



**Polskie Sieci  
Elektroenergetyczne**

**STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**Numer kodowy**

PSE-ST.ATR.400.450.PWT / 2020

**TYTUŁ:**

**AUTOTRANSFORMATOR  
450/450/10 MVA, 400/110 kV, 410 kV  $\pm$  11,6% / 123 kV / 15,75 kV  
PODSTAWOWE WYMAGANIA TECHNICZNE**

**OPRACOWANO:**  
Departament Standardów Technicznych

**ZATWIERDZONO DO STOSOWANIA**

**Data .....**

**Konstancin-Jeziorna, październik 2020 r.**

## Spis treści

<b>1. ZAKRES DOKUMENTU .....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMY I STANDARDY .....</b>	<b>3</b>
2.1. NORMY .....	3
2.2. STANDARDY SIECI PRZESYŁOWEJ.....	5
<b>3. CHARAKTERYSTYKI SYSTEMU ORAZ PODSTAWOWE DANE AUTOTRANSFORMATORA .....</b>	<b>6</b>
3.1. WARUNKI ŚRODOWISKOWE .....	6
3.2. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO.....	6
3.3. PODSTAWOWE DANE AUTOTRANSFORMATORA.....	7
3.4. ZNAMIONOWY POZIOM IZOLACJI.....	11
3.5. WYPROWADZENIA UZWOJEŃ .....	12
3.5.1. IZOLATORY PRZEPUSTOWE UZWOJEŃ GN I DN ORAZ ZACISKU NEUTRALNEGO .....	12
3.5.2. IZOLATORY PRZEPUSTOWE WYPROWADZENIA UZWOJENIA TN .....	13
3.6. PRZEKŁADNIKI PRĄDOWE.....	14
3.7. INTEGRALNE OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ. DŁAWIK OGRANICZAJĄCY PRĄD ZWARCIOWY W UZWOJENIU TN .....	15
3.8. STOPIEŃ OCHRONY SZAFEK STEROWNICZYCH ORAZ INNYCH ELEMENTÓW I URZĄDZEŃ INSTALOWANYCH NA AUTOTRANSFORMATORZE .....	15
3.9. MASA I WYMIARY. WYTRZYMAŁOŚĆ KADZI. ROZSTAW SZYN I TORÓW JEZDNYCH .....	15
3.10. WYMAGANA DYSPOZYCYJNOŚĆ.....	16
3.11. JEDNOSTKI MIAR.....	17

## 1. ZAKRES DOKUMENTU

Przedmiotowy autotransformator jest przeznaczony do przesyłu energii między systemami 400 i 110 kV krajowego systemu elektroenergetycznego.

Niniejszy dokument podaje podstawowe wymagania techniczne, jakie musi spełniać trójfazowy olejowy autotransformator 450 MVA, 400/110 kV z podobciążeniową regulacją napięcia oraz z uzwojeniem pomocniczym. Wymagania te są opisane w dwóch dokumentach, które łącznie stanowią specyfikację techniczną autotransformatora 450 MVA, 400/110 kV, a mianowicie:

- a) Autotransformator 450/450/10 MVA, 400/110 kV, 410 kV  $\pm$  11,6%/123 kV/15,75 kV. Podstawowe wymagania techniczne. Numer kodowy PSE-ST.ATR.400.450.PWT.
- b) Autotransformatory 220/110 kV, 400/110 kV, 400/220 kV. Wymagania konstrukcyjne, eksploatacyjne i próby. Numer kodowy PSE-ST.ATR.KEP.

Dokument b) jest wspólny w odniesieniu do wszystkich autotransformatorów 220/110 kV, 400/110 kV i 400/220 kV.

Dokument wymieniony powyżej w ppkt. a) jest nazywany „Wymagania podstawowe” lub „PWT”, zaś dokument wymieniony powyżej w ppkt. b) „Wymagania eksploatacyjne” lub „KEP”.

Tabela danych gwarantowanych stanowi załącznik nr 1 do niniejszego dokumentu.

## 2. NORMY I STANDARDY

### 2.1. Normy

Autotransformator musi spełniać wymagania specyfikacji standardowych PSE S.A., a także norm krajowych i międzynarodowych, przy czym jako nadrzędne traktuje się wymagania niniejszej specyfikacji.

