

Załącznik do Zarządzenia nr 56/2014

Standard techniczny nr 5/2014 dla transformatorów  
rozdzielczych SN/nN do zabudowy w sieci  
dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.\*  
(wersja pierwsza)

Kraków, grudzień 2014 r.

\* tekst ujednolicony obejmujący zmianę numeru standardu technicznego wprowadzoną Zarządzeniem nr 42/2017 z dnia pierwszego sierpnia 2017 roku

Opracowali:	1. Jan Olszewski	Biuro Standaryzacji Centrala	Za Zespół: <i>Jan Olszewski</i>
	2. Wiesław Bruzda	Wydział Maszyn i Urządzeń Oddział w Jeleniej Górze	
	3. Piotr Iwańczuk	Wydział Maszyn i Urządzeń Oddział w Wałbrzychu	
	4. Ryszard Fajkis	Rejon Usług Technicznych Oddział w Bielsku-Białej	
	5. Krzysztof Kwiatkowski	Wydział Maszyn i Urządzeń Oddział w Tarnowie	
	6. Zygmunt Strzelczyk	Rejon Usług Technicznych Oddział w Częstochowie	
	7. Tomasz Łukaszów	Biuro Logistyki Centrala	
Sprawdził:	Zdzisław Koszkuł	Szef Biura Standaryzacji	SZEF BIURA STANDARYZACJI <i>Zdzisław Koszkuł</i> Zdzisław Koszkuł

Sprawdził pod względem formalno- prawnym:	RADCA PRAWNY <i>Mariusz D. Sylwan</i> L. 3314	Radca Prawny	<i>M. Sylwan</i>
--	---	--------------	------------------

Zaakceptował	Janusz Kurpas	Dyrektor Departamentu Inwestycji i Rozwoju Sieci	<b>TAURON Dystrybucja S.A.</b> Dyrektor Departamentu Inwestycji i Rozwoju Sieci <i>Janusz Kurpas</i>
--------------	---------------	---	---

Odpowiedzialny za aktualizację:	Biuro Standaryzacji
------------------------------------	---------------------

## Spis treści:

1.	Podstawa opracowania. ....	4
2.	Zakres stosowania. ....	4
3.	Opis zmian. ....	4
4.	Zakres przedmiotowy. ....	4
5.	Cel opracowania.....	4
6.	Transformatory rozdzielcze SN/nN z izolacją papierowo - olejową. ....	5
6.1	Wymagania ogólne.....	5
6.2	Wymagane podstawowe parametry techniczne transformatorów olejowych.....	5
6.3	Straty jałowe i obciążeniowe.....	5
6.4	Układ połączeń.....	6
6.5	Poziom mocy akustycznej. ....	6
6.6	Napięcie probiercze.....	6
6.7	Wymiary gabarytowe.....	6
6.8	Warunki klimatyczne.....	7
6.9	Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów w izolacji olejowej.....	7
6.10	Wyposażenie i osprzęt transformatora olejowego.....	8
6.11	Tabliczka znamionowa.....	12
6.12	Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji papierowo – olejowej.....	13
7.	Transformatory rozdzielcze SN/nN z izolacją żywiczną. ....	15
7.1	Wymagania ogólne.....	15
7.2	Wymagania dla podstawowych parametrów transformatorów suchych. ....	15
7.3	Straty jałowe i obciążeniowe.....	15
7.4	Układ połączeń.....	16
7.5	Poziom ciśnienia akustycznego dla transformatorów suchych.....	16
7.6	Napięcie probiercze.....	16
7.7	Wymiary gabarytowe.....	16
7.8	Warunki klimatyczne.....	17
7.9	Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów suchych.....	17
7.10	Wyposażenie i osprzęt transformatorów suchych.....	18
7.11	Tabliczka znamionowa.....	18
7.12	Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji żywicznej.....	19
8.	Wykaz załączników.....	20

## **1. Podstawa opracowania.**

Podstawą dla opracowania niniejszego Standardu są:

- „Dokumenty i normy związane oraz wymagania jakościowe” powołane w Załączniku nr 1 do niniejszego opracowania,
- uznane zasady wiedzy technicznej.

## **2. Zakres stosowania.**

- 2.1 Standard techniczny nr 5/2014 dla transformatorów rozdzielczych SN/nN do zabudowy w sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.<sup>1</sup> (dalej: Standard) zawiera podstawowe wymagania techniczne, które powinny spełniać nowe transformatory SN/nN kupowane do zabudowy w stacjach na terenie działania TAURON Dystrybucja S.A.
- 2.2 Standard obowiązuje od dnia jego wprowadzenia stosownym Zarządzeniem Prezesa Zarządu TD S.A.
- 2.3 Rozwiązania odbiegające od wymagań zawartych w Standardzie powinny uzyskać akceptację Biura Standaryzacji TAURON Dystrybucja S.A. zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie procedurami.
- 2.4 Zmiana treści oraz wyglądu Załącznika do niniejszego Standardu jest dokonywana samodzielną decyzją Dyrektora Departamentu, w kompetencjach którego leży obszar standaryzacji w TAURON Dystrybucja S.A., o ile zmiany te nie stoją w sprzeczności z postanowieniami obowiązujących regulacji wewnętrznych i wewnątrz korporacyjnych.
- Wskazane zmiany nie są traktowane, jako zmiana samego Standardu. Projekty zmian Załącznika opracowuje i przedstawia w/w Dyrektorowi Departamentu Biuro Standaryzacji.
- 2.5 W sprawach, w których przed dniem wejścia w życie niniejszego Standardu zawarto umowę lub wydano warunki przyłączenia - albo w inny sposób powołano się na dotychczas obowiązujące zasady, stosuje się dotychczasowe zasady, chyba że strony umówią się na zastosowanie niniejszego Standardu.

## **3. Opis zmian**

Wydanie pierwsze.

## **4. Zakres przedmiotowy.**

Określone w niniejszym standardzie wymagania dla transformatorów SN/nN stanowią szczegółowe wymagania techniczne dla postępowań przetargowych, zamieszczone w Specyfikacji Warunków Zamówienia (SWZ) lub Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia (SIWZ).

## **5. Cel opracowania.**

Opracowanie ma na celu ujednoczenie: technologii budowy, wyposażenia oraz parametrów technicznych dla:

- 5.1 Transformatorów rozdzielczych SN/nN z izolacją papierowo – olejową, zwanych w dalszej części dokumentu – transformatory olejowe.
- 5.2 Transformatorów rozdzielczych SN/nN z izolacją żywiczną, zwanych w dalszej części dokumentu – transformatory suche.

