

Załącznik do Zarządzenia nr 84/2021

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

Kraków, lipiec 2021 r.

Opracowali:	1. Jan Olszewski	Centrala	Podpis przedstawiciela Zespołu: 12.01.2021 X <i>Jan Olszewski</i> Jan Olszewski Podpisany przez: Olszewski Jan
	2. Wiesław Bruzda	Oddział w Jeleniej Górze	
	3. Piotr Iwańczuk	Oddział w Wałbrzychu	
	4. Ryszard Fajkis	Oddział w Bielsku Białej	
	5. Krzysztof Kwiatkowski	Oddział w Tarnowie	
	6. Tomasz Łukaszów	Centrala	
Sprawdził:	Zdzisław Koszkuł	Kierownik Biura Standaryzacji	12.01.2021 X <i>Zdzisław Koszkuł</i> Zdzisław Koszkuł Podpisany przez: Koszkuł Zdzisław

Sprawdził pod względem formalno-prawnym:	Małgorzata Lisiak - Wańczyk	Radca Prawny	13.01.2021 X <i>Małgorzata Lisiak - Wańczyk</i> Małgorzata Lisiak - Wańczyk Podpisany przez: Lisiak Wańczyk Małgorzata
--	-----------------------------	--------------	--

Uzgodnił:	Maciej Mróz	Dyrektor Departamentu Inwestycji i Rozwoju Sieci	21.07.2021 X <i>Maciej Mróz</i> Maciej Mróz Podpisany przez: Mróz Maciej
-----------	-------------	--	--

Zaakceptował:	Waldemar Skomudek	Wiceprezes Zarządu ds. Operatora	21.07.2021 X <i>Waldemar Skomudek</i> Waldemar Skomudek Podpisany przez: Skomudek Waldemar
---------------	-------------------	----------------------------------	--

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

Spis treści:

1.	Podstawa opracowania.....	4
2.	Cel opracowania.....	4
3.	Zakres stosowania.	4
4.	Opis zmian.....	5
5.	Definicje.....	5
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.....	6
6.4	Układ połączeń.....	6
6.5	Poziom mocy akustycznej.....	6
6.6	Napięcie probiercze.....	7
6.7	Wymiary gabarytowe.....	7
6.8	Warunki klimatyczne.....	8
6.9	Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów w izolacji olejowej.....	9
6.10	Wyposażenie i osprzęt transformatora olejowego.....	9
6.11	Tabliczka znamionowa.....	13
6.12	Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji papierowo – olejowej.....	14
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.....	17
7.7	Wymiary gabarytowe.....	17
7.8	Warunki klimatyczne.....	18
7.9	Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów suchych.....	18
7.10	Wyposażenie i osprzęt transformatorów suchych.....	18
7.11	Tabliczka znamionowa.....	19
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, a także powszechnie uznane zasady wiedzy technicznej.

2. Cel opracowania.

Standard techniczny nr 5/2014 dla transformatorów rozdzielczych SN/nN do zabudowy w sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A. (dalej: Standard) ma na celu ujednolicenie budowy, wyposażenia oraz rozwiązań technicznych obowiązujących na terenie działania TAURON Dystrybucja S.A. (dalej: TD S.A.), dla transformatorów dystrybucyjnych SN/nN z izolacją papierowo – olejową, zwanych w dalszej części dokumentu – transformatorami olejowymi oraz z izolacją żywiczną, zwanych w dalszej części dokumentu – transformatorami suchymi.

3. Zakres stosowania.

- 3.1 Standard zawiera podstawowe wymagania techniczne, które powinny spełniać nowe transformatory SN/nN kupowane do zabudowy w stacjach na terenie działania TD S.A.
- 3.2 Standard obowiązuje od dnia jego wprowadzenia stosownym Zarządzeniem Prezesa Zarządu TD S.A. i należy stosować go w przypadkach: zakupu nowych transformatorów rozdzielczych Sn/nN do zabudowy w sieci rozdzielczej TD S.A.
- 3.3 Rozwiązania odbiegające od wymagań zawartych w Standardzie powinny uzyskać akceptację komórki merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji w TD S.A., zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie procedurami.
- 3.4 Do zmiany treści Załączników do Standardu upoważniony jest Dyrektor Departamentu, Inwestycji i Rozwoju Sieci o ile zmiany te nie stoją w sprzeczności z przepisami prawa oraz obowiązującymi regulacjami wewnętrznymi lub wewnątrzkorporacyjnymi.
Wskazane wyżej zmiany Załączników nie stanowią zmiany Standardu. Projekty zmian Załączników opracowuje i przedstawia wyżej przywołanemu Dyrektorowi Departamentu, Kierownik lub upoważniony przez niego pracownik komórki merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji. Osoby te są zobowiązane przekazać zaakceptowane i zmienione Załączniki do Biura Zarządu celem ich opublikowania na TAURONECIE.
- 3.5 W sprawach, w których przed dniem wejścia w życie 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 Standardu.
- 3.6 W przypadkach, w których Standard odwołuje się do treści innych Standardów technicznych, a Standardy te uległy zmianie (zmiana numeru, tytułu, treści), należy stosować odpowiednie wymagania określone w aktualnych i obowiązujących Standardach technicznych.
- 3.7 Jeżeli wymagania Standardu są bardziej rygorystyczne aniżeli wymagania wynikające z przepisów powszechnie obowiązujących i norm, to należy stosować się do wymagań Standardu.

