



**PRZEPISY**

**PUBLIKACJA 25/P**

**WYMAGANIA TECHNICZNE  
DLA OKRĘTOWYCH UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH**

maj  
2006

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.

GDAŃSK

*Publikacja 25/P – Wymagania techniczne dla okrętowych układów energoelektronicznych – 2006* została zatwierdzona przez Zarząd Polskiego Rejestru Statków S.A. w dniu 28 kwietnia 2006 r. i wchodzi w życie z dniem 31 maja 2006 r.

Niniejsza *Publikacja* zastępuje *Publikację 25/P – Wymagania techniczne dla okrętowych układów energoelektronicznych – 1987*.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2022

PRS/RP, 11/2023

# SPIS TREŚCI

Str.

<b>1</b>	<b>Postanowienia ogólne</b> .....	5
1.1	Zakres zastosowania .....	5
1.2	Określenia .....	5
<b>2</b>	<b>Zalecenia w zakresie parametrów energii elektrycznej</b> .....	6
2.1	Dopuszczalne odchylenia wartości napięcia i jego częstotliwości od wartości znamionowych w okrętowych układach elektroenergetycznych .....	6
2.2	Składowe harmoniczne i interharmoniczne w układach elektroenergetycznych ogólnego użytku .....	6
2.3	Składowe harmoniczne i interharmoniczne w układach elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania odbiorników nieliniowych .....	6
2.4	Asymetria napięcia .....	6
<b>3</b>	<b>Dokumentacja techniczna i obliczenia</b> .....	7
3.1	Dokumentacja techniczna .....	7
<b>4</b>	<b>Wymagania środowiskowe i konstrukcyjne</b> .....	7
4.1	Wymagania środowiskowe .....	7
4.2	Wymagania konstrukcyjne .....	8
<b>5</b>	<b>Próby</b> .....	9
5.1	Próby u producenta .....	9
5.2	Próby na jednostce .....	9



## 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

### 1.1 Zakres zastosowania

1.1.1 Niniejsze wymagania mają zastosowanie, gdy:

- układ energoelektroniczny stanowi podstawową część urządzenia elektrycznego;
- układy energoelektroniczne stanowią podstawową część układu elektroenergetycznego jednostki pływającej.

1.1.2 Niniejsze wymagania dotyczą urządzeń półprzewodnikowych objętych nadzorem PRS i stanowią uzupełnienie do wymagań zawartych w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich*, *Przepisach klasyfikacji i budowy okrętów wojennych* oraz we wszystkich innych Przepisach PRS, w których niniejsza *Publikacja* została przywołana.

1.1.3 Niniejsze wymagania nie dotyczą elementów energoelektronicznych stosowanych w układach elektronicznych małej mocy i układach pomiarowych.

1.1.4 Niniejsze wymagania stosuje się w zakresie zaburzeń przewodzonych niskiej częstotliwości, w zakresie od 50 Hz do 10 kHz, poza wymaganiami określonymi w punktach 2.16, 2.18 i 2.19 z *Publikacji 11/P – Próby środowiskowe wyposażenia statków* lub odpowiednimi wymaganiami *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*. W zakresach wysokiej częstotliwości mają zastosowanie wymagania określone w punktach 2.17, 2.20 i 2.21 z *Publikacji 11/P – Próby środowiskowe wyposażenia statków* lub odpowiednie wymagania *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych*.

### 1.2 Określenia

1.2.1 *Element energoelektroniczny* – element półprzewodnikowy mocy (dioda mocy, tyrystor, tyrystor symetryczny, tranzystor mocy).

1.2.2 *Układ energoelektroniczny* – układ elektryczny służący do przetwarzania energii elektrycznej za pomocą półprzewodnikowych elementów mocy.

1.2.3 *Układy sterowania* – układy elektroniczne przeznaczone do przetwarzania sygnału sterującego w impulsy prądu bramkowego, sterujące elementami energoelektronicznymi.

1.2.4 *Współczynnik zniekształceń albo współczynnik zawartości harmonicznych i interharmonicznych* – stosunek wartości skutecznej pozostałości (mierzonej w paśmie do 10 kHz) po wyeliminowaniu składowej podstawowej do wartości skutecznej składowej podstawowej, wyrażony w procentach.

1.2.5 *Współczynnik udziału poszczególnych wyższych harmonicznych w krzywej napięcia* – stosunek wartości skutecznej poszczególnych wyższych harmonicznych do wartości skutecznej podstawowej składowej napięcia, wyrażony w procentach.