---

<sup>1</sup> zmiana numeru standardu technicznego wprowadzona Zarządzeniem nr 42/2017 z dnia pierwszego sierpnia 2017 roku

## 6. Transformatory rozdzielcze SN/nN z izolacją papierowo - olejową.

### 6.1 Wymagania ogólne.

6.1.1 Transformatory olejowe należy projektować i budować zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie aktami prawnymi, normami i uznanymi zasadami wiedzy technicznej podanymi w Załączniku nr 1 Transformatory te powinny mieć również dokumenty potwierdzające jakość ich wykonania, które zostały określone w Załączniku nr 1 ust 3.

6.1.2 Transformatory olejowe powinny również spełniać wymagania ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (tj. Dz. U. z 2013 poz. 1232, z póź. zm.) oraz przepisów wykonawczych do tej ustawy, jak również norm związanych.

### 6.2 Wymagane podstawowe parametry techniczne transformatorów olejowych.

6.2.1 Napięcia znamionowe:

a) uzwojenie górnego napięcia (GN): 6,3 kV, 15,75 kV, 21 kV, 31,5 kV lub przełączalne 10,5/21 kV,

b) uzwojenie dolnego napięcia (DN) – 0,42 kV.

6.2.2 Moc znamionowa: 63 kVA, 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA, 630 kVA i 1000 kVA.

6.2.3 Częstotliwość znamionowa: 50 Hz.

6.2.4 Regulacja po stronie górnego napięcia w stanie beznapięciowym:  $\pm 3 \times 2,5 \%$  (+7,5 %, +5,0 %; +2,5 %; 0,0; -2,5 %; -5,0 %; -7,5 %).

6.2.5 Napięcie zwarcia dla zaczeptu znamionowego wyrażone w procentach:

a) dla transformatorów o mocy od 63 kVA do 400 kVA wymagane jest 4,5 %,

b) dla transformatorów o mocy od 630 kVA do 1000 kVA wymagane jest 6 %,

c) dla transformatorów o przekładni napięciowej 31,5/0,42 kV niezależnie od mocy wymagane jest 6 %.

Dopuszczalna tolerancja napięcia zwarcia nie więcej niż  $\pm 10\%$ .

### 6.3 Straty jałowe i obciążeniowe.

**Tabela nr 1.** Wartość maksymalnych strat jałowych i obciążeniowych transformatorów olejowych o górnym napięciu: 6,3 kV, 15,75 kV, 21 kV i przełączalnych 10,5/21 kV oraz 31,5 kV.

Lp.	Moc transformatora	Górne napięcie: 6,3 kV, 15,75 kV, 21 kV i 10,5/21 kV		Górne napięcie 31,5 kV	
		Straty biegu jałowego	Straty obciążeniowe	Straty biegu jałowego	Straty obciążeniowe
	kVA	[W]	[W]	[W]	[W]
1	63	105	1270	120	1397
2	100	145	1750	166	1925
3	160	210	2350	241	2585
4	250	300	3250	345	3575
5	400	430	4600	494	5060
6	630	600	6500	690	7150
7	1000	770	10500	885	11550

**Tolerancja dla podanych dopuszczalnych maksymalnych poziomów strat wynosi +0%.**

## 6.4 Układ połączeń.

- 6.4.1 Dla transformatorów o mocy od 63 kVA do 160 kVA – Dyn5 lub Yzn5.  
6.4.2 Dla transformatorów o mocy od 250 kVA do 1000 kVA – Dyn5.

## 6.5 Poziom mocy akustycznej.

- 6.5.1 Maksymalne dopuszczalne poziomy mocy akustycznej transformatorów zostały podane w tabeli nr 2.

**Tabela nr 2.** Maksymalny poziom mocy akustycznej transformatorów olejowych o górnym napięciu: 6,3 kV, 15,75 kV, 10,5/21 kV i 21 kV oraz 31,5 kV.

Moc znamionowa transformatora [kVA]	Maksymalny poziom mocy akustycznej $L_{wA}$ [dB(A)]	
	Górne napięcie: 6,3 kV, 15,75 kV, 21 kV i 10,5/21 kV	Górne napięcie 31,5 kV
63	40	52
100	41	54
160	44	57
250	47	60
400	50	63
630	52	65
1000	55	67
Moc znamionowa transformatora [kVA]	Transformatory o obniżonym poziomie mocy akustycznej (niskoszumowe) $L_{wA}$ [dB(A)]	
63	40	
100	41	
160	44	
250	44	
400	44	
630	44	

Poziom mocy akustycznej mierzony zgodnie z normą PN-EN 60076-10.

## 6.6 Napięcie probiercze.

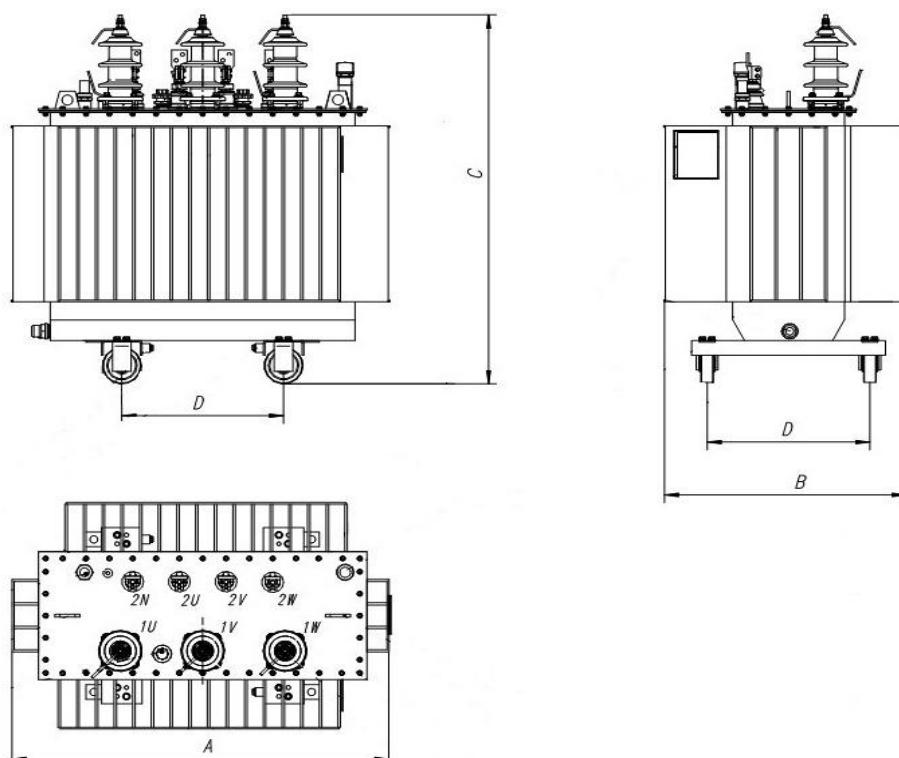
- 6.6.1 Napięcia probiercze dla transformatorów o napięciach znamionowych uzwojenia GN:
- a) 6,3 kV – LI 60, AC 20 kV,
  - b) 15,75 kV – LI 95, AC 38 kV,
  - c) 21 kV – LI 125, AC 50 kV,
  - d) 10,5/21 kV – LI 125, AC 50 kV,
  - e) 31,5 kV – LI 170, AC 70 kV.
- 6.6.2 Uzwojenia DN – AC – nie mniejsze niż 8 kV.