IEC 60050-421	International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 421: Power transformers and reactors
PN-EN 60076-1	Transformatory. Część 1. Wymagania ogólne
PN-EN 60076-2	Transformatory. Część 2. Przyrosty temperatur dla transformatorów olejowych
PN-EN 60076-3	Transformatory. Część 3. Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępy izolacyjne w powietrzu
PN-EN 60076-4	Transformatory. Część 4: Przewodnik wykonywania prób udarem piorunowym i udarem łączeniowym - Transformatory i dławiki

---

PN-EN 60076-5	Transformatory. Część 5. Wytrzymałość zwarciowa
IEC 60076-7	Power transformers. Part 7. Loading guide for oil - immersed power transformers
PN-IEC 60076-8	Transformatory. Część 8. Przewodnik stosowania
PN-EN 60076-10	Transformatory. Część 10. Wyznaczanie poziomów dźwięku
PN-EN 60076-18	Transformatory. Część 18. Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej.
PN-EN 60076-19	Transformatory. Część 19: Zasady wyznaczania niepewności przy pomiarach strat w transformatorach i dławikach
IEC TS 60076-20	Power transformers - Part 20: Energy efficiency
IEC TS 60815	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions. Part 1 ÷ 3
PN-E-04700	Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych
PN-EN 60137	Izolatory przepustowe na napięcia przemiennie powyżej 1 000 V
PN-EN 60214	Transformatory. Podobciążeniowe przełączniki zaczepów
PN-EN 60214-1	Przełączniki zaczepów - Część 1: Wymagania i metody badań
PN-EN 60270	Wysokonapięciowa technika probiercza - Pomiarzy wyładowań niezupełnych
PN-EN 60296	Ciecze stosowane w elektrotechnice - Świeże mineralne oleje elektroizolacyjne do transformatorów i aparatury łączeniowej
PN-EN 60422	Mineralne oleje elektroizolacyjne w urządzeniach elektrycznych - Zalecenia dotyczące nadzoru i konserwacji
PN-EN 60529	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
PN-EN 60567	Urządzenia elektryczne olejowe - Pobieranie próbek gazów oraz analiza gazów wolnych i rozpuszczonych - Wytyczne
PN-EN 60599	Urządzenia elektryczne napełnione olejem mineralnym w eksploatacji - Zalecenia dotyczące interpretacji analizy gazów rozpuszczonych i wolnych
PN-EN 61181	Urządzenia elektryczne z olejem mineralnym - Zastosowanie analizy gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) przy próbach fabrycznych urządzeń elektrycznych

PN-EN 62535	Ciecze elektroizolacyjne - Metoda wykrywania siarki potencjalnie korozyjnej w świeżych i używanych olejach elektroizolacyjnych
PN-IEC 60354	Przewodnik obciążania transformatorów olejowych.
PN-EN 61850	Systemy i sieci telekomunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych. Część 1 ÷ 10
PN-EN 61869-1	Przekładniki -- Część 1: Wymagania ogólne
PN-EN 61869-2	Przekładniki - Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące przekładników prądowych
IEC 60721-2-6	Classification of environmental conditions. Part 2: Environmental conditions appearing in nature. Earthquake vibration and shock.

Obowiązują wersje norm aktualne na dzień ogłoszenia postępowania przetargowego, przy czym dla norm wycofanych są to ostatnie ich wersje przed wycofaniem.

## 2.2. Standardy sieci przesyłowej

Autotransformator musi spełniać wszystkie wymagania wynikające z aktualnie obowiązujących standardów sieci przesyłowej, w tym w szczególności *Instrukcji ruchu i eksploatacji sieci przesyłowej (IRiESP)*, *Instrukcji organizacji i wykonywania prac eksploatacyjnych na liniach i stacjach NN* (część II.1. Instrukcja szczegółowa: Jednostki transformatorowe) oraz Standardowych Specyfikacji PSE, które zawierają wymagania dotyczące szeroko pojętego środowiska, którego elementem będzie jest przedmiotowy autotransformator. Standardowe Specyfikacje PSE są dostępne na stronach internetowych PSE S.A. ([www.pse.pl](http://www.pse.pl)) w zakładce: „Dokumenty / Standardy sieci przesyłowej / Stacje elektroenergetyczne / Obwody pierwotne / Jednostki transformatorowe.”