- 3.8 Ilekroć w dokumencie użyto słowa „należy”, „powinien” lub ich odmian, oznacza to, że opisana czynność, warunek są konieczne lub wymagane do spełnienia.
4. **Opis zmian.**
Wersja druga. Wszelkie zmiany treści Standardu oraz jego Załączników rejestrowane są w „Karcie aktualizacji Standardu” stanowiącej odrębny dokument i przechowywanej w komórce merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji.
5. **Definicje.**
Transformator olejowy – urządzenie statyczne o dwóch uzwojeniach, transformujące na drodze elektromagnetycznej napięcie i prąd przemienny z jednej sieci, zazwyczaj o innej wartości napięcia i prądu, przy tej samej częstotliwości, w celu przesyłania energii elektrycznej, którego obwód magnetyczny i uzwojenia są zanurzone w oleju.
Uzwojenie górnego napięcia (GN) – uzwojenie mające najwyższe napięcie znamionowe.
Uzwojenie dolnego napięcia (DN) – uzwojenie mające najniższe napięcie znamionowe.
Napięcie zwarcia (wyrażone w jednostkach względnych) – napięcie między zaciskami jednego z uzwojeń pary uzwojeń, odniesione do napięcia tego uzwojenia, przy znamionowej częstotliwości i temperaturze odniesienia, gdy zaciski drugiego uzwojenia pary uzwojeń są zwarte. Prąd zasilania powinien być równy prądowi znamionowemu (prądowi zaczepowemu).
Napięcie niskie (nN) – napięcie znamionowe sieci nie wyższe od 1 kV.
Napięcie średnie (SN) Napięcie znamionowe sieci wyższe od 1 kV i niższe od 110 kV.
Izolator przepustowy– konstrukcja wiodąca jeden lub więcej przewodów przez osłonę i izolująca je od niej, zawierająca także środki do mocowania np. przepust powietrzny.
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 do Standardu. Transformatory te powinny mieć również dokumenty potwierdzające jakość ich wykonania, które zostały określone w Załączniku nr 1 pkt 3.
- 6.1.2 Transformatory olejowe powinny również spełniać wymagania Prawa ochrony środowiska [U5]¹ oraz przepisów wykonawczych do tej ustawy, jak również norm związanych.
- 6.1.3 Transformatory olejowe w trakcie normalnej pracy nie powinny wymagać wykonywania okresowych badań, pomiarów oraz innych zabiegów eksploatacyjnych, po ich wyłączeniu spod napięcia. Zabiegi eksploatacyjne powinny być ograniczone do oględzin wykonywanych bez wyłączania napięcia.
- 6.2 **Wymagane podstawowe parametry techniczne transformatorów olejowych.**
- 6.2.1 Napięcia znamionowe:

¹ Oznaczenie odwołania do dokumentów wyspecyfikowanych w Załączniku nr 1: litera oznacza rodzaj dokumentu, numer oznacza kolejną pozycję w spisie dla danego rodzaju dokumentu

- 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: 40 kVA, 63 kVA, 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA, 630 kVA, 800 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 40 kVA do 400 kVA wymagane jest 4 %,
- 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	40	73	690	84	759
2	63	93	880	107	968
3	100	130	1250	150	1375
4	160	189	1750	217	1925
5	250	270	2350	310	2585
6	400	387	3250	445	3575
7	630	540	4600	621	5060
8	800	585	6000	673	6600
9	1000	693	7600	797	8360

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

6.4 Układ połączeń.

- 6.4.1 Dla transformatorów o mocy od 40 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
40	39	50
63	40	52
100	41	54
160	44	57
250	47	60
400	50	63
630	52	65
800	53	66
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 [N7].

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.