## 6.7 Wymiary gabarytowe

Maksymalne wymiary transformatorów zostały podane w tabeli nr 3.

**Tabela nr 3.** Maksymalne wymiary i masa całkowita transformatorów olejowych o górnym napięciu: 6,3 kV, 15,75 kV, 10,5/21 kV, 21 kV i 31,5 kV.

Moc transformatora [kVA]	Długość (A) [mm]	Szerokość (B) [mm]	Wysokość (C) [mm]	Ciężar całkowity [kg]
63	1050	800	1400	700
100	1100	800	1450	750
160	1250	900	1500	1000
250	1350	950	1700	1300
400	1600	950	1700	1500
630	1650	1050	1700	2050
1000	2000	1100	1950	2800



Transformator olejowy – wymiary podstawowe

## 6.8 Warunki klimatyczne.

- 6.8.1 Transformatory należy przystosować do pracy ciągłej na wysokości do 1000 m n.p.m. w klimacie umiarkowanym i temperaturze otoczenia od -25°C do +40°C.
- 6.8.2 Poziom zanieczyszczenia powietrza, odpowiedni dla III strefy zabrudzeniowej.

## 6.9 Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów w izolacji olejowej.

- 6.9.1 Każdą transformatora powinna być w wykonaniu hermetycznym, zamkniętym, bez konserwatora i poduszki gazowej pod pokrywą kadzi, wyposażona w ciśnieniowy zawór bezpieczeństwa. Pokrywa powinna być mocowana do kadzi za pomocą śrub, niedopuszczalne jest łączenie pokrywy z kadzią za pomocą spawania. Kompensacja zmiany objętości oleju elektroizolacyjnego w transformatorze spowodowana zmianą jego temperatury, powinna odbywać się poprzez odkształcenie uszczelnionej kadzi.

Kadź powinna zapewniać również szczelność i wytrzymałość mechaniczną, zgodnie z normą PN-EN 50464-4:2010 + A1:2011 Transformatory rozdzielcze trójfazowe, olejowe, 50 Hz o mocy od 50 kVA do 2500 kVA i najwyższym napięciu urządzenia nie przekraczającym 36 kV. Część 4: Wymagania i próby szczelności kadzi falistych.

- 6.9.2 Kadź falistą i pokrywę transformatora należy zabezpieczyć przed korozją poprzez cynkowanie metodą zanurzeniową lub za pomocą ochronnych systemów malarskich.

Powłoka cynkowa kadzi powinna być wykonana zgodnie z normą PN-EN ISO 1461:2011 Powłoki cynkowe наносzone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową. Wymagania i metody badań.

W przypadku systemów malarskich, zabezpieczenia antykorozyjnego należy wykonać poprzez pomalowanie kadzi farbą gruntową, a następnie farbą nawierzchniową odporną na szkodliwe działanie oleju elektroizolacyjnego i wpływy atmosferyczne, w kolorze RAL 7033, zgodnie PN-EN ISO 12944 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.

- 6.9.3 Uzwojenia górnego i dolnego napięcia powinny być nowe wykonane z aluminium, lub z miedzi elektrolitycznej.

- 6.9.4 Olej elektroizolacyjny zastosowany w transformatorach powinien być olejem mineralnym nowym (wcześniej nieużywanym). W protokole badań transformatora należy umieścić wpis o rodzaju zastosowanego oleju oraz o spełnieniu przez ww. olej wymagań normy PN-EN 60296:2012 Ciecze stosowane w elektrotechnice. Świeże mineralne oleje elektroizolacyjne do transformatorów i aparatury łączeniowej.

- 6.9.5 Transformator powinien być chłodzony powietrzem w sposób naturalny – typu ONAN, przystosowany do pracy w warunkach napowietrznych i wewnętrznych.

## **6.10 Wyposażenie i osprzęt transformatora olejowego.**

- 6.10.1 Wskaźnik poziomu oleju powinien być mechaniczny z pływakiem, zabudowany na pokrywie transformatora w osłonie zabezpieczającej przed uszkodzeniem mechanicznym, z wyraźnie widocznym poziomem oleju.

- 6.10.2 Ciśnieniowy zawór bezpieczeństwa otwierający się przy przekroczeniu dopuszczalnego ciśnienia oleju wewnątrz kadzi.

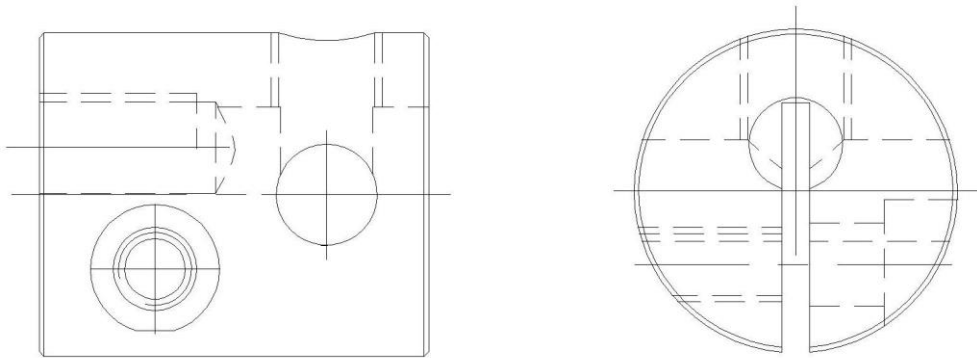
- 6.10.3 Przełącznik zaczeów powinien być zębatkowy, wbudowany do kadzi z napędem ręcznym na pokrywie. Wskaźnik położenia zaczeów powinien być widoczny i czytelny. Przełączanie w stanie beznapięciowym powinno być po stronie GN.

- 6.10.4 Transformatory przełączalne (10,5/21 kV) powinny być wyposażone po stronie średniego napięcia w beznapięciowy przełącznik zaczeów, umożliwiający wybór napięcia za pomocą pokrętła zainstalowanego na pokrywie transformatora, bez potrzeby demontowania jakichkolwiek elementów transformatora lub jego części.

