa	guma etylenowo-propylenowa, polietylen usieciowiony	guma silikonowa lub izolacja mineralna
	+ 60 ^x	+ 75 ^x	+ 80 ^x	+ 85 ^x	+ 95 ^x
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200
70	135	190	215	225	255
95	165	230	260	275	310
120	190	270	300	320	360
150	220	310	340	365	410
185	250	350	390	415	470
240	290	415	460	490	–
300	335	475	530	560	–

* Maksymalna dopuszczalna temperatura robocza żyły, [°C].

9.23.2.2 Wartości dopuszczalnych obciążalności prądowych, I , dla przekrojów podanych w Tabeli 9.23.2.1 oraz dla innych przekrojów oblicza się wg wzoru:

$$I = \alpha S^{0.625} \quad [\text{A}] \quad (9.23.2.2)$$

gdzie:

α – współczynnik zależny od maksymalnej dopuszczalnej temperatury roboczej żyły, określany z poniższej Tabeli 9.23.2.2;

S – przekrój znamionowy żyły [mm²].

Tabela 9.23.2.2

Maksymalna temperatura żyły [°C]	60	65	70	75	80	85	90
Wartość współczynnika α dla przekroju znamionowego żyły (S)	$\geq 2,5 \text{ mm}^2$	9,5	11	12	13,5	15	18
	$< 2,5 \text{ mm}^2$	8	10	11,5	13	15	18

9.23.2.3 Dopuszczalne obciążalności prądowe dla kabli dwu-, trzy- i czterożyłowych należy zmniejszyć w stosunku do wartości podanych w Tabeli 9.23.2.1, stosując współczynniki poprawkowe:

0,85 – dla kabli dwużyłowych,

0,70 – dla kabli trzy- i czterożyłowych.

9.23.2.4 Przewody prądowe w przedziałach maszynowych powinny posiadać izolacje na temperaturę znamionową co najmniej 70 °C. Ponadto powinny być odporne na działanie produktów naftowych i innych agresywnych czynników lub być prowadzone w ochronnych rurach izolacyjnych bądź koszulkach.

9.23.2.5 Dla przewodów w pomieszczeniu silnika (temperatura otoczenia +60 °C) należy przyjmować współczynniki poprawkowe zgodnie z Tabelą 9.22.2.3.

Tabela 9.22.2.3
Współczynniki poprawkowe

Graniczna temperatura żyły [°C]	Wartości współczynników poprawkowych
70	0,75
85 , 90	0,82
105	0,86
125	0,89

9.23.2.6 Przy układaniu więcej niż 6 przewodów w wiązce, które mogą być jednocześnie obciążone prądem znamionowym, dopuszczalne obciążalności prądowe dla poszczególnych przekrojów powinny być obniżone o 15% (współczynnik 0,85).

9.23.2.7 Niezależnie od doboru przewodów zgodnie z Tabelami 9.23.2.1 i 9.23.2.3, przekrój znamionowy żyły s , w zależności od przyjętego dopuszczalnego spadku napięcia, nie powinien być mniejszy niż obliczony według wzoru:

$$s = 2kPl \text{ [mm}^2\text{]} \quad (9.23.2.7)$$

k – współczynnik dopuszczalnego spadku napięcia, według poniższej Tabeli 9.23.2.7,

P – maksymalna moc pobierana w danym obwodzie, [W],

l – długość przewodu od zasilania do odbiornika, [m].

Tabela 9.23.2.7
Współczynniki dopuszczalnego spadku napięcia

Napięcie znamionowe	3% spadek napięcia dla obwodów ładowania akumulatorów, zasilających światła nawigacyjne, wentylatory przestrzeni zęzowych, pompy zęzowe, panele sterownicze, rozdzielnice główne oraz inne mające wpływ na bezpieczeństwo	7% spadek napięcia dla pozostałych obwodów
12 V	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$1,71 \cdot 10^{-3}$
24 V	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,43 \cdot 10^{-3}$

9.23.2.8 Przy doborze przewodów powinny być również spełnione wymagania producentów poszczególnych urządzeń. Dotyczy to w szczególności przekroju przewodu zasilającego rozrusznik silnika spalinowego, który powinien być zgodny z wymaganiami producenta silnika.

9.23.2.9 Jeżeli producent silnika nie podaje w dokumentacji technicznej wymaganego przekroju przewodów zasilających rozrusznik w zależności od odległości od akumulatorów rozruchowych, to zastosowane przewody powinny spełniać wymagania normy PN-W-89509.

9.23.3 Układanie przewodów

9.23.3.1 Trasy przewodów powinny być w miarę możliwości proste i przebiegać przez miejsca, w których przewody nie będą narażone na oddziaływanie paliwa, oleju, wody i nadmiernego podgrzewania. Odległość tras przewodów od źródeł ciepła powinna być nie mniejsza niż 100 mm (250 mm od suchych elementów wydechowych), chyba że zostanie zastosowana odpowiednia izolacja cieplna.

9.23.3.2 Przewody układane w miejscach, gdzie mogą być one narażone na uszkodzenia mechaniczne, powinny być odpowiednio zabezpieczone.

9.23.3.3 Kable narażone na działanie warunków atmosferycznych oraz układane w miejscach, gdzie może występować kondensacja wody lub szkodliwe opary (w tym opary olejowe, np. w maszynowniach) powinny mieć osłonę zewnętrzną wodoodporną.

9.23.3.4 W miejscach, gdzie kable mogą się stykać z materiałem izolacyjnym w postaci pianki poliuretanowej nie powinno się stosować kabli z osłoną wykonaną z polichlorku winylu (PCV), polichloroprenu (PCP) oraz kauczuku chlorosulfonopolieterowego (CSP) ze względu na możliwość wystąpienia reakcji chemicznej.

9.23.3.5 Przewody bez zabezpieczenia zwarciovo-przeciążeniowego powinny być możliwie krótkie i szczególnie chronione przed możliwością mechanicznego uszkodzenia izolacji, co może spowodować zwarcie. Ochronę zapewniają przewody z metalowym oplotem oraz prowadzone w ochronnych rurkach izolacyjnych.

9.23.3.6 W instalacjach o napięciu bezpiecznym, na krótkich odcinkach (na przykład do łączenia akumulatorów w baterie, do głównego rozłącznika) dopuszcza się stosowanie przewodów bez osłon, jeśli posiadają izolację i powłokę izolacyjną.

9.23.3.7 Długość przewodu łączącego baterie akumulatorów z rozdzielnicą główną, rozrusznikiem, alternatorem powinna być możliwie najmniejsza.

9.23.3.8 Przewody powinny być odpowiednio i starannie zamocowane za pomocą uchwytów, obejm i innych podobnych elementów wykonanych z metalu lub innego materiału niepalnego lub trudno zapalnego, lub prowadzone w ochronnych rurkach izolacyjnych.

9.23.3.9 Przewody łączące akumulator z odłącznikiem akumulatora powinny być podparte w odstępach nie większych niż 300 mm, z pierwszą podporą nie dalej niż 1 m od zacisku. Inne przewody w osłonie powinny być podparte w odstępach nie większych niż 450 mm. Wyjątkiem są przewody w osłonie do rozruszników silników przyciępnych.

9.23.3.10 Przewody nie powinny być bezpośrednio przylaminowywane i zatapiane w laminacie.

9.23.3.11 Ochronne rurki izolacyjne i metalowe, w których prowadzone są przewody, powinny być zamontowane w sposób uniemożliwiający kondensację wody.

9.23.3.12 Powierzchnia uchwytów powinna być dostatecznej szerokości i bez ostrych krawędzi oraz mieć zabezpieczenia przeciwkorozyjne. Uchwyty powinny być tak dobrane, aby przewód był dobrze zamocowany, lecz bez narażenia na uszkodzenie powłok ochronnych.

9.23.3.13 Przewody należy tak mocować, aby powstające w nich obciążenia mechaniczne nie przenosiły się na podłączenia.

9.23.3.14 Przy prowadzeniu przewodów przez przegrody niebędące przegrodami wodoszczelnymi lub przez elementy konstrukcji o grubości mniejszej niż 6 mm, w otworach do przejścia kabli należy umieszczać przepusty (wykładziny lub tulejki) chroniące przewód przed uszkodzeniem.

9.23.3.15 Należy unikać prowadzenia tras przewodów pod podłogą, z wyjątkiem przewodów zasilających wyposażenie zaburtowe oraz końcowych odcinków przewodów zasilających pompy zęzowe. Zaleca się, aby przewody te prowadzone były w osłonach, a podłączenie do urządzeń nie powinno obniżać stopnia ochrony obudów zasilanych urządzeń.

9.23.3.16 Przejścia przewodów przez pokłady i wodoszczelne grodzie powinny być uszczelnione w taki sposób, aby zachowana została szczelność grodzi lub pokładu.

9.23.3.17 Połączenia przewodów w miejscach ich rozgałęzień należy wykonywać w gniazdach rozgałęźnych lub w osłoniętych listwach przy pomocy zacisków.

9.23.3.18 Żyły przewodów powinny być odpowiednio zakończone i przygotowane do mocowania w zaciskach. Przy zaciskach śrubowych należy stosować końcówki kablów. W przewodach o natężeniu prądu nie większym niż 20 A mogą być stosowane połączenia typu samochodowego, działające na zasadzie tarcia, o ile pod działaniem siły 20 N nie ulegną rozłączeniu.

9.23.4 Przeglądy instalacji

9.23.4.1 Na jednostkach wyposażonych w źródła energii elektrycznej AC inne niż przyłącze zasilania z lądu, pomiary sprawdzające skuteczność ochrony przeciwporażeniowej powinny być przeprowadzane każdorazowo podczas przeglądu dla odnowienia klasy.

9.23.4.2 Wartości rezystancji izolacji obwodów i wyposażenia nie powinny być niższe od podanych w poniższej Tabeli 9.23.4.2.

Tabela 9.22.4.2
Minimalna rezystancja izolacji

Lp.	Przeznaczenie obwodu	Minimalna rezystancja izolacji, [MΩ]	
		Napięcie instalacji do 50 V	Napięcie instalacji do 500 V
1	Obwody oświetleniowe, łączności i sygnalizacji	0,3	1,0
2	Obwody siłowe	1,0	1,0

9.23.4.3 Zaleca się okresowe sprawdzanie ciągłości przewodów uziemiających i wyrównawczych oraz skuteczności działania ochrony katodowej.

9.23.4.4 Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być wyższa niż 1,0 Ω.

10 MATERIAŁY

10.1 Zakres zastosowania

10.1.1 Niniejszy *Rozdział 10* ma zastosowanie do materiałów, z których wykonywane są kadłuby, urządzenia i wyposażenie jednostek.

10.1.2 Wymagania dotyczące tych materiałów podawane są albo w formie bezpośredniej, albo poprzez odwołania do *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

10.1.3 Możliwość zastosowania materiałów, które ze względu na skład chemiczny i własności mechaniczne nie odpowiadają warunkom określonym (bezpośrednio lub poprzez odwołanie do *Części IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*) w niniejszym *Rozdziale 10*, podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

10.2 Dobór materiałów

10.2.1 Przy zastosowaniu różnych stopów metali do wykonania kadłuba i elementów wyposażenia jednostki należy zwracać uwagę na możliwość wystąpienia korozji elektrochemicznej. Należy jej zapobiegać przez odpowiedni dobór materiałów i stosowanie przekładek izolacyjnych.

10.2.2 Jeśli kadłub lub elementy wyposażenia mają być wykonane z materiałów znacznie różniących się własnościami mechanicznymi (wytrzymałością, modułem sprężystości), to należy zapobiegać powstawaniu karbów wytrzymałościowych i możliwości utraty szczelności poprzez:

- odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne,
- zastosowanie odpowiednich łączników i mas uszczelniających.