Poniżej podano przykładowo niektóre z takich dokumentów.

PSE-SF.KSE	Standardowa specyfikacja funkcjonalna. Krajowy System Elektroenergetyczny
PSE-ST.SSiN.PL	Standard budowy SSiN w stacjach elektroenergetycznych WN
PSE-ST.LS_SSiN.PL	Standard list sygnałów dla stacji elektroenergetycznych 750, 400, 220, 110 kV, SN i nN,

### 3. CHARAKTERYSTYKI SYSTEMU ORAZ PODSTAWOWE DANE AUTOTRANSFORMATORA

#### 3.1. Warunki środowiskowe

Autotransformator musi być przystosowany do pracy w warunkach środowiskowych przedstawionych w tabeli nr 1.

Tabela nr 1. Charakterystyka klimatyczna środowiska

Lp.	Wyszczególnienie	Wymagania
1	Maksymalna temperatura otoczenia	+40 °C
2	Minimalna temperatura otoczenia	-30 °C
3	Średnia dobowa temperatura otoczenia nie wyższa niż	+35 °C
4	Średnia miesięczna temperatura nie wyższa niż	+30 °C
5	Średnia roczna temperatura nie wyższa niż	+20 °C
6	Wysokość zainstalowania nad poziomem morza nie większa niż	1000 m
7	Średnia wilgotność powietrza w okresie 24 godzin nie większa niż	95 %
8	Ciśnienie atmosferyczne	920 ÷ 1020 hPa
9	Grubość warstwy lodu	10 mm
10	Parcie wiatru odpowiadające prędkości 34 m/s	700 Pa
11	Poziom izokerauniczny	27 dni/rok
12	Poziom zabrudzeń wg IEC 60815	III - silny
13	Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki	32 µg/m <sup>3</sup>
14	Poziom nasłonecznienia	1200 W/m <sup>2</sup>
15	Aktywność sejsmiczna	Strefa 1

#### 3.2. Charakterystyka systemu elektroenergetycznego

Podstawowe parametry systemu elektroenergetycznego podano w tabeli nr 2.

Tabela nr 2. Charakterystyka systemu elektroenergetycznego

Lp.	Parametr	GN	DN	TN
1	Najwyższe napięcie robocze $U_m$	420 kV	123 kV	17,5 kV
2	Poziom mocy zwarciowej	40 GVA	9 GVA	pomijalnie mała
3	Uziemienie punktu neutralnego sieci	skuteczne uziemiony		izolowany
4	Częstotliwość systemu	50 Hz		

### 3.3. Podstawowe dane autotransformatora

Wymagane podstawowe dane znamionowe autotransformatora zebrano w tabeli nr 3.

Tabela nr 3. Podstawowe dane autotransformatora

Lp.	Dane znamionowe	GN	DN	TN
1	Znamionowe napięcie uzwojeń	410 kV	123 kV	15,75 kV
2	Częstotliwość znamionowa	50 Hz		
3	Grupa połączeń	YNa0d11		
4	Najwyższe napięcie Um uzwojeń	420 kV	123 kV	24 kV
5	Moc znamionowa uzwojeń	450 MVA	450 MVA	10 MVA
6	Wyprowadzenie zacisków liniowych uzwojeń GN oraz punktu neutralnego	izolatory przepustowe		
7	Wyprowadzenie zacisków liniowych uzwojeń DN oraz punktu neutralnego	izolatory przepustowe		
8	Wyprowadzenie zacisków liniowych uzwojenia TN	izolatory przepustowe		
9	Uziemienie zacisku neutralnego uzwojeń GN i DN	skuteczne uziemiony		
10	Uziemienie zacisków uzwojenia TN	izolowane		
11	System chłodzenia: zgodnie z pkt 2.4 Wymagań eksploatacyjnych (PSE-ST.ATR.KEP) oraz normą PN-EN 60076-2. Przy obciążeniu do 40% mocy znamionowej należy stosować chłodzenie ONAN. Przy większym obciążeniu należy stosować chłodzenie OD. Szczegóły dotyczące charakterystyki układu chłodzenia podaje pkt 2.4 Wymagań eksploatacyjnych (PSE-ST.ATR.KEP)			
12	Dopuszczalny przyrost temperatury oleju powyżej temperatury otoczenia	60 °C		
13	Dopuszczalny przyrost temperatury uzwojeń powyżej temperatury otoczenia			
	a) przy chłodzeniu typu ON			65 °C
	b) przy chłodzeniu typu OD			70 °C
14	Dopuszczalny poziom mocy akustycznej (dBA) $L_{WA}$ odpowiadający mocy 450 MVA, napięciu 410 kV, zaczeptowi skrajnemu, ujemnemu („-10%”) i maksymalnej wydajności chłodzenia wyznaczany wg pkt 6.2.2 Wymagań eksploatacyjnych (PSE-ST.ATR.KEP).			$\leq 87$ dB(A)