- 6.10.5 Tory prądowe GN należy wyprowadzić na pokrywę transformatora z wykorzystaniem: ceramicznych izolatorów przepustowych z masy C-130, dla III strefy zabrudzeniowej lub z wykorzystaniem złączy konektorowych wykonanych, jako rozłączne wtykowe tzn. posiadające zewnętrzne gniazdo stożkowe, umożliwiające podłączenie kabla zakończony głowicą konektorową ze stożkiem wewnętrznym.

- 6.10.6 Do podłączenia transformatora w przypadku torów prądowych GN zakończonych ceramicznymi izolatorami przepustowymi, wykorzystać zaciski, umożliwiające bezpośrednie podłączenie kabli, bez stosowania końcówek zaprasowanych lub śrub na izolatorach.





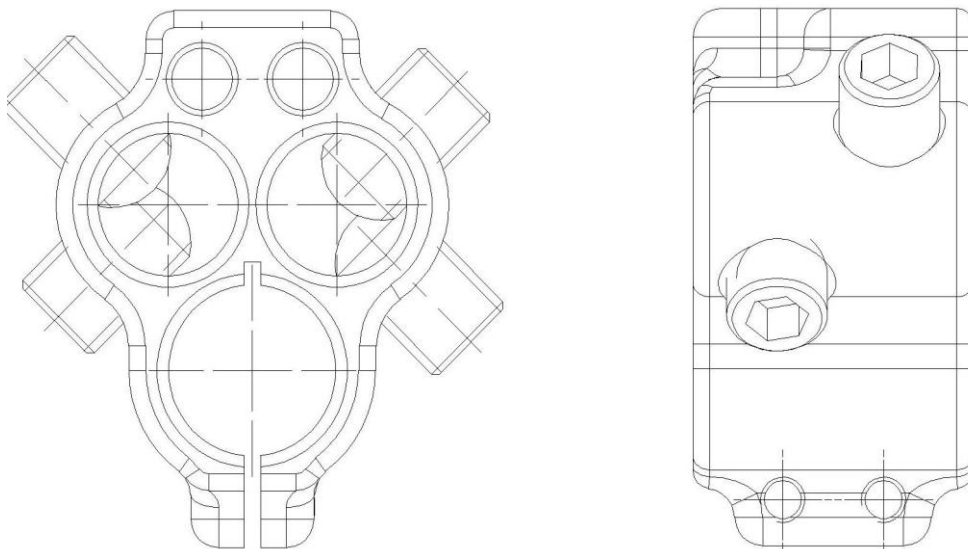
Przykładowy zacisk podłączenie GN transformatora przy użyciu kabli.

6.10.7 Tory prądowe DN należy wyprowadzić na pokrywę transformatora z wykorzystaniem ceramicznych izolatorów przepustowych wykonanych z masy C-130 dla III strefy zabrudzeniowej.

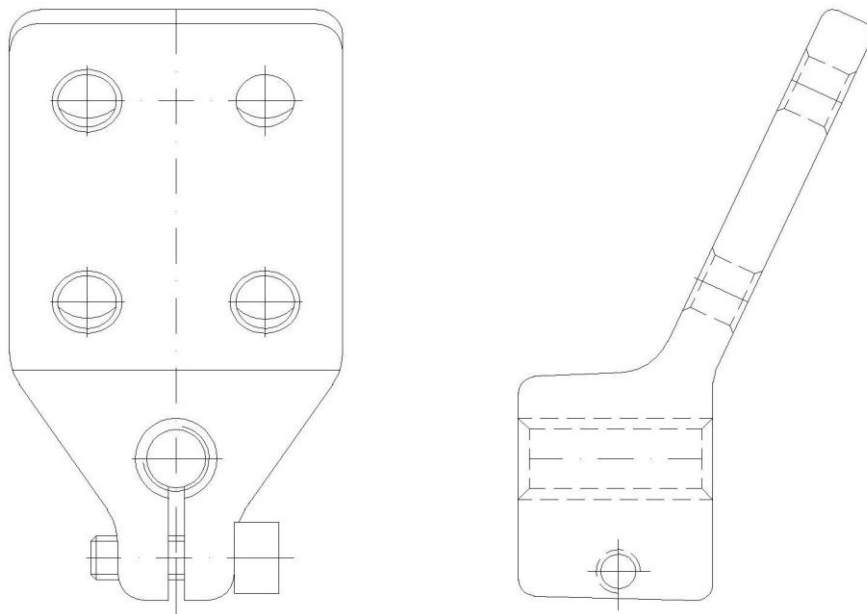
6.10.8 Dla podłączenia transformatora po stronie DN przewiduje się dwa typy zacisków zapewniających bezpośrednie podłączenie przewodów, bez stosowania końcówek zaprasowanych:

- a) Wariant nr 1 - dla podłączenia przewodów lub kabli,
- b) Wariant nr 2 - dla podłączenia szynowego.

W skład kompletu powinny wchodzić trzy zaciski fazowe i jeden zacisk punktu neutralnego transformatora. Zaciski powinny być dobrane do mocy transformatora i posiadać gniazda zaciskowe o odpowiednio dobranych rozmiarach, umożliwiające ich montaż na transformatorze. Zaciski powinny być wykonane metodą kucia matrycowego.



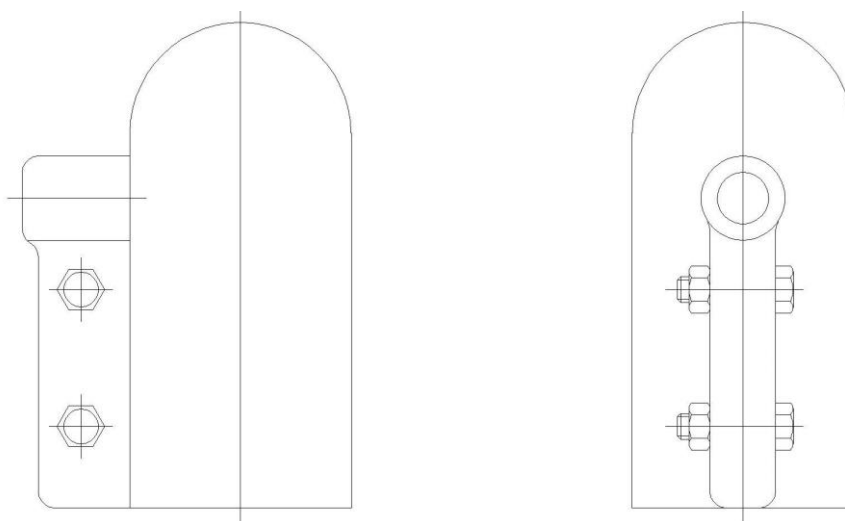
Przykładowy zacisk dla wariantu nr 1 – podłączenie DN transformatora przy użyciu przewodów lub kabli.