10.3 Laminaty poliestrowo-szklane

10.3.1 Spoiwa poliestrowe

10.3.1.1 Konstrukcyjne spoiwa poliestrowe (żywice lub ich mieszaniny) powinny zapewnić laminatom wymagane własności chemiczno-fizyczne i mechaniczne określone w *Rozdziale 5 – Kadłub i wyposażenie*.

10.3.1.2 Nieutwardzone spoiwo konstrukcyjne powinno mieć lepkość dostosowaną do sposobu formowania laminatu. Przy formowaniu ręcznym lepkość w temperaturze 25 °C, określona według normy PN-ISO 2555, powinna być nie mniejsza niż 600 mPa·s i nie większa niż 1000 mPa·s.

Jeżeli lepkość żywicy konstrukcyjnej jest niższa od wymaganej, to można zastosować środek tiksotropujący. Natomiast obniżenie lepkości można uzyskać przez dodanie styrenu.

10.3.1.3 Utwardzone spoiwa konstrukcyjne powinny zgodnie z normą PN-EN ISO 12215-1 wykazywać własności podane w poniższej Tabeli 10.3.1.3. Jeżeli żywica konstrukcyjna nie spełnia tych wymagań, to w uzgodnieniu z PRS można zastosować odpowiedni dodatek żywic modyfikujących w celu uzyskania wymaganych własności spoiwa.

Tabela 10.3.1.3
Własności utwardzonych spoiw

Własność utwardzonego spoiwa	Wartość	Badanie według normy
Wydłużenie względne przy zerwaniu	min. 1,5%	PN-EN ISO 527-1, -4
Wytrzymałość na rozciąganie	min. 45 MPa	PN-EN ISO 527-1, -4
Moduł sprężystości przy rozciąganiu	min. 3000 MPa	PN-EN ISO 527-1, -4
Temperatura ugięcia pod obciążeniem	min. 60 °C	PN-EN ISO 75-1, -3
Twardość	min. 35 °Barcola	PN-EN 59
Chłonność wody po 28 dniach	max 100 mg	PN-EN ISO 62

10.3.1.4 Zaleca się, aby spoiwa żelkotowe miały wydłużenie względne nie mniejsze niż 2,5%.

10.3.1.5 Spoiwa konstrukcyjne pod działaniem układu inicjator - przyspieszacz powinny polimeryzować w temperaturze pokojowej, bez konieczności podgrzewania.

10.3.1.6 Do każdej partii żywicy powinien być dołączony atest wytwórni zawierający następujące dane:

- nazwę firmową żywicy,
- numer partii i datę produkcji,
- termin gwarantujący zachowanie własności żywicy w warunkach magazynowania zalecanych przez producenta.

10.3.2 Dodatki do żywicy

10.3.2.1 Stosunek masy inicjatora i przyspieszacza do masy spoiwa powinien być zgodny z zaleceniami producenta. Wszelkie odstępstwa od receptury dopuszczalne są tylko wtedy, gdy na podstawie przeprowadzonych badań i doświadczeń zostanie uzyskany laminat o własnościach lepszych lub równoważnych.

Składniki te powinny powodować polimeryzowanie żywicy w temperaturze powyżej 16 °C.

10.3.2.2 Ilość styrenu dodawanego do spoiwa dla zmniejszenia jego lepkości nie powinna przekraczać ilości zalecanej przez producenta. Obniżenie lepkości spoiwa nie może powodować obniżenia wodoodporności i własności mechanicznych laminatu oraz powiększenia obciekalności i skurczu spoiwa podczas utwardzania. Dodatek styrenu nie powinien przekraczać 5%.

10.3.2.3 Środki tiksotropujące stosowane do spoiw konstrukcyjnych nie mogą pogarszać warunków polimeryzacji, ani zmniejszać ich własności mechanicznych. Zawartość środków tiksotropujących nie powinna przekraczać 5% masy spoiwa. Spoiwa konstrukcyjnego nie należy barwić.

10.3.2.4 Pigmenty i środki tiksotropujące użyte do żelkotu nie mogą hamować przebiegu polimeryzacji, nadmiernie wydłużać czasu utwardzania i obniżać wodoodporności spoiwa.

Udział wypełniaczy w żelkocie nie może być większy niż 11%, w tym środki tiksotropujące nie mogą przekroczyć 5% masy spoiwa.

10.3.2.5 Dozowanie i mieszanie dodatków ze spoiwem powinno być dokonywane szczególnie starannie i tylko przez osoby posiadające odpowiednią praktykę w tym zakresie.

10.3.3 Zbrojenie szklane

10.3.3.1 Jako zbrojenie należy stosować włókno wykonane z bezalkalicznego szkła typu „E” zgodnie z PN-ISO 2078. Zawartość tlenków metali alkalicznych powinna być mniejsza niż 1% (w przeliczeniu na Na₂O). Średnice pojedynczych włókien powinny wynosić od 9 mm do 20 mm.

10.3.3.2 Rowing można stosować do wyrobu zbrojenia w postaci mat, tkanin lub taśm. Pasma rowingu przy produkcji mat powinny być cięte na odcinki nie krótsze niż 50 mm.

10.3.3.3 Włókna szklane powinny być pokryte aktywną chemicznie preparacją zapewniającą należyte związanie zbrojenia z żywicą. Nie należy stosować tkanin o preparacji tłuszczowej. Lepiszcz łączące pasma rowingu w matach powinno być rozpuszczalne w żywicy, a jego ilość nie powinna przekraczać 6% masy maty.

10.3.3.4 Do każdej partii zbrojenia szklanego powinien być dołączony atest wytwórni zawierający następujące dane:

- nazwę wytwórni,
- nazwę, typ i masę powierzchniową materiału, [g/m²],
- typ szkła,
- rodzaj preparacji lub rodzaj lepiszcza i jego masę jednostkową (dla mat).

10.3.3.5 Zbrojenie szklane nie może być zawilgocone. Nie należy stosować mat szklanych, które uległy zawilgoceniu, nawet po ich wysuszeniu.

10.4 Stale

10.4.1 Na konstrukcje kadłubów, urządzeń i wyposażania jednostki powinny być stosowana stal konstrukcyjna o własnościach podanych w poniższej Tabeli 10.4.1.

Tabela 10.4.1
Stale konstrukcyjne

Nazwa stali	Kategoria/cecha stali	Własności mechaniczne		
		R_m [MPa]	R_e [MPa]	A_5 [%]
Stal kadłubowa o zwykłej wytrzymałości ^{*)}	A, B, D, E	400-520	min. 235	min. 22
Stal kadłubowa o podwyższonej wytrzymałości ^{*)}	AH32, DH32, EH32	440-570	min. 315	min. 22
	AH36, DH36, EH36	490-630	min. 355	min. 21
	AH40, DH40, EH40	510-660	min. 390	min. 20
Stal konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia według PN-EN 10025-1	S235JR	380-470	min. 235	min. 26

^{*)} Według *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

10.4.2 Na konstrukcje wyposażenia jednostki oraz na łączniki zaleca się stosowanie stali odpornych na korozję o własnościach podanych w poniższej Tabeli 10.4.2.

Tabela 10.4.2
Stale odporne na korozję

Nazwa stali	Oznaczenie stali		Własności mechaniczne		
	wg PN-EN 10088-3	wg AISI ^{*)}	R_m [MPa]	$R_{0,2}$ [MPa]	A_5 [%]
Stal chromowo-ni- klowa austenityczna	X6CrNiNb18-10	321	510-740	190	min. 40
	X2CrNiMo17-12-2	316L	500-700	200	min. 40
	X2CrNi19-11	304L	460-680	180	min. 45

^{*)} American Iron and Steel Institute (Amerykański Instytut Żelaza i Stali).

Na wały napędowe można stosować stal chromową np. X17CrNi16-2.

10.4.3 W razie braku informacji o rzeczywistej wartości wytrzymałości na rozciąganie danego materiału, do obliczeń można przyjmować:

- $R_m = 400$ MPa – dla stali konstrukcyjnej,
- $R_m = 550$ MPa – dla stali chromowo-niklowych.

10.4.4 Łączniki wykonane ze stali konstrukcyjnej powinny być ocynkowane na gorąco. Małe łączniki śrubowe i wkręty, których nie można dobrze ocynkować na gorąco, mogą być ocynkowane galwanicznie pod warunkiem uzyskania powłoki o grubości nie mniejszej niż 24 mm.

10.5 Stopy aluminium

10.5.1 Do budowy kadłubów i innych elementów konstrukcji jednostki powinny być stosowane stopy aluminium układu Al-Mg (hydronalium) do przeróbki plastycznej, o ograniczonej zawartości miedzi (zanieczyszczenia do 0,1%), odporne na działanie wody morskiej.

10.5.2 Stopy aluminium zalecane do budowy kadłubów jednostek podano w poniższej Tabeli 10.5.2.

Tabela 10.5.2
Stopy aluminium do budowy kadłubów

Oznaczenie stopu			Stan dostawy *) według PN-EN 515	R_m [MPa]		$R_{0,2}$ [MPa] min	A_5 [%] min
według PN-EN 573-3		cecha według PN-H-88026					
numeryczne	skrótowe 1)			min	max		
EN-AW 5754	5754	PA 11 blachy	O	190	230	80	17
			H14	240	280	190	5
			H24	240	280	160	10
		PA 11 rury, pręty kształtowniki	F	180	-	80	14
EN-AW 5083	5083	PA 13 blachy	O	270	350	120	17
			H32	300	370	220	10
			H34	340	410	270	5
EN-AW 5019	5019	PA 20 rury, pręty kształtowniki	F	250	-	120	13

¹⁾ Stosowane przy cechowaniu wyrobów.

^{*)} Oznaczenie stanów dostawy:

- F - wytworzony (surowy),
- H14 - półtwardy, umocniony,
- H24 - półtwardy, umocniony i częściowo wyżarzony,
- H32 - ćwierćtwardy, umocniony i stabilizowany,
- H34 - półtwardy, umocniony i stabilizowany,
- O - wyżarzony.

10.5.3 Na niekonstrukcyjne elementy kadłubowe (np. zbiorniki wstawiane) zaleca się stosowanie następujących stopów aluminium (według PN-EN 573-3):

- EN AW-3103-PA 1,
- EN AW-5251-PA 2,
- EN AW-5005-PA 43.

Materiały te mogą występować jako rury (stan wyciskany), blachy (stany: O, H14, H24) lub jako kształtowniki (bez obróbki cieplnej).

10.5.4 Na elementy konstrukcyjne osprzętu pokładowego zaleca się stosowanie stopów aluminium podanych w poniższej Tabeli 10.5.4.

Tabela 10.5.4
Stopy aluminium na osprzęt pokładowy

Oznaczenie stopu			Stan dostawy *) według PN-EN 515	R_m [MPa] min	$R_{0,2}$ [MPa] max	A_5 [%] min	HB ok.
według PN-EN 573-3		Cecha według PN-H-88026					
numeryczne	skrótowe 1)						
EN AW-6101A	6101A	PA 38 rury	T6	200	140	12	65
			T5	180	130	12	60
		PA 38 pręty kształtowniki	T4	140	80	14	33
			T6	220	160	10	55
			T1	120	60	15	30
EN AW-7020	7020	PA 47 rury	T5	200	140	12	55
			T1	310	200	10	90
		PA 47 pręty kształtowniki	T5	350	270	8	100
			T5	350	270	10	95
		PA 47 blachy	T6	350	270	10	95

¹⁾ Stosowane przy cechowaniu wyrobów.

^{*)} Oznaczenie stanów dostawy:

- T1 - naturalnie starzony,
- T4 - przesycony i naturalnie starzony,
- T5 - sztucznie starzony,
- T6 - przesycony i sztucznie starzony.

10.6 Stopy miedzi

10.6.1 Na konstrukcje urządzeń i wyposażenia jednostki oraz łączniki (nity, wkręty, śruby, sworznie) powinny być stosowane stopy miedzi przerabiane plastycznie, o własnościach podanych w poniższej Tabeli 10.6.1.