15	Wytrzymałość zwarciowa. Autotransformator oraz wszystkie jego uzwojenia muszą być odporne na zwarcia jednofazowe oraz wielofazowe po stronie uzwojeń GN, DN, TN przy pracy autotransformatora na dowolnej pozycji przełącznika zacsepów z uwzględnieniem mocy zwarciowych:	
	a) sieci przyłączonej do uzwojenia GN	40 GVA, ( $X/R = 14$ ), ( $X0/X1 = 0,8$ )
	b) sieci przyłączonej do uzwojenia DN	9 GVA, ( $X/R = 12$ ), ( $X0/X1 = 1,2$ )
	c) sieci przyłączonej do uzwojenia TN	pojemnościowo mała
16	Czas trwania symetrycznego prądu zwarciowego	2 s
17	Znamionowa, gwarantowana impedancja zwarcia odniesiona do mocy znamionowej 450MVA w temperaturze referencyjnej 75°C:	
	a) Para uzwojeń GN-DN	
	i) zacsep znamionowy	13,0 %
	ii) pozostałe zacsep	(13 ± 1,0) %
b) GN-TN i DN-TN (na wszystkich zacsepach), taka aby 3-fazowy symetryczny prąd zwarciowy w obwodach zasilanych z uzwojenia TN przy zwarciu przy zaciskach liniowych tego uzwojenia nie przekroczył:	30 kA	
18	Znamionowe straty	
	<p>a) Jałowe</p> <p>Są to straty gwarantowane przez Wytwórcę w ofercie przy napięciu znamionowym na zacsepie podstawowym</p> <p>b) Obciążeniowe.</p> <p>Są to straty gwarantowane przez Wytwórcę w ofercie, w odniesieniu do pary uzwojeń GN-DN odpowiadające zacsepowi znamionowemu oraz zacsepom skrajnym, zaś w odniesieniu do pozostałych par uzwojeń odpowiadające zacsepowi znamionowemu. Straty te odnoszą się do temperatury referencyjnej 75°C i do mocy referencyjnej 450 MVA w przypadku pary uzwojeń GN-DN oraz mocy referencyjnej 10 MVA w przypadku par uzwojeń: GN-TN i DN-TN</p> <p>Wartości strat na zacsepach skrajnych nie mogą być wyższe od wartości strat na zacsepie znamionowym więcej niż o 15%.</p>	<p>wymaganie podano w cz. I SIWZ, przy czym dla każdego autotransformatora <b>wartość strat zmierzona w trakcie prób fabrycznych nie może przekroczyć wartości określonej w cz. I SIWZ jako maksymalna dopuszczalna, tj. przekroczenie której</b></p>