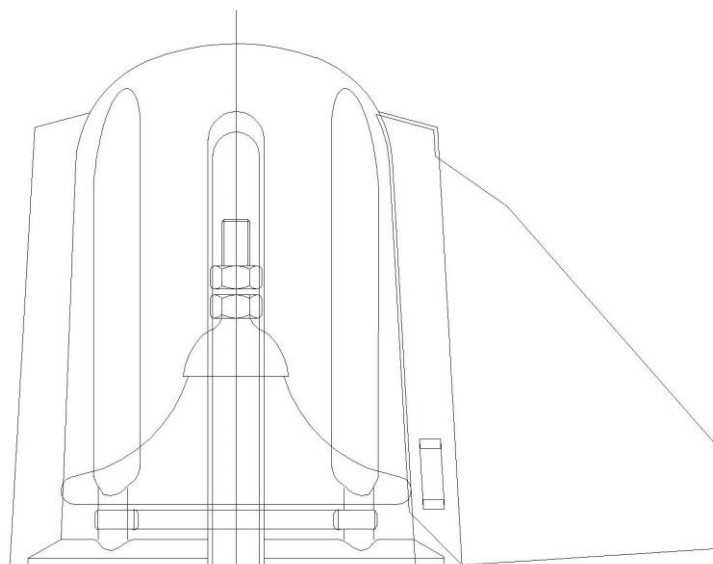
Przykładowy zacisk dla wariantu nr 2 - podłączenie DN transformatora przy użyciu szyn.

- 6.10.9 Zaciski uziemiające należy zabudować na pokrywie i podwoziu.
- 6.10.10 Oznakowanie dla zacisków GN, DN i N oraz dla zacisków uziemiających powinno być wykonane z miedzi, mosiądzu lub aluminium i przytwierdzone trwale do konstrukcji transformatora.
- 6.10.11 Uchwyty transportowe powinny umożliwiać ciągnięcie i podnoszenie oraz zabezpieczenie transformatora w czasie transportu. Uchwyty transportowe zamocowane na pokrywie transformatorów powinny być umocowane w odległości zapewniającej wykonywanie prac przeładunkowych bez ryzyka uszkodzenia izolatorów przepustowych i wskaźnika poziomu oleju.
- 6.10.12 Podwozie należy wykonać z kołami gładkimi, przestawnymi w kierunku podłużnym i poprzecznym o rozstawie kół jezdnych:
- dla transformatorów o mocy od 63 – 100 kVA - 420 mm,
  - dla transformatorów o mocy od 160 – 250 kVA - 520 mm,
  - dla transformatorów o mocy od 400 – 1000 kVA - 670 mm.
- 6.10.13 Tabliczkę z danymi znamionowymi wykonaną z mosiądzu lub aluminium, należy umieścić z dwóch stron na krótkich bokach kadzi. Napisy powinny być trwale wytłoczone i czytelne przez cały okres eksploatacji transformatora tj., co najmniej 25 lat. Numer fabryczny należy dodatkowo wytłoczyć w widocznym miejscu na pokrywie kadzi transformatora.
- 6.10.14 Transformatory należy wyposażać:
- w konstrukcję do montażu ogranicznika przepięć pomiędzy punktem neutralnym, a kadzią transformatora,
  - osłony zacisków transformatorowych GN przed skutkami zwarć wywołanych ingerencją zwierząt; osłony powinny być wykonane z samogasnącego i elastycznego tworzywa, odpornego na działanie promieniowania UV i zewnętrznych czynników środowiskowych,
  - osłony zacisków transformatorowych DN przed skutkami zwarć wywołanych ingerencją zwierząt; osłony powinny być wykonane z samogasnącego

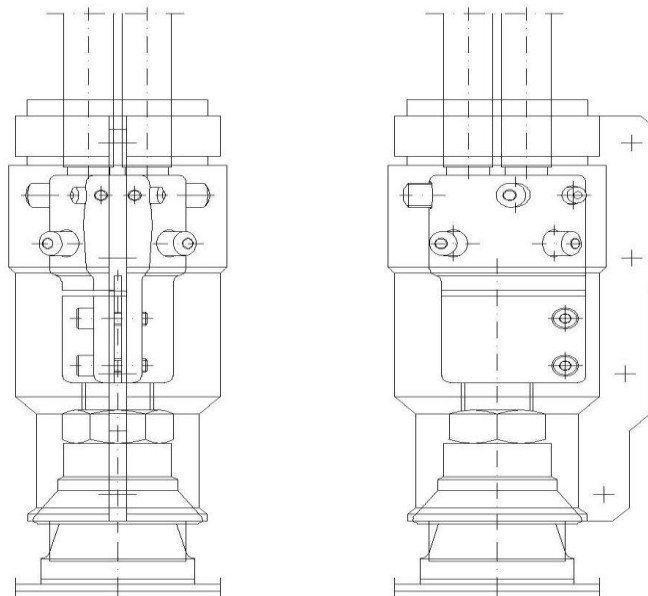
i elastycznego tworzywa, odpornego na działanie UV i zewnętrznych czynników środowiskowych.



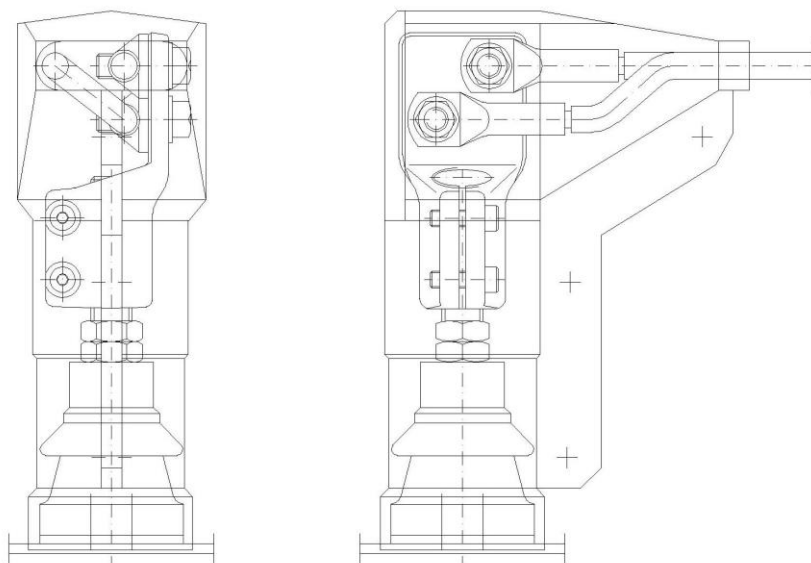
Przykład osłony zacisku GN transformatora



Przykład osłony izolatora GN transformatora



Przykład osłony dla zacisku DN transformatora



Przykład osłony dla zacisku DN transformatora

6.10.15 Wyposażenie dodatkowe transformatorów olejowych uwzględniające miejsce ich zainstalowania:

- a) Podkładki antywibracyjne - po jednej pod każde koło,
- b) Kondensatory do kompensacji biegu jałowego transformatora, dla przypadków, gdy obliczona moc biegu jałowego będzie większa niż 1 kVar (należy załączyć obliczenia doboru kondensatorów).