Tabela 10.6.1
Stopy miedzi przerabiane plastycznie

Nazwa stopu	Znak stopu (przykłady)	Cecha	według PN	Orientacyjne wartości R_m , [MPa], min.
Mosiądze	CuZn37	M63	PN-92/H-87025	290(r) 440(z16)
	CuZn39P62	MO59		410(z4)
	CuZn38Sn1	MC62		320
	CuZn20Al2	MA77		340(r), 390(z4r)
Brązy	CuSn6	B6	PN-92/H-87051	440(z6), 510(z8)
	CuAl10Fe3Mn2	BA1032		590
	CuSi3Mn1	BK31	PN-92/H-87060	340(r), 590(z6)

Oznaczenie stanów dostawy:

- r - stan rekrytalizowany,
- z4 - stan półtwardy,
- z4r - stan twardy,
- z6 - stan półtwardy rekrytalizowany,
- z8 - stan sprężysty.

10.6.2 Na odlewy elementów urządzeń i wyposażenia jednostki, w tym na śruby napędowe, powinny być stosowane odlewnicze stopy miedzi zgodnie z normą PN-EN 1982, o składzie chemicznym i własnościach porównywalnych z podanymi w poniższej Tabeli 10.6.2.

Tabela 10.6.2
Odlewnicze stopy miedzi

Nazwa stopu	Znak stopu	Cecha	Orientacyjne wartości R_m , [MPa], min.
Mosiądze	CuZn40Mn3Fe1	MM55 *)	450
	CuZn38Al2Mn1Fe	MA58	400
	CuZn39Pb2	MO59	250
	CuZn16Si3,5	MK80	300
Brązy	CuSn10P	B101	220
	CuSn10Zn2	B102	240
	CuSn5Zn5Pb5	B555	200
	CuSi3Zn3Mn1	BK331	280
	CuAl10Fe3Mn2	BA1032	500
Brązy na śruby napędowe	Novoston	BM128	640
	Superston	BM157	690
	Nikalium	BA1055	600

*) Mosiądz MM55 zalecany jest na śruby napędowe.

10.7 Materiały izolacyjne

10.7.1 Materiały izolacyjne stosowane w pomieszczeniach silnika powinny być niepalne. Pokrycie izolacji wraz z użytymi klejami powinno mieć własności wolnego rozprzestrzeniania płomienia i być nieprzenikliwe dla par i wilgoci oraz paliw i olejów silnikowych.

10.7.2 Zaleca się, aby materiały izolacyjne w zależności od zastosowania spełniały wymagania normy PN-EN ISO 9094.

10.8 Tworzywa piankowe

10.8.1 Wszystkie tworzywa piankowe powinny być odporne na działanie produktów ropopochodnych i wody morskiej.

10.8.2 Tworzywa piankowe powinny mieć strukturę złożoną głównie z komórek zamkniętych i nie powinny wykazywać z biegiem czasu lub pod wpływem temperatur poniżej 65 °C, odkształceń skurczowych przekraczających wielkości tolerancji wymiarów liniowych.

10.8.3 Materiały piankowe zastosowane na jednostkach z laminatu nie powinny rozpuszczać się w żywicy.

10.9 Pianki konstrukcyjne

10.9.1 Materiały piankowe stosowane na konstrukcje przekładkowe powinny mieć gęstość pozorną nie mniejszą niż 40 kg/m³. Nasiąkliwość (objętościowo) nie powinna być większa niż:

- po jednej dobie - 0,6%,
- po 7 dobach - 1,0%.

Badanie zgodnie z normą ISO 2896.

10.9.2 Konstrukcyjne materiały piankowe powinny wykazywać wytrzymałość na ścinanie i ściskanie nie mniejszą niż podano w poniższej Tabeli 10.9.2. Zastosowanie konstrukcyjnych pianek poliuretanowych wymaga uzyskania zgody PRS.

Tabela 10.9.2
Wytrzymałość na ścinanie i ściskanie

Materiał	Gęstość pozorną ¹⁾ [kg/m ³]	Orientacyjna wytrzymałość na ścinanie ²⁾ [MPa]	Orientacyjna wytrzymałość na ściskanie ³⁾ [MPa]
Polichlorek winylu modyfikowany izocjanianem	50	0,65	0,60 ÷ 1,20
	60	0,95	
	70	1,30	
	80	1,50	
Polichlorek winylu termoplastyczny	80	0,70	0,58 ÷ 1,00
	100	1,60	

¹⁾ Badanie według normy PN-EN ISO 845.

²⁾ Badanie według normy ISO 1922.

³⁾ Badanie według normy ISO 844.

10.10 Pianki wypornościowe

10.10.1 Pianki wypornościowe mogą występować w postaci gotowych elementów takich jak bloki i płyty. Zbiorniki wypornościowe można także wypełniać pianką dwuskładnikową reagującą bezpośrednio we wnętrzu tych zbiorników, pod warunkiem całkowitego wypełnienia.

10.10.2 Wodochłonność pianki wypornościowej po całkowitym zanurzeniu przez 8 dni nie powinna przekraczać 8% jej objętości.

10.10.3 Pianka wypornościowa powinna w zasadzie być odporna na działanie produktów ropopochodnych, dopuszcza się jednak użycie pianki niespełniającej tego wymagania, pod warunkiem wykonania bezpiecznej ochrony przed dostępem takich produktów do pianki.

10.11 Węże elastyczne

10.11.1 Węże elastyczne stosowane w instalacji paliwowej powinny być odpowiednio wzmocnione, olejo- i ognioodporne, wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 7840 i trwale oznaczone: „ISO 7840-A1” lub „ISO 7840-A2”. Mogą być także stosowane węże wykonane zgodnie z normą SAE z uznaniem US Coast Guard i oznaczone: „USCG Type A1” lub „USCG Type A2”.

Węże elastyczne stosowane w instalacji paliwowej poza pomieszczeniem silnika mogą nie spełniać wymogu ognioodporności. Wówczas powinny być wykonane zgodnie z normą PN-EN ISO 8469 i trwale oznaczone: „ISO 8469-B1” lub „ISO 8469-B2”. Mogą być także stosowane węże wykonane zgodnie z normą SAE z uznaniem US Coast Guard i oznaczone: „USCG Type B1” lub „USCG Type B2”.

Wymagania dotyczące zastosowania odpowiedniego typu węży w instalacji paliwowej, w zależności od przeznaczenia rurociągu, rodzaju paliwa i usytuowania rurociągu, określono w poniższej Tabeli 10.11.1.

Tabela 10.11.1
Typy węży w instalacji paliwowej

Lp.	Przeznaczenie rurociągu	Rurociągi w pomieszczeniu silnika	Rurociągi poza pomieszczeniem silnika
1	Wlew paliwa	A1, A2	A1, A2, B1, B2
2	Odpowietrzenie zbiornika	A1, A2	A1, A2, B1, B2
3	Zasilanie i powrót – silnik wysokoprężny	A1, A2	A1, A2
4	Zasilanie i powrót – silnik benzynowy	A1	A1

10.11.2 Węże elastyczne stosowane w instalacji spalinowej przy mokrym wydechu powinny spełniać wymagania normy ISO 13363 lub SAE J2006. Zaleca się, aby węże te były dostarczane przez producenta lub dystrybutora silnika.

10.11.3 W instalacji wody chłodzącej i zęzowej oraz na spływy z kokpitów należy stosować węże odporne na temperaturę 60 °C, gumowe ze wzmocnieniem tekstylnym lub węże wykonane z polichlorku winylu (PCW) spiralnie zbrojone. Zaleca się stosowanie węży PCW zbrojonych spiralą stalową. Zaleca się również, aby w tych instalacjach węże w pomieszczeniu silnika oraz węże na spływy z kokpitów były ognioodporne, typu A1 lub A2.

10.11.4 W instalacji gazu P-B należy stosować węże gumowe ze wzmocnieniem tekstylnym do acetylenu lub do tlenu, wykonane zgodnie z normą EN 1763-1 i EN 1763-2 lub ich odpowiedniki.

11 ZASADY NADZORU URZĄDZEŃ WYMAGANYCH PRZEZ ADMINISTRACJĘ

11.1 Postanowienia ogólne

Niniejszy *Rozdział 11* dotyczy wszystkich stopni autonomii.

11.2 Określenia

- .1 Centrum zdalnego sterowania (ROC)** – patrz 1.3.2
- .2 Przegląd** – patrz 1.3.13.
- .3 Stanowisko zdalnego sterowania (Remote Control Station)** – patrz 1.3.15.

11.3 Forma i zakres nadzoru

11.3.1 PRS prowadzi nadzór klasyfikacyjny jednostek autonomicznych w formie nadzoru bezpośredniego lub nadzoru pośredniego.

11.3.2 Nadzór obejmuje wszystkie urządzenia wymagane przez Administrację zarówno wyposażenia jednostki autonomicznej, stanowiska zdalnego sterowania jak i centrum zdalnego sterowania.

11.3.3 Podczas okresowych przeglądów wyposażenie jednostek autonomicznych, stanowiska zdalnego sterowania jak oraz centrum zdalnego sterowania nieobjęte nadzorem klasyfikacyjnym może podlegać nadzorowi technicznemu PRS po uzgodnieniu z Administracją.

11.4 Dokumentacja techniczna

Przed rozpoczęciem budowy jednostki należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia lub do wglądu dokumentację w takim zakresie, w jakim to ma zastosowanie, biorąc pod uwagę typ i wielkość jednostki, jej urządzenia i wyposażenie.

11.5 Nadzór

11.5.1 PRS prowadzi nadzór techniczny nad projektowaniem, produkcją, instalacją i eksploatacją urządzeń przeciwpożarowych, nawigacyjnych, radiowych, ratunkowych i ratowniczych wymaganych przez Administrację.

11.5.2 Wszystkie powyższe urządzenia instalowane na jednostce autonomicznej powinny być typu uznanego przez PRS lub posiadać odpowiednie certyfikaty zgodności z wymaganiami Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/90/UE z dnia 23 lipca 2014 r. w sprawie wyposażenia morskiego wraz z poprawkami, zwane dalej Dyrektywą MED.

11.5.3 Wymagania techniczne dotyczące urządzeń niewymienionych powyżej oraz wymagania dotyczące ich instalacji na jednostce będą każdorazowo odrębnie określone przez PRS.

11.5.4 Urządzenia równoważne, które mogą być instalowane zamiast urządzeń wymienionych powyżej, powinny być typu uznanego przez PRS lub przez Administrację. Dodatkowym warunkiem uznania typu wyrobu urządzenia równoważnego jest spełnienie przez nie funkcji wymaganych dla urządzenia wymienionego powyżej.

12 ŚRODKI I URZĄDZENIA RATUNKOWE

12.1 Postanowienia ogólne

12.1.1 Niniejszy *Rozdział 12* dotyczy tylko jednostek o stopniu autonomii 2.

12.1.2 Ilekroć wyposażenie w środki ratunkowe uzależnione jest od długości jednostki, przyjmuje się jego długość pomiarową określoną przepisami *Międzynarodowej konwencji o pomiarzaniu pojemności statków* z 1969 r., sporządzonej w Londynie dnia 23 czerwca 1969 r. oraz od stopnia autonomii.

12.1.3 Środki i urządzenia ratunkowe powinny odpowiadać wymaganiom określonym w Konwencji SOLAS, Kodeksie LSA i ustawie z dnia 20 kwietnia 2004 r. o wyposażeniu morskim (Dz. U. poz. 899, z późn. zm.) oraz posiadać odpowiednie atesty uznanych przez Administrację morską stacji atestacji.

12.1.4 Armator sporządza plan rozmieszczenia środków i urządzeń ratunkowych na jednostce. Plan może być połączony z planem ochrony przeciwpożarowej pod warunkiem zachowania czytelności i przejrzystości. W przypadku jednostek o długości poniżej 10 m nie jest wymagane posiadanie planu rozmieszczenia środków i urządzeń ratunkowych.