1.2.6 *Współczynnik asymetrii napięciowej* – stosunek największej odchyłki napięcia międzyfazowego (lub fazowego w systemach z uziemionym punktem zerowym) od średniej wartości napięcia międzyfazowego (lub fazowego w systemach z uziemionym punktem zerowym) do tejsze średniej wartości napięcia, wyrażony w procentach.

## 2 ZALECENIA W ZAKRESIE PARAMETRÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

### 2.1 Dopuszczalne odchylenia wartości napięcia i jego częstotliwości od wartości znamionowych w okrętowych układach elektroenergetycznych

2.1.1 W żadnym punkcie okrętowego układu elektroenergetycznego długotrwałe i krótkotrwałe odchylenia napięcia i jego częstotliwości nie mogą przekraczać wartości określonych w mających zastosowanie *Przepisach* (tj. np. w podrozdziale 2.1.3 z *Części VIII – Urządzenia elektryczne i automatyka*).

### 2.2 Składowe harmoniczne i interharmoniczne w układach elektroenergetycznych ogólnego użytku

2.2.1 W układach elektroenergetycznych ogólnego użytku współczynnik zawartości harmonicznych i interharmonicznych, wyznaczany dla wszystkich składowych w paśmie częstotliwości do 50. harmonicznej z rozdzielczością co 5 Hz, nie powinien podczas pomiaru przekraczać 5% w żadnym punkcie szyn rozdzielnic głównych i awaryjnych. Współczynnik udziału poszczególnych wyższych harmonicznych w krzywej napięcia oraz współczynnik zawartości harmonicznych i interharmonicznych wyznaczany łącznie w paśmie od 50. harmonicznej do 10 kHz nie powinien przekroczyć 3%. Powyższe wartości współczynnika zawartości harmonicznych i interharmonicznych (5%) oraz współczynnika udziału poszczególnych harmonicznych i współczynnika zawartości harmonicznych i interharmonicznych wyznaczanego łącznie (3%) odnoszą się do wartości długotrwałych agregowanych, dla czasu agregacji 10 minut. Dla wartości chwilowych (okno pomiarowe 200 ms) rozważane współczynniki mogą osiągać 150% wyżej zdefiniowanej wartości długotrwałej, tj. odpowiednio 7,5% i 4,5%.

### 2.3 Składowe harmoniczne i interharmoniczne w układach elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania odbiorników nieliniowych

2.3.1 W układach elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania odbiorników nieliniowych, takich jak np. napędy elektryczne, w których przeważają przekształtniki energoelektroniczne, współczynnik zawartości harmonicznych i interharmonicznych wyznaczany dla wszystkich składowych w paśmie częstotliwości do 50. harmonicznej z rozdzielczością co 5 Hz nie powinien podczas pomiaru przekraczać 10% w żadnym punkcie szyn rozdzielnic głównych i awaryjnych. Współczynnik udziału poszczególnych wyższych harmonicznych w krzywej napięcia oraz współczynnik zawartości harmonicznych i interharmonicznych, wyznaczany łącznie w paśmie od 50. harmonicznej do 10 kHz, nie powinien przekraczać 6%. Powyższe wartości współczynnika zawartości harmonicznych i interharmonicznych (10%) oraz współczynnika udziału poszczególnych harmonicznych i współczynnika zawartości harmonicznych i interharmonicznych wyznaczanego łącznie (6%) odnoszą się do wartości długotrwałych, dla czasu agregacji 10 minut. Dla wartości chwilowych, tj. dla okna pomiarowego 200 ms, rozważane współczynniki mogą osiągać 150% wyżej zdefiniowanej wartości długotrwałej, tj. odpowiednio 15% i 9%.

### 2.4 Asymetria napięcia

2.4.1 W każdym układzie elektroenergetycznym współczynnik asymetrii napięcia powinien być nie większy niż 3%.

### 3 DOKUMENTACJA TECHNICZNA I OBLICZENIA

#### 3.1 Dokumentacja techniczna

**3.1.1** Przed rozpoczęciem nadzoru nad produkcją układów energoelektronicznych należy przedstawić do rozpatrzenia przez PRS następującą dokumentację:

- opis działania i podstawowe dane charakterystyczne obejmujące typ urządzenia oraz jego moc, napięcie zasilania, sposób komutacji, itp.;
- specyfikację materiałową, w której należy wymienić zastosowane elementy i podać ich charakterystyki techniczne;
- rysunek zestawieniowy z ewentualnymi przekrojami;
- schemat ideowy;
- warunki techniczne oraz program prób;
- informacje szczegółowe na temat proponowanych środków redukcji składowych harmonicznych i interharmonicznych.