		spowodowałyby odrzucenie oferty.
19	Praca przy napięciu wyższym od znamionowego. Autotransformator musi pracować ciągle przy takim przemagnesowaniu, przy którym strumień magnetyczny w rdzeniu przewyższa wartość znamionową o	10 %
20	Przełącznik zaczepów	
	a) Typ przełącznika zaczepów: podobciążeniowy przełącznik zaczepów firmy Maschinenfabrik Reinhausen lub równoważny, z komorami próżniowymi.	Trzy jednofazowe, do pracy na potencjale zacisku liniowego DN
	b) Liczba stopni regulacji:	±8 stopni, tj. 17 pozycji
	c) Najniższa temperatura oleju w kadzi, przy której przełącznik(i) będzie pracować poprawnie	-25 °C
21	Regulacja napięcia	
	a) Typ regulacji:	CFVV, tj. przy stałym strumieniu
	b) Regulacja po stronie:	GN
	c) Zakres regulacji:	± 11,6 %
	d) Moc wymagana w całym zakresie regulacji.	regulacja odbywa się przy stałej mocy
22	Obciążalność autotransformatora Zakłada się, że w eksploatacji uzwojenie TN jest obciążone w sposób ciągły niewielką mocą. Autotransformator, tj. jego uzwojenia GN oraz DN oraz elementy z nimi związane będą pracować przy obciążeniu $S_{max}$ : a) normalnym, długotrwałym, b) awaryjnym, długotrwałym, c) krótkotrwałym przeciążeniu awaryjnym, jak podano w tabl. nr 4 poniżej. <u>Wszystkie podane w tabeli nr 4 wartości obowiązują na wszystkich pozycjach przełącznika zaczepów.</u> Przy tych rodzajach obciążenia maksymalna ustalona temperatura oleju (tj. opuszczającego uzwojenia) oraz maksymalna ustalona temperatura najgorętszego punktu uzwojeń nie może	

<p>przekraczać wartości podanych w tabl. nr 4, lp. 2 i 3. Natomiast ustalona temperatura elementów konstrukcyjnych nie może przekraczać wartości podanych w tabl. nr 4, lp. 5 i 6.</p> <p>Krótkotrwałe przeciążenie awaryjne polega na tym, iż po długotrwałym obciążeniu równym 90 % mocy referencyjnej (znamionowej) pary uzwojeń GN - DN następuje skokowy wzrost mocy do wartości <math>S_{max}</math> podanej w tabl. nr 4. na okres <math>T_{awar} = 2</math> godz. Następnie, po tym czasie następuje powrót do obciążenia równego 90 % mocy referencyjnej (znamionowej) pary uzwojeń GN - DN.</p>
---

Tabela. nr 4. Parametry obciążenia oraz wartości kryterialne

Lp.	Rodzaj obciążenia <sup>(1)</sup>		Normalne, długotrwałe	Awaryjne, długotrwałe	Awaryjne, krótkotrwałe	
1	Wymagane obciążenie ( $S_{max}$ ) przy temperaturze otoczenia ( $\Theta_a$ )					
	$S_{max} \geq$	$\Theta_a \leq +30\text{ }^\circ\text{C}$	MVA	530	560	640
		$+30\text{ }^\circ\text{C} < \Theta_a \leq +40\text{ }^\circ\text{C}$	MVA	max. $S_{max} (\Theta_a \leq +30\text{ }^\circ\text{C}) - 15\%$		
2	Prąd obciążenia, co najmniej <sup>(2)</sup>	Uzwojenie GN	A	900	900	1100
		Uzwojenie DN	A	2800	2800	3200
3	Temperatura najgorętszego oleju, co najwyżej		$^\circ\text{C}$	100	100	110
4	Temperatura najgorętszego miejsca uzwojenia, co najwyżej		$^\circ\text{C}$	120	125	130
5	Temperatura elementów konstrukcyjnych całkowicie zanurzonych w oleju (np. belki jarzmowe), co najwyżej		$^\circ\text{C}$	120	125	130
6	Temperatura elementów stykających się częściowo z olejem i częściowo z powietrzem atmosferycznym (np. ścianki kadzi), co najwyżej		$^\circ\text{C}$	100	110	115

Uwagi:

<sup>(1)</sup> Definicje rodzajów obciążeń odbiegają od podanych w normie IEC 60076-7. Np. przebieg obciążeń długotrwałych nie ma charakteru cyklicznego – zakłada się, że autotransformator będzie

obciążony mocą  $S_{max}$ , przy danym rodzaju obciążenia o wartości podanej w pozycji 1, przez całą dobę.

<sup>(2)</sup> Wymagana obciążalność autotransformatora nie może być ograniczona przez żaden z jego elementów, jak np. przepusty, przyłącza kablowe, przełączniki zaczeów, odpływy, na każdej pozycji przełącznika zaczeów.