12.2 Określenia

- .1** *Jednostka ratunkowa* – jednostka pływająca zdolna do utrzymania przy życiu osoby znajdujące się w niebezpieczeństwie od czasu opuszczenia jednostki.
- .2** *Kodeks LSA* – *Międzynarodowy kodeks środków ratunkowych*, wprowadzony przez IMO rezolucją MSC. 48(66).
- .3** *Kombinezon ratunkowy* – ubranie ochronne zmniejszające wychłodzenie ciała osoby w nie ubranej i zanurzonej w zimnej wodzie.
- .4** *Skuteczne urządzenie służące do ratowania człowieka za burtą jednostki* – urządzenie gwarantujące podniesienie nieprzytomnego rozbitka. Skuteczność urządzenia sprawdza się za pomocą praktycznego ćwiczenia polegającego na wyrzuceniu manekina za burtę jednostki będącej w ruchu i wciągnięciu go na pokład przez załogę.
- .5** *Stopień autonomii 2* – patrz 3.3.1.

12.3 Zasady i zakres nadzoru

Ogólne zasady dotyczące przeglądów środków i urządzeń ratunkowych podane są w *Rozdziale 11 – Zasady nadzoru urządzeń wymaganych przez Administrację*.

12.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia w środki ratunkowe

Przed rozpoczęciem budowy jednostki, której wyposażenie objęte jest wymaganiami niniejszych *Wytycznych*, należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia dokumentację techniczną w następującym zakresie:

- .1** Plan rozmieszczenia środków ratunkowych określający:
 - typ jednostki, pojemność brutto, długość jednostki, liczbę osób, rodzaj podróży;
 - rozmieszczenie łodzi ratunkowych i ratowniczych, tratw ratunkowych, kół i pasów ratunkowych, drabinek zejściowych, środków pirotechnicznych oraz urządzeń do wodowania;

- typ, liczbę oraz nazwy producentów wyspecyfikowanych środków i urządzeń ratunkowych;
 - wartości DOR (dopuszczalne obciążenie robocze) elementów mocujących, obciążenia zrywające, materiał;
 - odległość między krawędzią rufy łodzi a przednią krawędzią śruby napędowej jednostki;
 - wysokość ustawienia środków i urządzeń ratunkowych od wodnicy w stanie najmniejszego zanurzenia jednostki;
 - sposoby sterowania wciągarką urządzeń do wodowania jednostek ratunkowych i łodzi ratowniczych;
 - usytuowanie instrukcji obsługi urządzeń ratunkowych, drogi dojścia do jednostek ratunkowych, miejsca zbiórek wraz z określeniem ich powierzchni w m²;
 - przebieg wodowania jednostki ratunkowej przy kącie przechyłu 0° i przy kącie przechyłu 20° na przeciwną burtę – na wykonanym w dużej skali przekroju w połowie długości jednostki ratunkowej, obejmującym przekroje wręgowe jednostki ratunkowej i statku, z zaznaczeniem i określeniem przeszkód występujących na drodze wodowania jednostki ratunkowej;
- .2 Obliczenia i dane potwierdzające spełnienie wymagań niniejszych *Wytycznych* (do wglądu);
- .3 Program prób wyposażenia po zainstalowaniu na jednostce;
- .4 Plan ewakuacji.

12.5 Wyposażenie w środki i urządzenia ratunkowe

Jednostki o stopniu autonomii 2 powinny być wyposażone w:

- .1 Tratwy ratunkowe o łącznej pojemności wystarczającej do pomieszczenia wszystkich osób znajdujących się na jednostce,
- .2 Skuteczne urządzenie służące do ratowania człowieka za burtą jednostki,
- .3 Koła ratunkowe: co najmniej 2 szt., z których jedno powinno być wyposażone w samoczynnie zapalającą się pławkę świetlną i jedno – w linkę ratunkową,
- .4 Pasy ratunkowe po jednym dla każdej osoby na jednostce,
- .5 Kombinezony ratunkowe dla każdej osoby na jednostce.

Uwagi:

1. Pasy ratunkowe mogą być zastąpione kombinezonami ratunkowymi, jeżeli spełniają wymogi dla pasa ratunkowego.
2. Na jednostkach w żegludze do 6 Mm od brzegu w porze dziennej:
 - 1) koła ratunkowe nie muszą być wyposażone w pławki świetlne;
 - 2) pasy ratunkowe nie muszą być wyposażone w lampki świetlne.
3. Tratwy ratunkowe powinny być zamontowane z użyciem zwalniaka hydrostatycznego, chyba że biorąc pod uwagę głębokość akwenu nie jest to zasadne.
4. Prace na pokładzie jednostki powinny być prowadzone w kamizelkach asekuracyjnych.

12.6 Miejsca zbiórek i miejsca do wsiadania

12.6.1 Miejsca zbiórek powinny znajdować się blisko miejsc wsiadania do jednostek ratunkowych. Każde miejsce zbiórki powinno być wystarczająco obszerne, aby pomieściło wszystkie osoby, które są przypisane do danego miejsca zbiórki.

12.6.2 Miejsca zbiórek i miejsca wsiadania do jednostek ratunkowych powinny być łatwo dostępne z rejonów pomieszczeń mieszkalnych i roboczych.

12.6.3 Miejsca zbiórek i miejsca wsiadania do jednostek ratunkowych powinny być odpowiednio oświetlone instalacją oświetleniową, zasilaną z awaryjnego źródła energii elektrycznej.

12.7 Miejsce wodowania

Miejsca wodowania powinny być rozmieszczone tak, aby zapewnić bezpieczne wodowanie jednostek ratunkowych, ze szczególnym uwzględnieniem oddalenia ich od śruby i nawisów kadłuba oraz tak, aby na ile jest to możliwe, jednostki ratunkowe były wodowane w obrębie prostej burty jednostki.

12.8 Ustawienie jednostki ratunkowej

Każda jednostka ratunkowa powinna być ustawiona:

- .1 tak aby żadne inne urządzenie zainstalowane na jednostce nie przeszkadzało w jej wodowaniu,
 - .2 tak blisko powierzchni wody, jak tylko jest to bezpieczne i praktycznie wykonalne,
 - .3 w stanie ciągłej gotowości, tak aby dwóch członków załogi mogło przeprowadzić przygotowania do wsiadania i zwodowanie jej w czasie krótszym niż 5 min,
 - .4 na ile jest to wykonalne, w bezpiecznym i osłoniętym miejscu oraz chronionym od zniszczenia przez ogień i wybuch.
-

13 ŚRODKI SYGNAŁOWE

13.1 Postanowienia ogólne

13.1.1 Niniejszy *Rozdział 13* dotyczy jednostek o stopniu autonomii 2, 3 oraz 4.

13.1.2 Zestaw środków sygnałowych podany w niniejszym *Rozdziale 13* odpowiada wymaganiom *Międzynarodowej konwencji o bezpieczeństwie życia na morzu, 1974 (SOLAS)*, wraz z kolejnymi zmianami, oraz *Konwencji w sprawie międzynarodowych przepisów o zapobieganiu zderzeniom na morzu z 1972 (COLREG)*, wraz z kolejnymi zmianami.

13.1.3 Armator sporządza plan rozmieszczenia środków sygnałowych na jednostce.

13.1.4 Do zestawu środków sygnałowych objętych niniejszym *Rozdziałem 13* należą:

- .1 światła nawigacyjne,
- .2 lampy sygnalizacyjne,
- .3 dźwiękowe środki sygnałowe,
- .4 znaki sygnałowe,
- .5 pirotechniczne środki sygnałowe,
- .6 reflektory radarowe.

13.2 Określenia

- .1 **Długość i szerokość jednostki** – długość całkowita jednostki i największa jego szerokość
- .2 **Gwizdek okrętowy** – każde urządzenie zdolne do wytwarzania krótkich i długich sygnałów dźwiękowych, określonych wymaganiami przepisów.
- .3 **Latarnia nawigacyjna** – urządzenie do emisji światła białego lub barwnego, z określonym przepisami miejscem instalowania na jednostce. Do latarni nawigacyjnych zaliczamy latarnie: masztowe, burtowe, rufowe, holowania, dookólne, błyskowe, żółte błyskowe dookólne, manewrowe.
- .4 **Latarnia horyzontalna dookólna** – latarnia emitująca światło dookoła własnej osi, o horyzontalnej płaszczyźnie maksymalnego natężenia światła.
- .5 **Stopień autonomii 2** – patrz 3.3.1.
- .6 **Stopień autonomii 3** – patrz 3.3.1.
- .7 **Stopień autonomii 4** – patrz 3.3.1.

13.3 Zasady i zakres nadzoru

Ogólne zasady dotyczące przeglądów środków i urządzeń ratunkowych podane są w *Części 11 – Zasady nadzoru urządzeń wymaganych przez Administrację*.

13.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia w środki sygnałowe

Przed rozpoczęciem budowy jednostki, której wyposażenie objęte jest wymaganiami niniejszych *Wytycznych*, należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia dokumentację techniczną w następującym zakresie:

- .1 wykaz środków sygnałowych z podaniem ich zasadniczych charakterystyk,
- .2 plan rozmieszczenia świateł nawigacyjnych i dźwiękowych środków sygnalizacyjnych ze wskazaniem podstawowych współrzędnych ich rozmieszczenia, jak również plan rozmieszczenia lamp sygnalizacyjnych i pirotechnicznych środków sygnałowych,

- .3 plan zainstalowania latarni burtowych we wnękach z zaznaczeniem wymiarów wnęk, latarni oraz sektorów świecenia: poziomego i pionowego,
- .4 plan sektorów przesłaniania dla latarni o poziomym kącie widoczności światła wynoszącym 360°, z wyjątkiem latarni kotwicznych.

13.5 Wyposażenie w środki sygnałowe

13.5.1 Zasadniczy zestaw świateł nawigacyjnych i znaków sygnałowych wymagany dla wszystkich stopni autonomii podany jest w poniższej Tabeli 13.5.1.

Tabela 13.5.1

Zasadniczy zestaw świateł nawigacyjnych i znaków sygnałowych dla jednostek z napędem mechanicznym

Światła nawigacyjne [szt.]						Lampy sygnalizacyjne [szt.]	Znaki sygnałowe [szt.]	
masztowe	burtowe prawe	burtowe lewe	ru- fowe	ko- twiczne	awa- ryjne	manewrowa	gwiz- dek	kula + reflektor radarowy
1	1	1	1	1	1	1 ²⁹	1	1 + 1

13.5.2 Na jednostkach powinny być stosowane latarnie elektryczne. Wyposażenie tych jednostek w zapasowy komplet latarni, z wyjątkiem zapasowej latarni kotwicznej, nie jest wymagane. Latarnie burtowe mogą być zastąpione jedną latarnią dwukolorową.

13.6 Dodatkowe światła nawigacyjne i znaki sygnałowe

Dodatkowe światła nawigacyjne i znaki sygnałowe dla jednostek specjalistycznych muszą zostać skonsultowane każdorazowo z PRS. Dotyczy to również kompletu latarni zapasowych dla jednostek specjalistycznych.

13.7 Wyposażenie jednostek w pirotechniczne środki sygnałowe

Jednostki o stopniu autonomii 2 powinny być wyposażone w 12 sztuk rakiet spadochronowych (okrętowych) czerwonych.

13.8 Ogólne wymagania techniczne

13.8.1 Latarnie powinny mieć konstrukcję zabezpieczającą przed przedostawaniem się wody na części przewodzące prąd.

13.8.2 Prawidłowe świecenie latarni powinno być zapewnione przy temperaturach otaczającego powietrza w zakresie od -30 °C do +45 °C.

13.8.3 Każda latarnia powinna świecić niezawodnie przy występujących na jednostce drganiach i wstrząsach oraz przy przegłębieniu do 10° i przechyłach okresowych do 45°.

13.8.4 Elektryczne światła nawigacyjne powinny utrzymywać charakterystyki świetlne przy długotrwałych odchyleniach napięcia od wartości znamionowych.