### 6.11 Tabliczka znamionowa

Tabliczka znamionowa powinna zawierać następujące dane:

- a) rodzaj i typ transformatora oraz identyfikator modelu,

- b) nr normy w oparciu, o którą został wykonany transformator,
- c) nazwę wytwórcy,
- d) numer fabryczny nadany przez wytwórcę, (wielkość numeru fabrycznego na tabliczce i na kadzi powinna wynosić nie mniej niż 15 mm).
- e) rok produkcji,
- f) liczba faz,
- g) moc znamionowa w kVA,
- h) dla transformatorów przełączalnych wartość mocy dla napięcia górnego i dolnego,
- i) częstotliwość znamionowa w Hz,
- j) napięcie znamionowe GN i DN w kV oraz zakres regulacji,
- k) prądy znamionowe GN i DN w A,
- l) symbol układu połączeń,
- m) napięcie zwarcia - wartość zmierzona wyrażona w procentach,
- n) rodzaj chłodzenia (ONAN),
- o) masa całkowita w kg,
- p) masa oleju elektroizolacyjnego w kg,
- q) masa i rodzaj przewodu,
- r) masa i materiał rdzenia,
- s) straty jałowe – wartość zmierzona w W,
- t) straty obciążeniowe – wartość zmierzona w W,
- u) poziom mocy akustycznej – zmierzony i gwarantowany w dB(A), oznakowanie „ns” przy obniżonym poziomie szumów,
- v) prąd biegu jałowego – wartość zmierzona w %.

#### **6.12 Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji papierowo – olejowej.**

Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji papierowo – olejowej powinna zawierać:

- 6.12.1 Dokumentację techniczno – ruchową (DTR).
- 6.12.2 Rysunek wymiarowy transformatora.
- 6.12.3 Kartę gwarancyjną.
- 6.12.4 Protokół z próby wyrobu (karta prób) zawierający:
  - a) typ transformatora oraz identyfikator modelu,
  - b) nr fabryczny,
  - c) rok produkcji,
  - d) moc w [kVA],
  - e) dla transformatorów przełączalnych wartość mocy dla napięcia górnego i dolnego,
  - f) napięcie uzwojenia GN w V i prąd w A,
  - g) napięcie uzwojenia DN w V i prąd w A,
  - h) zakres regulacji napięcia,

- i) grupa połączeń,
- j) częstotliwość w Hz, liczba faz, rodzaj pracy, klasa izolacji,
- k) sposób chłodzenia, maksymalna temperatura otoczenia,
- l) próby wytrzymałości elektrycznej,
- m) rezystancja uzwojeń,
- n) pomiar rezystancji izolacji,
- o) straty jałowe i prąd biegu jałowego zmierzone i gwarantowane,
- p) wykres prądu jałowego w zależności od poziomu napięcia dla zakresu  $0,9xU_n - 1,1xU_n$ ,
- q) straty obciążeniowe i napięcia zwarcia zmierzone i gwarantowane,
- r) pomiar przekładni,
- s) poziom mocy akustycznej zmierzony i gwarantowany, dla każdej zamówionej jednostki,
- t) dla transformatorów o obniżonym poziomie ciśnienia akustycznego protokół powinien być oznaczony widocznym napisem „niskoszumowy”,
- u) masa i rodzaj przewodu,
- v) masa i materiał rdzenia.

6.12.5 Dokumentacja powinna być sporządzona w języku polskim osobno dla każdego transformatora i dostarczona łącznie z partią transformatorów, których ta dokumentacja dotyczy.

## 7. Transformatory rozdzielcze SN/nN z izolacją żywiczną.

### 7.1 Wymagania ogólne.

7.1.1 Transformatory suche (w izolacji żywiczej) powinny być projektowane i budowane zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie aktami prawnymi, normami i uznanymi zasadami wiedzy technicznej oraz powinny posiadać dokumenty potwierdzające jakość ich wykonania, wydane przez niezależne jednostki badawcze.

Szczegółowe wymagania dotyczące powyższych dokumentów zostaną określone na etapie opracowywania SIWZ lub SWZ dla każdego postępowania przetargowego.

7.1.2 Transformatory suche powinny również spełniać wymagania Prawa ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z póź. zm.) oraz przepisów i norm związanych.

### 7.2 Wymagania dla podstawowych parametrów transformatorów suchych.

7.2.1 Napięcie znamionowe:

- a) Uzwojenia górnego napięcia (GN) – 6,3 kV; 15,75 kV; 21 kV; 10,5-21 kV i 31,5 kV,
- b) Uzwojenia dolnego napięcia (DN) – 0,42 kV.

7.2.2 Regulacja napięcia:  $\pm 2 \times 2,5 \%$  (+5,0 %; +2,5 %; 0,0; -2,5 %; -5,0 %).

7.2.3 Moc znamionowa: 63 kVA, 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA, 630 kVA i 1000 kVA.

7.2.4 Napięcia zwarcia dla zacze pu znamionowego:

- a) dla transformatorów o mocy do 400 kVA - wymagane 4,5 %,
- b) dla transformatorów o mocy od 630 kVA - wymagane 6 %,
- c) dla transformatorów o przekładni napięciowej 31,5/0,42 kV niezależnie od mocy, wymagane 6 %.

Dopuszczalna tolerancja napięcia zwarcia nie więcej niż  $\pm 10\%$ .

7.2.5 Częstotliwość znamionowa - 50 Hz.

### 7.3 Straty jałowe i obciążeniowe.

**Tabela nr 4.** Straty jałowe i obciążeniowe dla transformatorów suchych o górnym napięciu: 6,3kV, 15,75 kV, 21 kV i przełączalnych 10,5/21 kV oraz 31,5 kV.