### 3.4. Znamionowy poziom izolacji

Tabela nr 5 Znamionowy poziom izolacji

Lp.	Wyszczególnienie	Poziom izolacji
1	Znamionowy poziom izolacji uzwojenia TN autotransformatora (odpowiada sieci o najwyższym napięciu roboczym $U_m = 24$ kV)	
	a) Znamionowe piorunowe napięcie probiercze udar pełny / udar ucięty	125 / 138 kV
	b) Napięcie probiercze doziemne przy próbie napięciem z obcego źródła i czasie trwania 60 sekund	50 kV
2	Napięcie probiercze doziemne przy próbie napięciem z obcego źródła punktu neutralnego uzwojeń GN i DN (odpowiada sieci o najwyższym napięciu roboczym $U_m = 36$ kV)	70 kV
3	Znamionowe piorunowe napięcie probiercze zacisków liniowych (udar pełny / udar ucięty)	
	a) uzwojenie GN	1 425 / 1 570 kV
	b) uzwojenie DN	550 / 605 kV
4	Znamionowe napięcie łączeniowe zacisków liniowych uzwojenia GN i DN - doziemne	
	a) uzwojenia GN	1175 kV
	b) uzwojenia DN	460 kV *)
5	Znamionowe krótkotrwałe napięcie $U_1$ długotrwałej próby indukowanym napięciem zacisków liniowych uzwojenia GN i DN - doziemne	
	a) uzwojenia GN	426 kV
	b) uzwojenia DN	125 kV *)
6	Znamionowe długotrwałe napięcie $U_2$ długotrwałej próby indukowanym napięciem zacisków liniowych uzwojenia GN i DN - doziemne	
	a) uzwojenie GN	$1,58 \times 410 / \sqrt{3} = 374$ kV

	b) uzwojenie DN	$1,58 \times 120 / \sqrt{3} = 109 \text{ kV}^*)$
7	Poziom wyładowań niezupełnych przy napięciu $U_2$ mierzonych na zaciskach liniowych uzwojeń GN i DN w trakcie 60 minutowego okresu długotrwałej próby napięciem przemiennym nie może przekroczyć:	100 pC
*) Przy próbach należy ustawić przełącznik zaczepów na takiej pozycji, aby przy występującym na zacisku liniowym uzwojenia GN wymaganej wartości napięcia doziemnego na odpowiadającym mu zacisku liniowym uzwojenia DN wystąpiło napięcie doziemne najbliższe wymaganemu.		

### 3.5. Wyprowadzenia uzwojeń

#### 3.5.1. Izolatory przepustowe uzwojeń GN i DN oraz zacisku neutralnego

Dane dotyczące izolatorów przepustowych zebrano w tabeli nr 6. Ponadto obowiązują wymagania normy PN-EN 60137, oraz norm w niej przywoływanych. Przy czym jako nadrzędne traktuje się niniejsze wymagania techniczne.

Tabela nr 6 Wymagania dotyczące izolatorów przepustowych

Lp.	Parametr / wymaganie	Zaciski liniowe		Zacisk neutralny
		GN	DN	GN + DN
1	Napięcie znamionowe	420 kV	123 kV	36 kV
2	Prąd znamionowy	1100 A	3100 A	1000 A
3	Napięcie probiercze piorunowe	1425 kV	550 kV	170 kV
4	Napięcie probiercze łączeniowe	1175 kV	460 kV	-
5a	Napięcie probiercze przemienne na sucho	695 kV	255 kV	77 kV
5b	Napięcie probiercze przemienne na mokro	695 kV	230 kV	70 kV
6	Intensywność wyładowań niezupełnych przy $1,5 * U_m / \sqrt{3}$	$\leq 5 \text{ pC}$	$\leq 5 \text{ pC}$	$\leq 5 \text{ pC}$
7	Minimalny odstęp izolacyjny w powietrzu			
	a) do elementów uziemionych	3100 mm	900 mm	225 mm
	b) między zaciskami liniowymi	3500 mm	900 mm	--
8	Mocowanie	pionowe	pionowe	pionowe