13.8.5 Korpus latarni i jego części powinny być wykonane z materiałów odpornych na działanie wody morskiej lub powinny być zabezpieczone odpowiednimi powłokami antykorozyjnymi i powinny mieć konstrukcję strugoszczelną (IP56).

²⁹ Stosowanie lampy manewrowej jest zalecane.

13.8.6 Konstrukcja latarni powinna wykluczać możliwość takiego rozgrzewania się latarni, które mogłoby spowodować uszkodzenie części optycznych lub deformację korpusu przy zmianach temperatury występujących w czasie eksploatacji w każdych warunkach klimatycznych. Konstrukcja korpusu latarni powinna zapewniać możliwość szybkiej wymiany żarówek. Każda latarnia powinna być tak wykonana, aby zapewnione było odprowadzenie skraplającej się pary wodnej oraz dopływ świeżego powietrza odpowiednio do wymaganego stopnia ochrony.

13.9 Zasadnicze cechy użytkowe świateł nawigacyjnych

Zasadnicze cechy użytkowe świateł nawigacyjnych podaje poniższa Tabela 13.9

Tabela 13.9
Zasadnicze cechy użytkowe świateł nawigacyjnych

Nazwa latarni	Barwa światła	Minimalny zasięg widzialności w milach morskich	Kąt widoczności światła latarni w płaszczyźnie poziomej	
			Kąt całkowity	Układ kątów
Masztowa	Biała	2	225°	Po 112,5° w obie strony od płaszczyzny symetrii, licząc od dziobu jednostki
Burtowa prawa	Zielona	1	112,5°	112,5° w prawo od równoległej od płaszczyzny symetrii, licząc od dziobu jednostki
Burtowa lewa	Czerwona	1	112,5°	112,5° w lewo od równoległej od płaszczyzny symetrii, licząc od dziobu jednostki
Kombinowana dwukolorowa	Zielona czerwona	1	225°	Po 112,5° w obie strony od płaszczyzny symetrii, licząc od dziobu jednostki: prawa burta – sektor zielony, lewa burta – sektor czerwony
Rufowa	Biała	2	135°	Po 67,5° w obie strony od płaszczyzny symetrii, licząc od rufy jednostki
Kotwiczna	Biała	2	360°	Dookoła, 360°

13.10 Dźwiękowe środki sygnałowe

13.10.1 Gwizdki

13.10.1.1 Częstotliwość i zasięg słyszalności

Podstawowa częstotliwość sygnału powinna mieścić się w granicach 70÷700 Hz. Zasięg słyszalności sygnału danego gwizdka powinien być określony przez te częstotliwości, które mogą obejmować częstotliwość podstawową i jedną lub więcej wyższych częstotliwości mieszczących się w granicach 80÷2100 Hz ($\pm 1\%$) oraz zapewniających poziom ciśnienia akustycznego określony poniżej w punkcie 1(c).

13.10.1.2 Granice podstawowych częstotliwości

W celu zapewnienia odpowiedniej charakterystycznej różnorodności gwizdka, jego podstawowa częstotliwość powinna mieścić się w granicach 250 – 700 Hz.

13.10.1.3 Natężenie i zasięg słyszalności sygnału dźwiękowego

Gwizdek zainstalowany na jednostce powinien zapewniać, że w kierunku największego natężenia dźwięku gwizdka i w odległości 1 metra od niego, poziom ciśnienia akustycznego w paśmie o wartości co najmniej 1/3 oktawy w granicach częstotliwości 180÷2100 Hz ($\pm 1\%$) oraz nie mniejszy, niż to odpowiednio podaje poniższa Tabela 13.10.1.3:

Tabela 13.10.1.3
Natężenie i zasięg słyszalności sygnału dźwiękowego

Długość jednostki w metrach	Pasmo 1/3 oktawy. Poziom w odległości 1 metra w dB w odniesieniu do $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$	Zasięg słyszalności w milach morskich
poniżej 20	120 ^{*1}	0,5
	115 ^{*2}	
	111 ^{*3}	

*1- Gdy pomierzona częstotliwość znajduje się w granicach 180÷450 Hz.

*2- Gdy pomierzona częstotliwość znajduje się w granicach 450÷800 Hz.

*3- Gdy pomierzona częstotliwość znajduje się w granicach 800÷2100 Hz.

Zasięg słyszalności podano w powyższej tabeli dla informacji. Jest on w przybliżeniu zasięgiem, przy którym gwizdek może być słyszany na jego osi wzdłużnej z 90-procentowym prawdopodobieństwem podczas spokojnego powietrza na pokładzie jednostki, na którym panuje średni poziom tła hałasu na stanowiskach nasłuchu (to jest 68 dB w paśmie oktawy ześrodkowanej na częstotliwość 250 Hz i 63 dB w paśmie oktawy ześrodkowanej na 500 Hz). W praktyce zasięg, w którym gwizdek może być słyszalny, jest nadzwyczaj zmienny i zależy w znacznym stopniu od warunków pogody. Podane wartości można uważać za typowe, lecz podczas silnego wiatru lub wysokiego poziomu hałasu otoczenia na stanowisku nasłuchu zasięg ten może ulec silnemu zmniejszeniu.

13.10.1.4 Właściwości kierunkowe

We wszystkich kierunkach w płaszczyźnie poziomej, objętych sektorem $\pm 45^\circ$ w stosunku do osi, poziom ciśnienia akustycznego gwizdka kierunkowego nie powinien być niższy niż o 4 dB poniżej wymaganego ciśnienia akustycznego w osi. We wszystkich innych kierunkach w płaszczyźnie horyzontalnej poziom ciśnienia akustycznego powinien być nie niższy niż o 10 dB poniżej wymaganego ciśnienia akustycznego w osi i taki, aby zasięg we wszystkich kierunkach równy był co najmniej połowie zasięgu w osi. Poziom ciśnienia akustycznego powinien być mierzony w paśmie jednej trzeciej oktawy określającej zasięg słyszalności.

13.10.1.5 Miejsce gwizdków

Jeżeli gwizdek kierunkowy ma być używany jako jedyny gwizdek na jednostce, powinien być tak zainstalowany, aby największe natężenie jego dźwięku skierowane było prosto w przód. Gwizdek powinien być umieszczony tak wysoko na jednostce, jak to jest możliwe, w celu zmniejszenia przeszkód w rozchodzeniu się emitowanego dźwięku, a również w celu zredukowania do minimum ryzyka zakłóceń w słyszeniu przez personel. Poziom ciśnienia akustycznego własnego sygnału jednostki na stanowiskach nasłuchu nie powinien przekraczać 110 dB (A), a jeżeli to możliwe, nie powinien przekraczać 100 dB (A).

13.11 Znaki sygnałowe

13.11.1 Znaki powinny być czarne i mieć następujące wymiary:

- .1 kula powinna mieć średnicę co najmniej 0,3 metra;
- .2 stożek powinien mieć podstawę o średnicy co najmniej 0,3 metra, a wysokość równą swojej średnicy;
- .3 walec powinien mieć średnicę co najmniej 0,3 metra, a wysokość równą dwukrotnej średnicy;
- .4 romb powinien składać się z dwóch stożków określonych wyżej w punkcie .2 i mających wspólną podstawę.

13.11.2 Odległość pionowa między znakami powinna wynosić co najmniej 1 metr.

13.12 Reflektor radarowy

13.12.1 Każda jednostka powinna być wyposażony w reflektor radarowy tam, gdzie jest to praktycznie możliwe, umożliwiając wykrycie statku przez radar pracujący w pasmach zarówno 9 GHz, jak i 3 GHz.

13.12.2 Reflektor powinien być zdolny do utrzymania charakterystyki odbicia w warunkach różnych stanów morza, drgań jednostki, wilgotności i zmian temperatury, które mogą być spotykane w środowisku morskim określonym w rezolucji IMO A.694(17) oraz Publikacji IEC 60945.

13.12.3 Należy przewidzieć zamocowania pozwalające na umocowanie reflektora na sztywnym wsporniku lub jego zawieszenie na takielunku.

13.12.4 Reflektor ośmiościenny należy instalować tak, aby wnęka narożna była skierowana ku górze. Inne sposoby montażu mogą obniżać skuteczność działania.

13.12.5 Zaleca się instalowanie reflektorów radarowych na wysokości 4 m nad poziomem wody.

14 URZĄDZENIA RADIOWE

14.1 Postanowienia ogólne

14.1.1 Niniejszy *Rozdział 14* ma zastosowanie do jednostek o stopniu autonomii 2. Ustala wymagania techniczne dla urządzeń radiowych jednostki oraz określa zakres wyposażenia jednostek w te urządzenia, sposób ich instalacji.

14.1.2 Ewentualne wyposażenie radiowe, dla jednostek o stopniu autonomii 3 oraz 4, powinno każdorazowo zostać ustalone z Centralą PRS.

14.1.3 Celem niniejszego *Rozdziału 14* jest zapewnienie bezpiecznej nawigacji.

14.2 Określenia

- .1** *Cyfrowe selektywne wywołanie (DSC)* – technika wykorzystująca kody cyfrowe, umożliwiająca stacji radiowej nawiązanie łączności i przekazanie informacji do innej stacji radiowej lub do grupy stacji, spełniająca odpowiednie zalecenia Sektora Radiokomunikacji Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego (ITU-R).
- .2** *Lokalizacja* – określanie pozycji statków, samolotów, jednostek ratunkowych lub osób znajdujących się w niebezpieczeństwie.
- .3** *Morskie informacje bezpieczeństwa (MSI)* – ostrzeżenia nawigacyjne i meteorologiczne, prognozy pogody i inne pilne wiadomości dla statków związane z bezpieczeństwem, rozgłaszane drogą radiową.
- .4** *Radiokomunikacja ogólna* – łączność inna niż łączność w niebezpieczeństwie, łączność pilna i dotycząca bezpieczeństwa.
- .5** *Satelitarna radiopława awaryjna (EPIRB)* – urządzenie pracujące w zakresie częstotliwości 406,0-406,1 MHz, zdolne do nadawania alarmu o niebezpieczeństwie za pośrednictwem satelity do centrum koordynacji ratownictwa oraz przesyłania sygnałów umożliwiających lokalizację na miejscu zdarzenia.
- .6** *Stopień autonomii 2* – patrz 3.3.1.

14.3 Zakres nadzoru

14.3.1 Ogólne zasady dotyczące przeglądów urządzeń radiowych podane są w *Rozdziale 11 – Zasady nadzoru urządzeń wymaganych przez Administrację*.

14.3.2 Instalację urządzeń radiowych na jednostce oraz ich uruchomienie może przeprowadzać jedynie firma serwisowa uznana przez PRS zgodnie z *Publikacją 51/P – Zasady uznawania firm serwisowych*. Odbioru instalacji oraz działania urządzeń dokonuje inspektor PRS.

14.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia radiowego

Przed rozpoczęciem budowy jednostki, której wyposażenie objęte jest wymaganiami niniejszych *Wytycznych*, należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia dokumentację techniczną w następującym zakresie:

- .1** Opis techniczny zawierający warunki techniczne;
- .2** Schemat ideowy;
- .3** Rysunki widoku ogólnego urządzenia oraz w stanie otwartym;

- .4 Schemat montażowo-instalacyjny;
- .5 Wykaz części urządzenia;
- .6 Wykaz części zapasowych;
- .7 Program prób.

14.5 Zakres wyposażenia w urządzenia radiowe

14.5.1 Wymagania ogólne

Każda jednostka znajdująca się w morzu powinna być zdolna do spełniania następujących wymagań funkcjonalnych:

- .1 realizację funkcji GMDSS, którymi są:
 - nadawania alarmów o niebezpieczeństwie z jednostki na brzeg za pomocą co najmniej dwóch oddzielnych i niezależnych środków łączności, z których każdy wykorzystuje różną służbę radiokomunikacyjną;
 - odbioru na jednostce alarmów o niebezpieczeństwie nadawanych z brzegu;
 - nadawania i odbioru alarmów o niebezpieczeństwie przesyłanych między statkami;
 - dwukierunkowej (nadawanie i odbiór) łączności koordynującej akcje poszukiwania i ratownictwa morskiego;
 - dwukierunkowej łączności na miejscu zdarzenia;
 - nadawania oraz odbioru sygnałów lokalizacji;
 - nadawania i odbioru morskich informacji bezpieczeństwa (MSI);
 - nadawania i odbioru komunikatów pilnych i dotyczących bezpieczeństwa;
 - dwukierunkowej łączności mostek – mostek; oraz
- .2 nadawania i odbioru ogólnej radiokomunikacji.