Lp.	Moc transformatora	Górne napięcie: 6,3 kV, 15,75 kV, 10,5/21 kV i 21 kV		Górne napięcie 31,5 kV	
		Straty biegu jałowego	Straty obciążeniowe	Straty biegu jałowego	Straty obciążeniowe
	kVA	[W]	[W]	[W]	[W]
1	63	220	1790	250	1970
2	100	280	2050	320	2255
3	160	400	2900	460	3190
4	250	520	3800	595	4180
5	400	750	5500	860	6050
6	630	1100	7600	1265	8360
7	1000	1550	9000	1780	9900

**Tolerancja dla podanych dopuszczalnych maksymalnych poziomów strat wynosi + 0%.**

## 7.4 Układ połączeń.

7.4.1 Układ połączeń - dla transformatorów o mocy 63 kVA do 160 kVA – Dyn5 lub Yzn5.

7.4.2 Układ połączeń - dla transformatorów o mocy 250 kVA do 1000 kVA – Dyn5.

## 7.5 Poziom ciśnienia akustycznego dla transformatorów suchych.

Maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego (hałasu) transformatorów zostały podane w tabeli nr 5.

Wyniki pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego należy umieścić w protokole badań transformatora.

**Tabela nr 5.** Maksymalny poziom mocy akustycznej dla transformatorów suchych o górnym napięciu: 6,3 kV, 15,75 kV, 10,5/21 kV i 21 kV oraz 31,5 kV.

Moc znamionowa transformatora [kVA]	Maksymalny poziom mocy akustycznej $L_{wA}$ [dB(A)]	
	Górne napięcie: 6,3 kV, 15,75 kV, 21 kV i 10,5/21 kV	Górne napięcie 31,5 kV
63	48	51
100	51	54
160	54	57
250	57	59
400	60	61
630	62	63
1000	65	65
Moc znamionowa transformatora [kVA]	Transformatory o obniżonym poziomie mocy akustycznej (niskoszumowe) $L_{wA}$ [dB(A)]	
63	44	
100	46	
160	46	
250	48	
400	48	
630	49	

Poziom mocy akustycznej mierzonej zgodnie z normą PN-EN 60076-10.

## 7.6 Napięcie probiercze.

7.6.1 Napięcie probiercze dla transformatorów o napięciach znamionowych uzwojenia GN:

- a) **6,3 kV** – LI 60, AC20 kV,
- b) **15,75 kV** – LI 95, AC38 kV,
- c) **21 kV** – LI 125, AC50 kV,
- d) **31,5 kV** – LI 170, AC70 kV.

7.6.2 Uzwojenia DN – AC – nie mniejsze niż 8 kV .

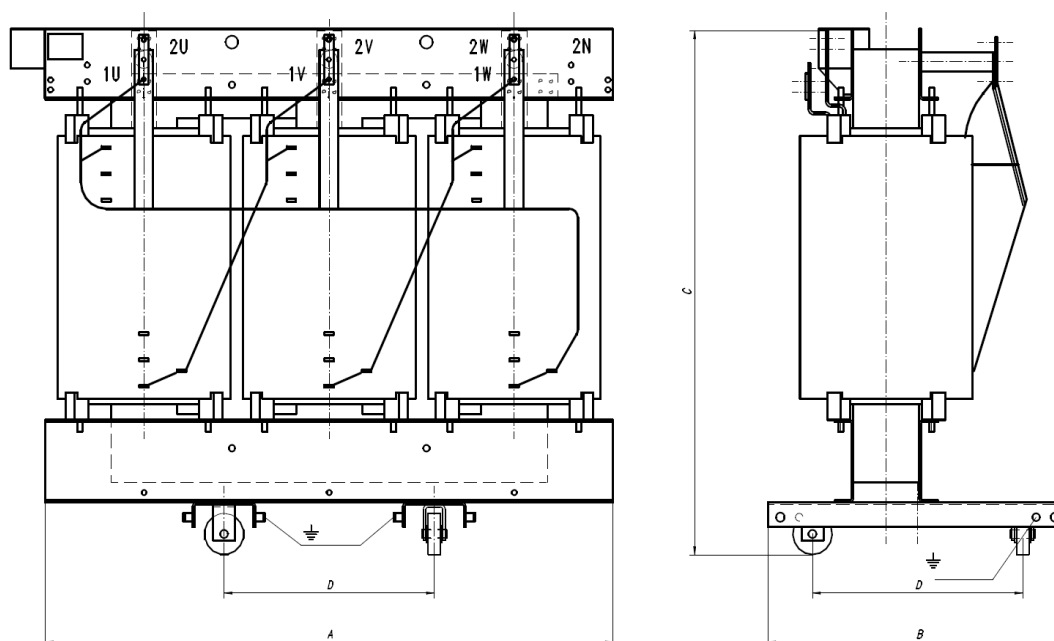
## 7.7 Wymiary gabarytowe

Maksymalne dopuszczalne wymiary transformatorów zostały podane w tabeli nr 6.



**Tabela nr 6.** Maksymalne wymiary i maksymalna masa całkowita transformatorów suchych o górnym napięciu: 6,3 kV, 15,75 kV, 10,5/21 kV, 21, i 31,5 kV.

Moc transformatora [kVA]	Długość (A) [mm]	Szerokość (B) [mm]	Wysokość (C) [mm]	Ciężar całkowity [kg]
63	1300	700	1500	1000
100	1400	750	1550	1200
160	1500	800	1650	1350
250	1500	850	1700	1750
400	1550	930	1850	2100
630	1550	930	1950	2400
1000	1850	1050	2050	3800



Transformator suchy - wymiary podstawowe

## 7.8 Warunki klimatyczne.

Transformatory powinny być przystosowane do pracy, na wysokościach do 1000 m n.p.m. w klimacie umiarkowanym, w temperaturze otoczenia od  $-5^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$ .

## 7.9 Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów suchych.

- 7.9.1 Transformatory suche powinny być wykonane w technologii zalewania próżniowego lub rowingowej tj. w izolacji z zastosowaniem żywicy i włókna szklanego tzw. rowingu o stopniu ochrony IP00.
- 7.9.2 Transformatory powinny być przystosowane do pracy ciągłej w warunkach wewnętrznych z chłodzeniem naturalnym typu AN.
- 7.9.3 Uzwojenia górnego i dolnego napięcia powinny być nowe wykonane z aluminium lub z miedzi elektrolitycznej.

7.9.4 Izolację transformatorów suchych należy wykonać z materiałów trudnopalnych i samogasnących w klasie palności F1. Układ izolacyjny transformatora powinien gwarantować dopuszczalną temperaturę pracy 155°C i średni przyrost temperatury uzwojeń przy prądzie znamionowym 100°C – klasa temperaturowa F.

7.9.5 Elementy metalowe transformatorów powinny być zabezpieczone antykorozyjnie poprzez pomalowanie farbą gruntową, a następnie farbą nawierzchniową.