**3.1.2** Przed rozpoczęciem budowy, przebudowy lub odbudowy jednostki pływającej należy przedstawić do rozpatrzenia przez PRS następującą dokumentację:

- informacje nt. parametrów znamionowych elektrowni (moce, napięcia i prądy źródeł energii elektrycznej oraz impedancje transformatorów lub reaktancje przejściowe zespołów prądotwórczych);
- zestawienie odbiorników nieliniowych zainstalowanych na jednostce pływającej, z podaniem ich typu, mocy, napięcia zasilania, prądu znamionowego i liczby impulsów;
- informacje szczegółowe na temat proponowanych środków redukcji składowych harmonicznych i interharmonicznych;
- wyniki obliczeń prądu w przewodzie zerowym dla każdej rozdzielnicy w czteroprzewodowym układzie elektroenergetycznym (trójfazowym z przewodem zerowym).

### 4 WYMAGANIA ŚRODOWISKOWE I KONSTRUKCYJNE

#### 4.1 Wymagania środowiskowe

**4.1.1** Układ energoelektroniczny, wraz z poszczególnymi jego elementami, powinien być przystosowany do pracy w warunkach narażeń istniejących na jednostce pływającej. W szczególności należy uwzględnić takie narażenia jak:

- wahania parametrów energii zasilającej,
- wibracje, udary mechaniczne,
- korozja,
- wysoka i niska temperatura,
- podwyższona wilgotność,
- narażenia w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej.

**4.1.2** Układ energoelektroniczny nie powinien wpływać na inne odbiorniki zainstalowane na jednostce, a ponadto powinien być odporny na zaburzenia w zakresie określonym w odnośnych zapisach *Publikacji 11/P* lub *Publikacji 75/P*, odpowiednio. W tym celu należy go poddać próbom emisji zaburzeń oraz odporności na zaburzenia w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej.

**4.1.3** Próby środowiskowe w zakresie odporności i emisji należy przeprowadzić wg 5.1.4.

**4.1.4** Układy energoelektroniczne powinny być tak wykonane, aby spełnione były następujące warunki:

- .1 temperatura żadnego elementu energoelektronicznego nie powinna przekroczyć wartości maksymalnej podanej przez jego wytwórcę, dopuszczalnej przy obciążeniu układu energoelektronicznego jego prądem znamionowym oraz prądami wynikającymi z podanej przeciążalności w warunkach temperatury otoczenia i temperatury czynnika chłodzącego;
- .2 w przypadku zastosowania wentylacji wymuszonej awaria układu wentylacji powinna być sygnalizowana i powinna powodować odłączenie układu, z odpowiednim opóźnieniem;
- .3 elementy energoelektroniczne powinny być tak montowane, aby nie był utrudniony obieg powietrza chłodzącego;
- .4 poszczególne elementy energoelektroniczne powinny być tak dobrane, aby w przypadku eksploatacji w niskich temperaturach nie zostały przekroczone ich dopuszczalne temperatury pracy.

## **4.2 Wymagania konstrukcyjne**

**4.2.1** Układy energoelektroniczne powinny spełniać wymagania odpowiednich norm międzynarodowych w tym zakresie, w szczególności norm serii PN-EN 60146: *Przekształtniki półprzewodnikowe* oraz Publikacji IEC 60092-304: *Instalacje elektryczne statków. Część 304: Przekształtniki półprzewodnikowe*.

**4.2.2** Układy elektrycznego napędu głównego oraz ich podzespoły powinny spełniać dodatkowo wymagania Publikacji IEC 60092-501: *Instalacje elektryczne statków. Część 501: Właściwości specjalne – elektryczny napęd główny*.

**4.2.3** Poszczególne podzespoły stanowiące oddzielne zespoły montażowe układu energoelektronicznego powinny mieć trwałe tabliczki znamionowe umieszczone w widocznym miejscu, zawierające następujące dane:

- nazwę wytwórcy,
- nazwę urządzenia,
- numer fabryczny,
- oznaczenie typu,
- rok wykonania,
- numer normy lub warunków technicznych, podstawowe dane techniczne,
- znak kontroli technicznej,
- miejsce na umieszczenie znaku odbioru instytucji klasyfikacyjnej.