14.5.2 Wyposażenie radiowe

Każda jednostka o stopniu autonomii 2 powinna być wyposażona w:

- .1 Radiotelefon VHF z DSC z niezależnym źródłem zasilania
- .2 Radiotelefon MF z DSC (dotyczy A2. W rejonie Morza Bałtyckiego dotyczy jednostek uprawiających żeglugę w odległości co najmniej 20 Mm od brzegu, jeżeli nie posiadają radiopławy awaryjnej 406 MHz)
- .3 Radiotelefon przenośny do łączności dwukierunkowej (2 szt.)
- .4 Radiopława awaryjna 406 MHz (dotyczy wszystkich jednostek w żegludze międzynarodowej oraz jednostek w żegludze krajowej uprawiających żeglugę w odległości co najmniej 20 Mm od brzegu, jeżeli nie posiadają radiotelefonu MF z DSC).

14.5.3 Nasłuch radiowy

14.5.3.1 Każda jednostka, gdy znajduje się w morzu, powinna utrzymywać ciągły nasłuch radiowy do celów łączności w niebezpieczeństwie, łączności pilnej i do zapewnienia bezpieczeństwa.

14.5.3.2 Każda jednostka, gdy znajduje się w morzu, powinna utrzymywać ciągły nasłuch radiowy do celów transmisji komunikatów MSI oraz informacji związanych z poszukiwaniem i ratownictwem na odpowiedniej częstotliwości lub częstotliwościach, na których takie informacje są nadawane dla obszaru, po którym statek żegluje.

14.5.3.3 Każda jednostka, gdy znajduje się w morzu, powinna, jeżeli jest to możliwe, prowadzić ciągły nasłuch, sprawowany z miejsca, z którego normalnie jest nawigowany na:

- kanale 16 VHF; oraz
- innej, odpowiedniej częstotliwości dla łączności pilnej i do zapewnienia bezpieczeństwa dla obszaru, po którym statek żegluje.

14.5.4 Uaktualnianie pozycji jednostki autonomicznej

14.5.4.1 Do wszystkich urządzeń do łączności dwukierunkowej zainstalowanych na jednostce, do których ma zastosowanie niniejszy *Rozdział 14*, zdolnych do automatycznego wprowadzania informacji o pozycji jednostki do sygnału alarmowego, taka informacja powinna być dostarczana automatycznie z wbudowanego do nich lub z zewnętrznego odbiornika nawigacyjnego.

14.5.4.2 W przypadku nieprawidłowego działania wewnętrznego lub zewnętrznego odbiornika nawigacyjnego, informacja o pozycji jednostki i czas jej wprowadzania powinny być uaktualniane ręcznie w odstępach czasu nieprzekraczających 4 godzin, gdy jednostka jest w morzu, tak aby informacja taka była zawsze przygotowana do nadania przez te urządzenia.

14.6 Źródła zasilania

14.6.1 Wszystkie urządzenia radiowe powinny być zasilane z oddzielnych obwodów rozdzielnic urządzeń radiowych. Rozdzielnica urządzeń radiowych powinna być zasilana niezależnymi obwodami z podstawowego i awaryjnego źródła zasilania.

14.6.2 Brak jakiegokolwiek zasilania do rozdzielnic powinien uruchamiać sygnalizację w Centrum zdalnego sterowania ROC i sygnalizację dźwiękową i świetlną na mostku dla jednostki ze stopniem autonomii 2.

14.6.3 Każdy odbiornik powinien być podłączony oddzielnym obwodem do rozdzielnic i posiadać oddzielne zabezpieczenie.

14.6.4 Podczas gdy jednostka znajduje się w morzu, powinna być stale dostępna energia elektryczna wystarczająca do działania instalacji radiowych oraz ładowania akumulatorów/baterii wykorzystywanych jako rezerwowe źródło lub źródła energii dla instalacji radiowych.

14.6.5 Każda jednostka powinna być wyposażony w rezerwowe źródło lub źródła energii do zasilania urządzeń radiowych, umożliwiające utrzymanie łączności w niebezpieczeństwie i dla zapewnienia bezpieczeństwa w przypadku uszkodzenia podstawowego i awaryjnego źródła energii elektrycznej na jednostce. Rezerwowe źródło lub źródła energii elektrycznej powinny być zdolne do jednoczesnego zasilania urządzenia radiowego VHF oraz MF, jeżeli jest wymagane niniejszymi *Wytycznymi*. Czas przez jaki powinno działać rezerwowe źródło energii powinien być każdorazowo uzgodniony z PRS.

14.7 Wymagania instalacyjne dla urządzeń radiowych

14.7.1 Urządzenia radiowe powinny być zainstalowane na stanowisku sterowania w taki sposób, aby obsługująca je osoba była zwrócona twarzą w kierunku ruchu jednostki i miała zapewnioną dobrą widoczność w tym kierunku. W pobliżu miejsca ustawienia urządzeń radiowych należy przewidzieć zegar.

14.7.2 Urządzenia radiowe mogą być montowane na stole lub na ścianie. Mogą być instalowane oddzielnie lub jako radiostacja kompleksowa w postaci tzw. Konsoli GMDSS. Spośród dokumentów, powinny znajdować się na jednostce, w formie papierowej bądź elektronicznej, w pobliżu miejsca zainstalowania urządzeń radiowych należy przechowywać:

- .1 instrukcję obsługi każdego urządzenia;
- .2 instrukcje serwisowe wszystkich urządzeń, jeśli zadeklarowano gotowość eksploatacyjną jednostki „w morzu”;
- .3 spis sygnałów wywoławczych i cyfrowych kodów identyfikacyjnych morskich stacji ruchomych i morskiej ruchomej służby satelitarnej;
- .4 spis stacji brzegowych i naziemnych stacji brzegowych systemu GMDSS, realizujących korespondencję ogólną i nadających komunikaty MSI;
- .5 spis stacji na jednostce;
- .6 podręcznik morskiej służby ruchomej i morskiej ruchomej służby satelitarnej.

14.7.3 Każde urządzenie radiowe powinno być:

- .1 tak umieszczone, aby żadne szkodliwe zakłócenia pochodzenia mechanicznego, elektrycznego lub innego nie przeszkadzały w jego prawidłowym działaniu oraz aby była zapewniona elektromagnetyczna kompatybilność z innymi urządzeniami i systemami oraz wykluczone ich szkodliwe wzajemne oddziaływanie;
- .2 umieszczone w sposób zapewniający możliwie najwyższy stopień bezpieczeństwa i dostępności operacyjnej;
- .3 zabezpieczone przed szkodliwym wpływem wody, ekstremalnych temperatur oraz innych niekorzystnych warunków środowiskowych;
- .4 wyposażone w niezawodne, trwale rozmieszczone oświetlenie elektryczne, niezależne od głównego i awaryjnego źródła zasilania, zapewniające odpowiednie oświetlenie radiowych elementów sterujących do obsługi instalacji radiowej;
- .5 wyraźnie oznaczone identyfikatorami GMDSS, odpowiednio, do wykorzystania przez operatora instalacji radiowej.

14.7.4 Samospływającą satelitarną radiopławę awaryjną EPIRB (jeżeli znajduje się na jednostce) należy zamocować na otwartym pokładzie w taki sposób, aby nie ulegała przemieszczaniu w ekstremalnych warunkach eksploatacji i zostawała na powierzchni wody w przypadku zatonięcia jednostki.

14.7.5 Baterie akumulatorów, stanowiące rezerwowe źródło energii elektrycznej, powinny być tak umieszczane i zainstalowane, aby zapewnić: (wg SOLAS IV/13.7)

- .1 najłatwiejszą obsługę;
- .2 racjonalny czas eksploatacji;
- .3 wysoki poziom bezpieczeństwa;
- .4 utrzymywanie temperatury baterii w zakresie przewidzianym przez producenta podczas ładowania, jak i bez obciążenia; oraz
- .5 pracę całkowicie naładowanej baterii przez co najmniej minimalną wymaganą liczbę godzin w każdych warunkach pogodowych.

14.7.6 Baterie akumulatorów powinny być instalowane w możliwie najmniejszej odległości od urządzeń radiowych. W celu utrzymania w czasie eksploatacji minimalnej wymaganej pojemności baterii należy instalować je w zamkniętym pomieszczeniu akumulatorowym z odpowiednią wentylacją i temperaturą mieszczącą się w zakresie od +15°C do +35°C. Baterie przewidziane do instalowania na zewnątrz powinny wytrzymywać zmiany temperatur w zakresie od -20 °C do

+55 °C. Urządzenia elektryczne i urządzenia do ładowania znajdujące się w pomieszczeniu akumulatorów powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym. Baterie powinny być tak umieszczone, aby zachowana była między nimi odpowiednia odległość, umożliwiającą dokonywanie inspekcji i konserwacji.

14.8 Montaż sieci kablowej

14.8.1 Cała sieć kablowa, związana z okrętowymi urządzeniami radiowymi, powinna być położona przy zastosowaniu kabli ekranowanych, z zachowaniem ciągłości ekranowania. W miejscach wprowadzenia kabli do pomieszczeń, w których zainstalowane są odbiorniki, ekrany kabli należy uziemić.

14.8.2 Kable obwodów antenowych należy układać oddzielnie od kabli innego przeznaczenia. Jeżeli nie ma takiej możliwości, należy stosować kable z podwójnym ekranem.

14.8.3 Wewnętrzne promienie gięcia kabli specjalnych i kabli współosiowych o dużej średnicy nie powinny być mniejsze od wartości podanych przez producenta.

14.9 Anteny

14.9.1 Anteny urządzeń radiowych należy instalować zgodnie z wytycznymi producentów tych urządzeń oraz zaleceń PRS.

14.9.2 Anteny odbiorcze powinny być takiej konstrukcji i tak rozmieszczone, aby wzajemne oddziaływanie z wszystkimi antenami nadawczymi i między sobą było minimalne.

14.9.3 Przewody anten i ich sprowadzeń nie powinny znajdować się bliżej niż 1m od kominów, masztów i innych metalowych części jednostki. Anteny powinny być umieszczone w taki sposób, aby nie mogły dotykać konstrukcji metalowych jednostki w dowolnych warunkach jego eksploatacji.

14.9.4 Oddzielne elementy anten masztowych, takie jak przewody, pręty i izolatory, powinny dawać się łatwo zmieniać. Zaleca się, aby konstrukcja anten masztowych umożliwiała ich kładzenie.

14.9.5 Anteny odbiorników radiofonicznych i powinny być jak najbardziej oddalone od wszystkich anten o przeznaczeniu służbowym.

14.9.6 Antena VHF powinna być umieszczona możliwie wysoko w taki sposób, aby na drodze rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w miarę możliwości nie było przeszkód wokół całego horyzontu. Anteny VHF powinny być umieszczone w odległości większej niż 1 m od równoległych do nich konstrukcji przewodzących.

15 URZĄDZENIA NAWIGACYJNE

15.1 Postanowienia ogólne

15.1.1 Niniejszy *Rozdział 15* ma zastosowanie do jednostek o stopniu autonomii 2. Ustala wymagania techniczne dla urządzeń radiowych jednostki oraz określa zakres wyposażenia jednostek w te urządzenia, sposób ich instalacji.

15.1.2 Wyposażenie nawigacyjne, dla jednostek o stopniu autonomii 3 oraz 4, powinno każdorazowo zostać ustalone z Centralą PRS.