## **7.10 Wyposażenie i osprzęt transformatorów suchych.**

7.10.1 Zmiana zaczepów po stronie GN w stanie beznapięciowym za pomocą odczepów regulacyjnych i przy zastosowaniu łączników śrubowych.

7.10.2 Transformatory powinny być wyposażone w szyny odpływowe górnego i dolnego napięcia wyprowadzone na ceramiczne lub kompozytowe izolatory wsporcze.

7.10.3 Transformator należy wyposażyć w moduł zabezpieczenia cieplnego, zawierający 6 czujników temperatury (po dwa na każdej fazie) i tablicę zaciskową + układ kontroli temperatury transformatora.

7.10.4 Oznakowanie dla zacisków GN, DN i N oraz dla zacisków uziemiających powinno być wykonane z mosiądzu, miedzi lub aluminium i przytwierdzone trwale do konstrukcji transformatora.

7.10.5 Zacisk uziemiający należy zabudować na podwoziu.

7.10.6 Uchwyty transportowe powinny umożliwiać ciągnięcie i podnoszenie oraz zabezpieczenie transformatora w czasie transportu. Uchwyty transportowe zamocowane na transformatorze powinny umożliwiać sprawne wykonywanie prac przeładunkowych.

7.10.7 Podwozie należy wykonać z kołami gładkimi, przestawnymi w kierunku podłużnym i poprzecznym o rozstawie kół jezdnych:

- a) dla transformatorów o mocy od 63 – 100 kVA – 420 mm,
- b) dla transformatorów o mocy od 160 – 250 kVA – 520 mm,
- c) dla transformatorów o mocy od 400 – 630 kVA – 670 mm.
- d) dla transformatorów o mocy 1000 kVA – 820 mm.

7.10.8 Tabliczka z danymi znamionowymi wykonana z mosiądzu lub aluminium, umieszczona z dwóch stron na dłuższych bokach konstrukcji transformatora. Napisy trwale wytłoczone i czytelne przez cały okres eksploatacji transformatora tj., co najmniej 25 lat.

7.10.9 Transformatory, których uzwojenia wykonano z aluminium i przyłączenie następuje poprzez wyprowadzony płaskownik aluminiowy należy wyposażyć w odpowiednio dopasowane przekładki AL-CU do przyłączenia miedzianych szyn prądowych.

7.10.10 Dodatkowe wyposażenie dla wybranych transformatorów suchych:

- a) podkładki antywibracyjne - po jednej pod każde koło,
- b) kondensatory do kompensacji biegu jałowego transformatora, dla przypadków gdy obliczona moc biegu jałowego będzie większa niż 1 kVar (należy załączyć obliczenia doboru kondensatorów).

## **7.11 Tabliczka znamionowa**

Tabliczka znamionowa powinna zawierać następujące dane:

- a) rodzaj i typ transformatora oraz identyfikator modelu,
- b) nr normy w oparciu, o którą został wykonany transformator,

- c) nazwę wytwórcy,
- d) numer fabryczny nadany przez wytwórcę, (wielkość numeru fabrycznego na tabliczce powinna wynosić nie najmniej niż 15 mm).
- e) rok produkcji,
- f) klasa temperaturowa układu izolacji każdego uzwojenia.
- g) liczba faz,
- h) moc znamionowa [kVA],
- i) dla transformatorów przełączalnych wartość mocy dla napięcia górnego i dolnego,
- j) częstotliwość znamionowa [Hz],
- k) napięcie znamionowe GN i DN [kV] oraz zakres regulacji GN,
- l) sposób połączenia zacisków regulacyjnych dla poszczególnych zaczepów GN,
- m) prądy znamionowe GN i DN [A],
- n) symbol układu połączeń,
- o) napięcie zwarcia – wartość zmierzona w [%],
- p) masa całkowita [kg],
- q) masa i rodzaj przewodu,
- r) masa i materiał rdzenia,
- s) straty jałowe – wartość zmierzona w [W],
- t) straty obciążeniowe – wartość zmierzona w [W],
- u) gwarantowany poziom mocy akustycznej w [dB(A)], oznakowanie „ns” przy obniżonym poziomie szumów,
- v) prąd biegu jałowego – wartość zmierzona w [%].
- w) rodzaj chłodzenia,
- x) poziom izolacji.

## **7.12 Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji żywicznej.**

Dokumentacja każdego transformatora SN/nN w izolacji żywicznej powinna zawierać:

7.12.1 Dokumentację techniczno – ruchową (DTR).

7.12.2 Rysunek wymiarowy transformatora.

7.12.3 Kartę gwarancyjną.

7.12.4 Protokół z próby wyrobu (karta prób) zawierający:

- a) typ transformatora oraz identyfikator modelu,
- b) nr fabryczny,
- c) rok produkcji,
- d) moc w kVA,
- e) dla transformatorów przełączalnych wartość mocy dla napięcia górnego i dolnego,
- f) napięcie uzwojenia GN w V i prąd w A,
- g) napięcie uzwojenia DN w V i prąd w A,
- h) zakres regulacji napięcia,

- i) grupa połączeń,
- j) częstotliwość w Hz, liczba faz, rodzaj pracy, klasa izolacji,
- k) sposób chłodzenia, maksymalna temperatura otoczenia,
- l) próby wytrzymałości elektrycznej,
- m) poziom izolacji,
- n) rezystancja uzwojeń,
- o) pomiar wytrzymałości izolacji,
- p) pomiar rezystancji izolacji,
- q) straty jałowe i prąd biegu jałowego zmierzone i gwarantowane,
- r) wykres prądu jałowego w zależności od poziomu napięcia dla zakresu  $0,9xU_n - 1,1xU_n$ ,
- s) straty obciążeniowe i napięcia zwarcia: zmierzone i gwarantowane,
- t) pomiar przekładni,
- u) zmierzony poziom mocy akustycznej, dla każdej zamówionej jednostki,
- v) deklaracja zgodności transformatorów z normą PN-EN 60076,
- w) dla transformatorów o obniżonym poziomie ciśnienia akustycznego protokół powinien być oznaczony widocznym napisem „niskoszumowy”.
- x) masa i rodzaj przewodu,
- y) masa i materiał rdzenia.

7.12.5 Dokumentacja powinna być sporządzona w języku polskim osobno dla każdego transformatora i dostarczona łącznie z partią transformatorów, których ta dokumentacja dotyczy.

## 8. Wykaz załączników

Załącznik nr 1: Dokumenty i normy związane. Wymagania jakościowe.

*W Standardzie wykorzystano przykładowe rysunki transformatorów i osprzętu do transformatorów, na umieszczenie których uzyskano zgodę firm:*

1. *Bezpol Sp. z o.o.,*
2. *Schneider Electric Energy Poland Sp. z o.o.*