9	Maksymalne nachylenie	40°	40°	40°
10	Obciążenie statyczne przepustu	≥4000 N	≥4000 N	≥1000 N
11	Średnica podziałowa kołnierza/ liczba otworów	620mm/16	290 mm/12	250 mm/8
12	Minimalna długość części olejowej	1975 mm	950 mm	570 mm
13	Minimalna długość części przekładnikowej	1135 mm	500 mm	320 mm
14	Minimalna długość/średnica zacisku liniowego	105/50 mm	80/40 mm	-
15	Zacisk izolatora	gładki bolec miedziany lub mosiężny, powierzchniowo posrebrzany		plytka miedziana, lub mosiężna z otworami o rozstawie 60 x 60 mm
16	Minimalna droga upływu (w odniesieniu do wszystkich izolatorów)	25 mm/kV		
17	Wyposażenie			
	a) Zacisk pomiarowy dla pomiarów elektrycznych wykonywanych off-line	Tak	Tak	Nie
	b) Śruba odpowietrzająca	Tak		
	c) Zacisk uziemiający na kołnierzu	Tak		
	d) Ucha do podnoszenia	Tak		
	e) Ekran w dolnej części olejowej	Tak		
18	Rodzaj izolatora przepustowego			
	a) zaciski liniowe uzwojeń GN i DN	sterowany pojemnościowo, typu suchego („dry type”), zgodnie z wymaganiami pkt. 2.5 KEP;		
	b) zacisku neutralnego uzwojeń GN + DN	sterowany pojemnościowo, typu suchego („dry type”), zgodnie z wymaganiami pkt. 2.5 KEP;		

### 3.5.2. Izolatory przepustowe wyprowadzenia uzwojenia TN

Dane dotyczące izolatorów przepustowych wyprowadzenia uzwojenia TN zebrano w tabeli nr 7.

Tabela nr 7 Wymagania dotyczące izolatorów przepustowych wyprowadzenia uzwojenia TN

Lp.	Parametr	Wymaganie
1	Napięcie znamionowe (najwyższe napięcie robocze sieci)	24 kV

2	Prąd znamionowy	2000 A
3	Napięcie probiercze udarowe, piorunowe	125 kV
4	Napięcie probiercze przemienne (na sucho i na mokro)	50 kV
5	Minimalny odstęp izolacyjny gołych (tj. niez izolowanych) elementów, jeśli występują	
	a) do elementów uziemionych	225 mm
	b) między gołymi (tj. niez izolowanymi) elementami	225 mm
6	Wytrzymałość zwarciova odpowiadająca symetrycznemu prądowi zwarcia nie niższa niż:	30 kA
7	Minimalna wartość wytrzymywanego obciążenia statycznego	3150 N
8	Rodzaj izolatora przepustowego	suchy, w osłonie ze szkła epoksydowego, na której są umieszczone klosze silikonowe koloru szarego tj. naturalnego, zgodnie z wymaganiami pkt. 2.5 KEP;

### 3.6. Przekładniki prądowe

Dane dotyczące przekładników prądowych zebrano w tabeli nr 8. Ponadto obowiązują wymagania normy PN-EN 61869 oraz norm w niej przywoływanych. Przy czym jako nadrzędne traktuje się niniejsze wymagania techniczne.

Parametrów przekładników do modelu cieplnego nie specyfikuje się. Dobiera je Wykonawca.

Tabela nr 8 Parametry i wymagania dotyczące przekładników prądowych

Lp.	Parametr/wymaganie	zaciski liniowe			zacisk neutralny GN + DN
		GN	DN	TN	
1	Znamionowy prąd pierwotny	1100 A	3200 A	1900 A	600 A
2	Znamionowy prąd pierwotny rozszerzony / znamionowy prąd pierwotny	150 %	150 %	150 %	--

3	Przekładnia	1100/1/1/1/1	3200/1/1/1/1	1900/1/1/1	600/1/1
4	Obciążenia / dokładność				
	rdzeń I	30 VA, 5P20	30 VA, 5P20	30 VA, 5P20	30 VA, 5P20
	rdzeń II	30 VA, 5P20	30 VA, 5P20	30 VA, 5P20	30 VA, 5P20
	rdzeń III	45 VA, 5P20	45 VA, 5P20	–	–
	rdzeń IV	15 VA, kl. 0.2, ext. 150 %, FS ≤ 5	15 VA, kl. 0.2, ext. 150 %, FS ≤ 5	15 VA, kl. 0.2, ext. 150 %, FS ≤ 5	–

### **3.7.Integralne ograniczniki przepięć. Dławik ograniczający prąd zwarciový w uzwojeniu TN**

Nie dopuszcza się instalowania ograniczników przepięć we wnętrzu autotransformatora.