15.1.3 Celem niniejszego *Rozdziału 15* jest zapewnienie bezpiecznej nawigacji.

15.2 Określenia

- .1** *GPS* – Globalny System Określania Pozycji
- .2** *Elektroniczna mapa nawigacyjna (ENC)* – standardowa co do zawartości, struktury i formatu baza danych, wydawana przez biura hydrograficzne autoryzowane przez Administrację do zastosowania we wskaźnikach ECDIS
- .3** *Stopień autonomii 2* – patrz 3.3.1.

15.3 Zakres nadzoru

15.3.1 Ogólne zasady dotyczące przeglądów urządzeń nawigacyjnych podane są w *Rozdziale 11 – Zasady nadzoru urządzeń wymaganych przez Administrację*.

15.3.2 Instalację urządzeń nawigacyjnych na jednostce oraz ich uruchomienie może przeprowadzać jedynie firma serwisowa uznana przez PRS zgodnie z *Publikacją 51/P – Zasady uznawania firm serwisowych*. Odbioru instalacji oraz działania urządzeń dokonuje inspektor PRS.

15.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia nawigacyjnego

Przed rozpoczęciem budowy jednostki (lub przed odpowiednią fazą jego wyposażania) należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia niżej wymienioną dokumentację techniczną instalacji wyposażenia objętego wymaganiami niniejszego *Rozdziału 15*, w zakresie dostosowanym do rodzaju jednostki:

- .1** opis techniczny jednostki i jego wyposażenia objętego wymaganiami niniejszego *Rozdziału 15*,
- .2** wykaz urządzeń nawigacyjnych z podaniem typów i producentów,
- .3** schematy zasadnicze instalacji urządzeń nawigacyjnych z podaniem typów kabli, źródeł zasilania oraz opisem pomieszczeń, w których znajdują się poszczególne bloki urządzeń,
- .4** plany rozmieszczenia urządzeń nawigacyjnych i ich źródeł zasilania we wszystkich pomieszczeniach, w których one występują wraz z pokazaniem urządzeń ogrzewania, wentylacji, sygnalizacji i oświetlenia,
- .5** określenie sposobu uziemienia urządzeń,
- .6** środki ochrony odbioru radiowego przed zakłóceniami wywoływanymi przez urządzenia elektryczne jednostki,
- .7** plan anten wspólny dla urządzeń radiowych i nawigacyjnych (co najmniej w 2 rzutach).

15.5 Zakres wyposażenia jednostek w urządzenia nawigacyjne

15.5.1 Wyposażenie nawigacyjne

Każda jednostka o stopniu autonomii 2 powinna być wyposażona w:

- .1 Kompas magnetyczny główny z aktualnym atestem i aktualna tabelą dewiacji,
- .2 Kompas magnetyczny sterowy (nie jest wymagany, jeżeli informacja z kompasu głównego o kursie jest dostępna dla sternika w miejscu sterowania,
- .3 Namiernik,
- .4 Mapy nawigacyjne lub ECDIS (odpowiednie do trasy planowanego rejsu. Nie dotyczy łodzi otwartopokładowych),
- .5 Radar (nie dotyczy łodzi w żegludze portowej, osłoniętej i krajowej do 20 Mm od brzegu),
- .6 Reflektor radarowy,
- .7 GPS,
- .8 Echosonda lub sonda ręczna,
- .9 Telefon lub inne urządzenie przekazujące kurs do awaryjnego stanowiska sterowego (jeżeli takie stanowisko znajduje się na jednostce).

15.5.2 Wyposażenie dodatkowe

PRS dopuszcza instalowanie dodatkowych urządzeń nawigacyjnych niewymienionych w niniejszym *Rozdziale 15*, pod warunkiem, że ich rozmieszczenie i eksploatacja nie będą wpływały na działanie i nie będą utrudniały obsługi podstawowych urządzeń nawigacyjnych. Urządzenia takowe muszą zostać każdorazowo uzgodnione z PRS. Dotyczy to również urządzeń, nie będących urządzeniami nawigacyjnymi, zależnych od wykonywanej pracy jednostki (np. urządzenia hydrograficzne).

15.6 Rozmieszczenie urządzeń nawigacyjnych

15.6.1 Urządzenia nawigacyjne należy instalować na stanowisku sterowania, jeżeli takie jest wydzielone.

15.6.2 Anteny, przetworniki, czujniki i przetwornice urządzeń nawigacyjnych należy instalować zgodnie z wytycznymi producentów tych urządzeń, uwzględniając wymagania zawarte w niniejszym *Rozdziale 15*.

15.6.3 Rozplanowanie stanowiska sterowania oraz rozmieszczenie i układ poszczególnych stanowisk roboczych powinny zapewniać wymagane pole widzenia dla wszystkich funkcji realizowanych na mostku.

15.6.4 Stanowisko sterowania może być obsługiwane zarówno w pozycji stojącej, jak i siedzącej, z zapewnieniem optymalnej widoczności. Na stanowisku powinna być prezentowana zintegrowana informacja o parametrach ruchu jednostki i sytuacji nawigacyjnej wokół niego, będąca podstawą do podejmowania decyzji o zmianie parametrów ruchu jednostki (kurs i prędkość) oraz powinny znajdować się urządzenia wykonawcze umożliwiające zmianę tych parametrów. Urządzenia instalowane na stanowiskach nawigacji i manewrowania należy umieszczać dostatecznie blisko siebie, tak aby jednemu nawigatorowi umożliwić prowadzenie działalności na mostku i uzyskanie wszelkich niezbędnych informacji pozwalających wypełnić jego zadania z jednego stanowiska roboczego, lecz bez ograniczania do ściśle określonego miejsca.

15.6.5 Stanowisko sterowania powinno zapewniać informację o parametrach ruchu jednostki i sytuacji nawigacyjnej oraz umożliwiać sprawowanie funkcji kontrolnych lub doradczych przez kapitana i/lub pilota. Ze stanowiska monitorowania powinna być dobra widoczność i słyszalność osób znajdujących się na stanowiskach nawigacji, manewrowania i sterowania. Stanowisko monitorowania może być obsługiwane zarówno w pozycji stojącej, jak i siedzącej, z zapewnieniem dobrej widoczności.

15.6.6 Stanowisko sterowania ręcznego jest to stanowisko przeznaczone do ręcznego sterowania jednostką przez sternika. Zaleca się umieszczać je w osi jednostki.

15.6.7 Każde stanowisko robocze powinno być wyposażone w zestaw urządzeń umożliwiających realizację funkcji tego stanowiska.

15.7 Źródła zasilania

15.7.1 Wszystkie urządzenia (z wyjątkiem żyrokompasu) powinny być zasilane z oddzielnych obwodów rozdzielnic urządzeń nawigacyjnych. Dopuszcza się zasilanie tych urządzeń z pulpitu kontrolno-sterowniczego sterowni.

15.7.2 Rozdzielnica urządzeń nawigacyjnych powinna być zasilana niezależnymi obwodami z podstawowego i awaryjnego źródła zasilania. Kable tych obwodów należy układać różnymi trasami, w miarę możliwości maksymalnie oddalonymi od siebie zarówno w pionie, jak i w poziomie. Należy zapewnić możliwość szybkiego przełączania źródeł zasilania.

15.7.3 Brak jakiegokolwiek zasilania do rozdzielnic powinien uruchamiać sygnalizację dźwiękową i świetlną na stanowisku sterowania. Każdy odbiornik powinien być podłączony oddzielnym obwodem do rozdzielnic i posiadać oddzielne zabezpieczenie.

15.8 Ogólne wymagania instalacyjne dla urządzeń nawigacyjnych

15.8.1 Tam, gdzie zestaw kilku urządzeń umożliwia realizację dodatkowych funkcji w stosunku do minimalnych wymagań Przepisów, wykorzystanie tych dodatkowych funkcji, jak również uszkodzenie któregośkolwiek z urządzeń, nie powinno pogarszać pracy urządzeń podstawowych.

15.8.2 Ilość elementów obsługi, ich kształt i sposób działania, umiejscowienie i wielkość powinny zapewniać łatwą, szybką i skuteczną obsługę urządzenia. Elementy powinny być tak rozmieszczone, aby zminimalizować możliwość przypadkowego operowania nimi.

15.8.3 Wszystkie elementy obsługi powinny umożliwiać łatwe przeprowadzenie strojenia i łatwe identyfikowanie z normalnej pozycji obsługi urządzenia. Elementy niewykorzystywane podczas bieżącej obsługi urządzenia nie powinny być łatwo dostępne.

15.8.4 Należy zapewnić wystarczające podświetlenie płyty czołowej urządzenia, umożliwiające identyfikację elementów obsługi i ułatwiające odczyt wskaźników o każdej porze. Należy zapewnić możliwość ściemniania podświetlenia każdego urządzenia, które mogłoby przeszkadzać w nawigacji.

15.8.5 Niewłaściwe użycie elementów obsługi nie może spowodować uszkodzeń urządzenia ani obrażeń personelu.

15.8.6 Urządzenia powinny być zabezpieczone przed skutkami nadmiernego natężenia prądu i zbyt wysokiego napięcia, stanów nieustalonych i przypadkowej zmiany biegunowości źródła zasilania. Jeżeli przewidziano zasilanie urządzenia z więcej niż jednego źródła zasilania, należy przewidzieć szybkie przełączanie z jednego źródła na drugie.

15.8.7 Urządzenia powinny być przystosowane do ciągłej pracy w warunkach różnych stanów morza, ruchu jednostki, wibracji, wilgoci i temperatur mogących występować na jednostce.

15.9 Montaż sieci kablowej

15.9.1 Cała sieć kablowa, związana z okrętowymi urządzeniami nawigacyjnymi, powinna być położona przy zastosowaniu kabli ekranowanych, z zachowaniem ciągłości ekranowania.

15.9.2 Kable obwodów antenowych należy układać oddzielnie od kabli innego przeznaczenia. Jeżeli nie ma takiej możliwości, należy stosować kable z podwójnym ekranem.

15.9.3 Wewnętrzne promienie gięcia kabli specjalnych i kabli współosiowych o dużej średnicy nie powinny być mniejsze od wartości podanych przez producenta.

15.10 Anteny

15.10.1 Anteny urządzeń radiowych należy instalować zgodnie z wytycznymi producentów tych urządzeń oraz zaleceń PRS.

15.10.2 Kable przetworników ewentualnych echosond i logów przechodzące przez pomieszczenia położone poniżej pokładu grodziowego należy prowadzić w rurach metalowych z zachowaniem ich szczelności i ciągłości przewodności elektrycznej.

15.10.3 Kable obwodów antenowych oraz kable przetworników echosond należy układać oddzielnie od kabli innego przeznaczenia. Jeżeli nie ma takiej możliwości, należy stosować kable z podwójnym ekranem.

15.10.4 Wewnętrzne promienie gięcia kabli specjalnych (np. falowodowych) nie powinny być mniejsze od wartości podanych przez producenta.

16 CENTRUM ZDALNEGO STEROWANIA

16.1 Postanowienia ogólne

Niniejszy *Rozdział 16* ma zastosowanie do wszystkich stopni autonomii. Ustala podstawowe wymagania techniczne dla centrów zdalnego sterowania oraz określa minimalny zakres wyposażenia w wymagane urządzenia.

16.2 Określenia

- .1 *Centrum zdalnego sterowania (ROC)* – patrz 1.3.2.
- .2 *Interfejs człowiek-maszyna (HMI)* – patrz 3.2.2.
- .3 *Ramy eksploatacyjne* – patrz 1.3.14.
- .4 *Zdalny operator* – patrz 1.3.19.
- .5 *Stanowisko zdalnego sterowania* – patrz 1.3.15.

16.3 Zakres nadzoru

Ogólne zasady dotyczące przeglądów centrum zdalnego sterowania podane są w *Rozdziale 11 – Zasady nadzoru urządzeń wymaganych przez Administrację*.