**4.2.4** Metalowa obudowa każdej części układu energoelektronicznego, stanowiącej oddzielny zespół montażowy, powinna mieć zacisk uziemiający zabezpieczony przed korozją i trwale oznaczony symbolem uziemienia.

**4.2.5** Układ energoelektroniczny należy montować w miejscu o możliwie małych wibracjach mechanicznych i zabezpieczyć przed obluzowaniem połączeń elektrycznych i konstrukcyjnych.

**4.2.6** Układ energoelektroniczny w miejscu jego zainstalowania powinien mieć zapewnioną ochronę przed wzrostem temperatury powyżej wartości dopuszczalnej, spowodowanym przez zewnętrzne źródło ciepła.

**4.2.7** Poszczególne elementy układu energoelektronicznego powinny być tak dobrane i zainstalowane, aby ich wymiana nie wymagała demontażu całego urządzenia.



## 5 PRÓBY

### 5.1 Próby u producenta

5.1.1 Próby u producenta układów energoelektronicznych oraz poszczególnych ich podzespołów powinny wykazać, że spełnione są wszystkie wymagania dotyczące:

- .1 podstawowych parametrów technicznych,
- .2 właściwości funkcjonalnych,
- .3 odporności środowiskowej.

5.1.2 Próby dotyczące sprawdzenia podstawowych parametrów technicznych powinny obejmować co najmniej następujące czynności:

- .1 oględziny oraz sprawdzenie dokumentów,
- .2 pomiary rezystancji izolacji,
- .3 próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji,
- .4 próby przy maksymalnym i minimalnym napięciu zasilania,
- .5 sprawdzenie rozptyłu prądów między elementami półprzewodnikowymi połączonymi równolegle,
- .6 sprawdzenie rozkładu napięć na elementach półprzewodnikowych połączonych szeregowo,
- .7 badania prądem znamionowym,
- .8 próbę nagrzewania układu,
- .9 próbę pracy w stanie jałowym,
- .10 próbę urządzeń pomocniczych, sygnalizacyjnych, zabezpieczeń,
- .11 próbę pracy znamionowej,
- .12 wyznaczenie charakterystyki obciążenia układu,
- .13 wyznaczenie strat mocy,
- .14 wyznaczenie sprawności,
- .15 określenie współczynnika mocy,
- .16 próbę przeciążalności,
- .17 próbę zwarcia i zmiany biegunowości.

5.1.3 Próby właściwości funkcjonalnych powinny obejmować:

- .1 sprawdzenie układu energoelektronicznego zgodnie z założeniami dla układów energoelektronicznych z wentylacją wymuszoną,
- .2 sprawdzenie blokad uniemożliwiających pracę układu przy wyłączonej wentylacji oraz sprawdzenie sygnalizacji układu wentylacji.

5.1.4 Próby odporności na narażenia oraz emisyjności wyposażenia energoelektronicznego należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami zawartymi w:

- .1 *Publikacji 11/P – Próby środowiskowe wyposażenia statków* – dla wyposażenia instalowanego na jednostkach cywilnych;
- .2 *Publikacji 75/P – Próby środowiskowe wyposażenia okrętów wojennych* – dla wyposażenia instalowanego na jednostkach wojennych,

w zakresie każdorazowo uzgodnionym z PRS.

### 5.2 Próby na jednostce

5.2.1 Po zainstalowaniu układu energoelektronicznego na jednostce należy go poddać próbom według programu prób uzgodnionego z PRS.

**5.2.2** Poza próbami funkcjonalnymi, wynikającymi z przeznaczenia układu, należy przeprowadzić pomiary parametrów energii elektrycznej, w tym zniekształceń krzywej i asymetrii napięcia sieci okrętowej, powodowanych pracą układu/ów energoelektronicznego/ych przy obciążeniu znamionowym.

**5.2.3** W trakcie eksploatacji jednostki, nie rzadziej niż co 5 lat należy wykonywać pomiary parametrów (w tym zniekształceń) energii elektrycznej sieci okrętowej zawierającej układy energoelektroniczne, w przypadku gdy moc znamionowa największego z nich przekracza 50% mocy znamionowej jednego z zespołów prądotwórczych mogących go zasilać lub gdy moc całkowita wszystkich zainstalowanych układów energoelektronicznych przekracza 30% mocy znamionowej elektrowni okrętowej. Analogiczne próby należy wykonywać, gdy sieć okrętowa jest zasilana za pośrednictwem przekształtnika energoelektronicznego, niezależnie od jego mocy.

---