Wykonawca musi dobrać i zainstalować zewnętrzne ograniczniki przepięć do ochrony uzwojeń TN. Parametry zainstalowanych ograniczników przepięć muszą odpowiadać sieci o izolowanym punkcie neutralnym i najwyższym napięciu roboczym równym 17,5 kV.

Nie dopuszcza się zastosowania w konstrukcji dławika ograniczającego prąd zwarciový w uzwojeniu TN włączonego w poszczególne uzwojenia fazowe tego uzwojenia.

### **3.8.Stopień ochrony szafek sterowniczych oraz innych elementów i urządzeń instalowanych na autotransformatorze**

Szafki sterownicze oraz inne elementy i urządzenia instalowane na autotransformatorze muszą mieć stopień ochrony (IP) co najmniej: IP 54.

### **3.9. Masa i wymiary. Wytrzymałość kadzi. Rozstaw szyn i torów jezdnych**

Wartości tych parametrów podaje tabela nr 9.

Tabela nr 9. Masa i wymiary. Wytrzymałość kadzi. Rozstaw szyn i torów jezdnych

Lp.	Parametr	Wymaganie
1.	Masa autotransformatora i oleju, maksymalna dopuszczalna	

	a) całkowita, tj. autotransformatora kompletnie zmontowanego i napełnionego olejem	365 000 kg
	b) transportowa, tj. autotransformatora przygotowanego do transportu	260 000 kg
	c) rdzenia wraz z uzbrojeniem , uzwojeniami, układem izolacyjnym i pozostałym osprzętem	225 000 kg
	d) oleju	98 000 kg
2.	Wymiary autotransformatora kompletnie zmontowanego, maksymalne dopuszczalne (wysokość/długość/szerokość)	10/13/8,5 m/m/m
3.	Wytrzymałość mechaniczna kadzi autotransformatora i pokrywy bez trwałego odkształcenia przy różnicy ciśnień wewnątrz i na zewnątrz	-999 hPa +500 hPa
4	Rozstaw szyn i torów jezdnych do ustawienia i przetaczania autotransformatora	
	a) Prześwit torów jezdnych.	1435 mm
	b) Rozstaw osi torów jezdnych.	4515 mm

Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania autotransformatora podano na rys. nr 1 w punkcie 3.1 Wymagań eksploatacyjnych (PSE-ST.ATR.KEP).

### 3.10. Wymagana dyspozycyjność

Autotransformator musi zapewniać dyspozycyjność zgodnie z definicjami podanymi w pkt. 2.14 KEP.

Wymagania odnośnie czasu przystąpienia ( $T_G$ ) i usuwania niesprawności przez Wykonawcę ( $T_{UAT}$ ) osobno dla każdego rodzaju niesprawności podaje tabela nr 10.

Tabela nr 10. Czasy przystąpienia Wykonawcy do usuwania niesprawności i czasy usuwania niesprawności.

Lp.	Parametr	Wymaganie
1	Czas przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania niesprawności skutkującej wyłączeniem autotransformatora, maksymalny dopuszczalny ( $T_G$ (wył) maks.)	wymaganie podano w cz. I SIWZ,



2	Czas przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania niesprawności skutkującej ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora, maksymalny dopuszczalny ( $T_{G(ogr) maks.}$ )	wymaganie podano w cz. I SIWZ,
3	Czas usuwania przez Wykonawcę niesprawności skutkującej wyłączeniem autotransformatora, maksymalny dopuszczalny w jednym roku ( $T_{UAT(wyl) maks.}$ )	wymaganie podano w cz. I SIWZ,
4	Czas usuwania przez Wykonawcę niesprawności skutkującej ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora, maksymalny dopuszczalny w jednym roku ( $T_{UAT(ogr) maks.}$ )	wymaganie podano w cz. I SIWZ,

### 3.11. Jednostki miar

Stosuje się obowiązujący w Polsce metryczny system pomiarów i metryczne jednostki miar.