16.4 Dokumentacja techniczna wyposażenia ROC

Przed rozpoczęciem budowy ROC (lub przed odpowiednią fazą jego wyposażania) należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia niżej wymienioną dokumentację techniczną instalacji wyposażenia objętego wymaganiami niniejszego *Rozdziału 16*:

- .1 opis techniczny ROC i jego wyposażenia objętego wymaganiami niniejszego *Rozdziału 16*,
- .2 wykaz urządzeń nawigacyjnych, radiowych z podaniem typów i producentów,
- .3 wykaz urządzeń dodatkowych potrzebnych do kontrolowania jednostek autonomicznych,
- .4 schematy zasadnicze instalacji urządzeń z podaniem typów kabli, źródeł zasilania oraz opisem pomieszczeń, w których znajdują się poszczególne bloki urządzeń,
- .5 plany rozmieszczenia wszystkich zainstalowanych urządzeń.

16.5 Projektowanie i obsługa centrów zdalnego sterownia

16.5.1 Do podstawowych funkcji ROC należą: ciągłe monitorowanie operacji jednostki, nawigacja i sterowanie, ustanawianie łączności komunikacyjnych, wspomaganie decyzji oraz konserwacja i diagnostyka systemów i urządzeń pokładowych.

16.5.2 Projektowanie ROC dla jednostek autonomicznych obejmuje takie zagadnienia, jak infrastruktura fizyczna, integracja technologiczna, projekt interfejsu człowiek-maszyna (HMI) oraz środki redundancji. ROC powinny być wyposażone w konsole operatorskie, duże ekrany, systemy komunikacji i zasilacze awaryjne, aby zapewnić nieprzerwane działanie. Integracja zaawansowanych technologii, takich jak sztuczna inteligencja (AI), uczenie maszynowe (ML), Internet Rzeczy (IoT), oraz solidne środki cyberbezpieczeństwa, ma kluczowe znaczenie dla zarządzania bezpieczeństwem danych i wydajnością operacyjną.

16.5.3 ROC wymagają szybkiego łącza szerokopasmowego i systemów komunikacji satelitarnej, aby zapewnić ciągłą łączność ze jednostkami autonomicznymi. Zaawansowane narzędzia analizy danych i techniki wizualizacji wspierają monitorowanie w czasie rzeczywistym, a algorytmy oparte na sztucznej inteligencji ułatwiają autonomiczne podejmowanie decyzji w zakresie nawi-

gacji i optymalizacji operacyjnej. Solidne protokoły cyberbezpieczeństwa są niezbędne do ochrony integralności danych i zapewnienia zgodności z międzynarodowymi standardami. Skuteczne działanie ROC opiera się na zdefiniowanych procedurach operacyjnych, kompleksowych programach szkoleniowych dla personelu, strategiach oceny i ograniczania ryzyka oraz przestrzeganiu przepisów międzynarodowych. Protokoły operacyjne obejmują rutynowe operacje, reagowanie w sytuacjach awaryjnych, zarządzanie kryzysowe oraz zgodność z przepisami IMO dotyczącymi autonomicznej żeglugi, normami cyberbezpieczeństwa oraz wymogami bezpieczeństwa operacyjnego.

16.6 Funkcje i obowiązki ROC

16.6.1 Wsparcie decyzyjne

Operatorzy powinni mieć możliwość analizowania napływających danych, w czasie rzeczywistym, dla oceny warunków operacyjnych i podejmowania świadomej decyzji. Muszą mieć możliwość interweniowania w razie potrzeby, np. zmieniając kurs w celu uniknięcia zagrożenia lub inicjując procedury awaryjne we współpracy z pokładowymi systemami autonomicznymi.

16.6.2 Skuteczna komunikacja

Operatorzy powinni mieć możliwość utrzymywania stałego kontaktu z autonomicznymi jednostkami, władzami morskimi i innymi zainteresowanymi stronami w celu wymiany kluczowych informacji i koordynacji działań operacyjnych. Jasna i terminowa komunikacja ma na celu sprawną nawigację, zarządzanie incydentami i przestrzeganie przepisów, zapewniając bezproblemową integrację autonomicznych jednostek z ruchem morskim. Personel ROC powinien również być odpowiedzialny za konserwację systemu i rozwiązywanie problemów. Nadzoruje on działanie systemów pokładowych poprzez zdalną diagnostykę i funkcje rozwiązywania problemów, identyfikując i rozwiązując problemy techniczne w miarę ich pojawiania się. Regularne kontrole i aktualizacje systemów powinny być przeprowadzane w celu zapewnienia niezawodności i wydajności operacji jednostek, minimalizacji przestojów i optymalizacji wydajności.

16.6.3 Zarządzanie danymi i analiza

Operatorzy zarządzający ogromnymi ilościami danych generowanych przez autonomiczne jednostki, w tym dziennikami nawigacyjnymi, odczytami czujników i raportami operacyjnymi powinni być odpowiednio wyszkoleni oraz posiadać umiejętności odczytywania i wykorzystywania powyższych danych w procesie decyzyjnym. Podejmowanie decyzji w oparciu o dane powinno zwiększa efektywność operacyjną, a nie stwarzać niebezpieczeństwo.

16.6.4 Bezpieczeństwo i zgodność

Operatorzy powinni przestrzegać rygorystyczne protokoły bezpieczeństwa, przeprowadzać ocenę ryzyka i wdrażać procedury reagowania awaryjnego w celu zabezpieczenia autonomicznych operacji i ograniczenia zagrożeń środowiskowych. Programy szkoleniowe i rozwojowe powinny zapewniać, że personel jest wyposażony w niezbędne umiejętności do efektywnego zarządzania autonomicznymi operacjami jednostek i dostosowywania się do zmieniających się postępów technologicznych.

16.7 Wymagania funkcjonalne ROC

16.7.1 ROC powinien znajdować się w odpowiedniej lokalizacji, aby umożliwić bezpieczne i pewne zdalne sterowanie.

16.7.2 ROC powinien posiadać:

- .1 urządzenia bezpieczne i chronione przed nieautoryzowanym dostępem;
- .2 środki umożliwiające niezawodną łączność i komunikację między ROC a jednostką autonomiczną, osobami trzecimi i osobami na pokładzie;
- .3 urządzenia umożliwiające dostęp do certyfikatów i innych dokumentów wymaganych do wykazania zgodności jednostek autonomicznych z obowiązującymi wymogami międzynarodowymi, krajowymi i regionalnymi oraz ich udostępnianie;
- .4 rozwiązania zapewniające, że awaria i późniejsze przywrócenie ROC nie spowodują niebezpiecznego stanu lub niedopuszczalnego ryzyka na lub wokół eksploatowanej jednostki autonomicznej;
- .5 zweryfikowane i zatwierdzone systemy wspierające jego działanie;
- .6 wystarczającą liczbę odpowiednio wykwalifikowanych operatorów, aby umożliwić bezpieczne sterowanie jednostką autonomiczną; oraz
- .7 urządzenia zapewniające przechowywanie danych i informacji wykorzystywanych, generowanych, wysyłanych lub odbieranych w niezawodnym i zabezpieczonym przed manipulacją magazynie, z zachowaniem odpowiedniego standardu jakości danych, uwzględniając wymagania dotyczące rejestratorów danych podróży.

16.8 Wymagania funkcjonalne stanowisko zdalnego sterowania

16.8.1 Należy zapewnić stanowisko zdalnego sterowania, aby zapewnić bezpieczne i pewne zdalne sterowanie.

16.8.2 Stanowisko zdalnego sterowania powinno:

- .1 posiadać odpowiednie zweryfikowane i zatwierdzone systemy;
- .2 posiadać środki do monitorowania komunikacji i informacji odbieranych lub przesyłanych przez jednostkę autonomiczną oraz do komunikacji za pośrednictwem jednostki autonomicznej zgodnie z odpowiednimi wymaganiami komunikacyjnymi;
- .3 dostarczać wystarczające i dokładne dane i informacje, aby umożliwić zdalnym operatorom skuteczne wykonywanie ich roli;
- .4 być w pełni kompatybilna z przypisanymi jej systemami jednostki autonomicznej;
- .5 być testowana w celu zapewnienia, że podczas instalacji i aktualizacji systemu(-ów) powiązane wyposażenie i urządzenia pokładowe charakteryzują się odpowiednią kompatybilnością i interoperacyjnością;
- .6 zapewnić, że awaria i przywrócenie działania stacji sterowania nie spowoduje niebezpiecznego stanu lub niedopuszczalnego ryzyka na lub wokół eksploatowanej jednostki autonomicznej; oraz
- .7 być zaprojektowana i obsługiwana w taki sposób, aby jej lokalizacja nie wpływała na jej zdolność do sterowania jednostką autonomiczną.

16.8.3 Należy zapewnić sprawdzone i zatwierdzone systemy oraz interfejsy pomiędzy stanowiskami zdalnego sterowania a systemem jednostki autonomicznej, aby mieć pewność, że operatorzy zdalni będą mogli obsługiwać system bezpiecznie i pewnie.

Cel ten zostanie osiągnięty poprzez zapewnienie, że zdalni operatorzy będą w stanie:

- .1 sprawować wachtę, w stosownych przypadkach i w sposób zgodny z zasadami pełnienia wachty (obsada, szkolenie i pełnienie wachty);
- .2 skutecznie i bezpiecznie wysyłać i odbierać wystarczające, terminowe i dokładne informacje/polecenia między ROC, jednostką autonomiczną, osobami trzecimi i osobami na pokładzie;

- .3 podejmować wszelkie decyzje niezbędne do zapewnienia bezpiecznego zdalnego sterowania jednostką autonomiczną, w tym wsparcia w przypadku opuszczenia jednostki autonomicznej;
- .4 znać stan łączności stacji zdalnego sterowania z jednostką autonomiczną oraz w stosownych przypadkach, ze stronami trzecimi;
- .5 wiedzieć, które systemy mogą być kontrolowane i skąd odbywa się kontrola;
- .6 wiedzieć, kiedy warunki na jednostce autonomicznej lub w ROC odbiegają od ram eksploatacyjnych; oraz
- .7 monitorować stan i działanie sprzętu i systemów oraz podejmować działania w celu ograniczenia ryzyka.

16.9 Bezpieczne przekazywanie operacji

Bezpieczne przekazanie operacji jednostki autonomicznej zostanie osiągnięte poprzez zapewnienie, że:

- .1 możliwe jest przesłanie i synchronizacja wszystkich niezbędnych informacji między stacją zdalnego sterowania, ROC a jednostką autonomiczną;
- .2 operacja może zostać przekazana bezpiecznie i pewnie w przypadku awarii i/lub odzyskiwania lub sytuacji awaryjnej w ROC lub stacji zdalnego sterowania;
- .3 sterowanie nie może być sprawowane z wielu lokalizacji jednocześnie;
- .4 aktualna lokalizacja sterowania jest wyraźnie oznaczona zarówno w ROC, jak i na pokładzie jednostki autonomicznej; oraz
- .5 nie nastąpi utrata kontroli nad jednostką autonomiczną w momencie przekazania operacji.

16.10 Oprogramowanie używane do zdalnego sterowania

16.10.1 Oprogramowanie używane do zdalnego sterowania powinno być odpowiednio zaprojektowane, zarządzane i konserwowane, aby zapewnić bezpieczne i pewne działanie.

16.10.2 Używane oprogramowanie powinno być:

- .1 zaprojektowane zgodnie z wytycznymi wcześniej uzgodnionymi z PRS;
- .2 zintegrowane, zarządzane, konserwowane i obsługiwane przez cały okres eksploatacji;
- .3 zdolne do odbierania, rozpoznawania i wspomagania priorytetyzacji sytuacji awaryjnych i nieawaryjnych występujących na pokładzie jednostki autonomicznej, aby umożliwić operatorom zdalnym skuteczne wypełnianie ich roli; oraz
- .4 prezentowane w formie umożliwiającej operatorom zdalnym zrozumienie informacji przekazywanych do ROC.