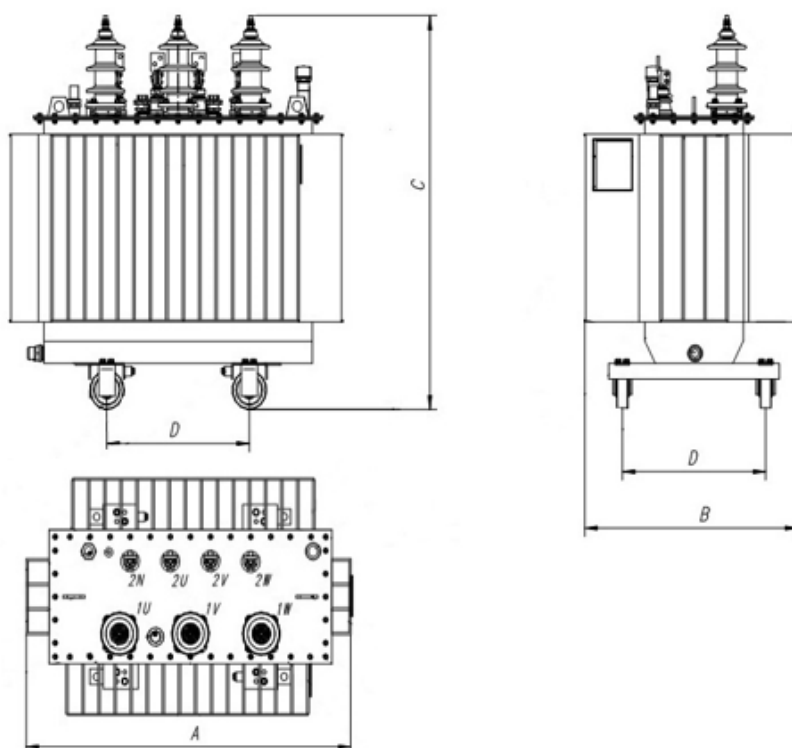
Tabela nr 3.

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]
40	1000	800	1600	700
63	1050	850	1650	800
100	1150	900	1750	1000
160	1250	900	1800	1200
250	1350	950	1850	1500
400	1600	1000	1850	1900
630	1650	1050	1850	2600
800	1750	1100	1950	3100
1000	1900	1100	2000	3500

Podane maksymalne wymiary i masy odnoszą się do transformatorów bez osprzętu dodatkowego tj.: zaciski, osłony izolatorów i podkładki antywibracyjne.

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 II lub III strefy zabrudzeniowej. Wybór odpowiedniej strefy zabrudzeniowej powinien być realizowany przez komórkę merytoryczną odpowiedzialną za dobór transformatorów rozdzielczych SN/nN, odpowiednio do warunków zabrudzeniowych w planowanej lokalizacji transformatora.

6.9 Wymagania konstrukcyjne dla transformatorów w izolacji olejowej.

6.9.1 Kadź 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 [N15].

6.9.2 Kadź falistą i pokrywę transformatora należy zabezpieczyć przed korozją poprzez cynkowanie metodą zanurzeniową lub za pomocą ochronnych systemów malarskich dla kategorii korozyjności atmosfery C3 zgodnie z normą [20].

Powłoka cynkowa kadzi powinna być wykonana zgodnie z normą [N16].

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 z normą [N17].

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 [N11].

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 pływakim, 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 zaczepów powinien być zębatkowy 7 pozycyjny, wbudowany do kadzi z napędem ręcznym na pokrywie. Wskaźnik położenia zaczepów powinien być widoczny i czytelny. Przełączanie w stanie beznapięciowym powinno być po stronie GN.

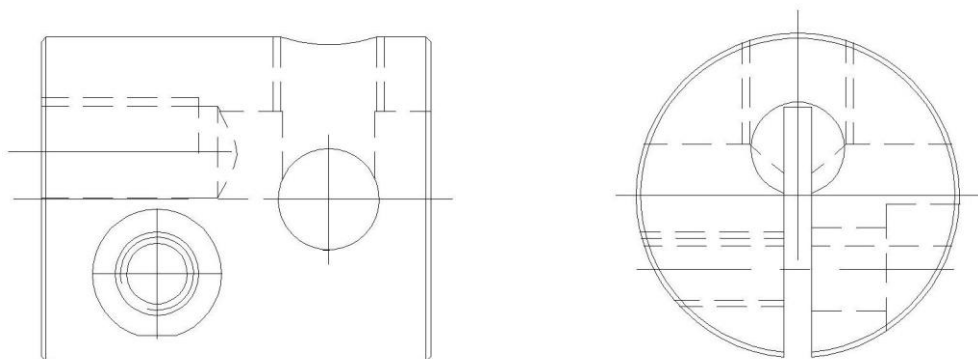
6.10.4 Transformatory przełączalne (10,5/21 kV) powinny być wyposażone po stronie średniego napięcia w beznapięciowy przełącznik zaczepów, umożliwiający wybór napięcia za pomocą pokrętła zainstalowanego na pokrywie transformatora, bez potrzeby demontowania jakichkolwiek elementów transformatora lub jego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

6.10.5 Tory prądowe GN należy wyprowadzić na pokrywę transformatora z wykorzystaniem: ceramicznych izolatorów przepustowych wykonanych z masy ceramicznej o parametrach nie gorszych niż masa C-110 i drodze upływu dla II lub III strefy

zabrudzeniowej lub złączy konektorowych wykonanych, jako rozłączne wtykowe tzn. posiadające zewnętrzne gniazdo stożkowe, umożliwiające podłączenie kabla zakończonego głowicą konektorową ze stożkiem wewnętrznym.

Na ceramicznych izolatorach przepustowych nie należy instalować iskierników.

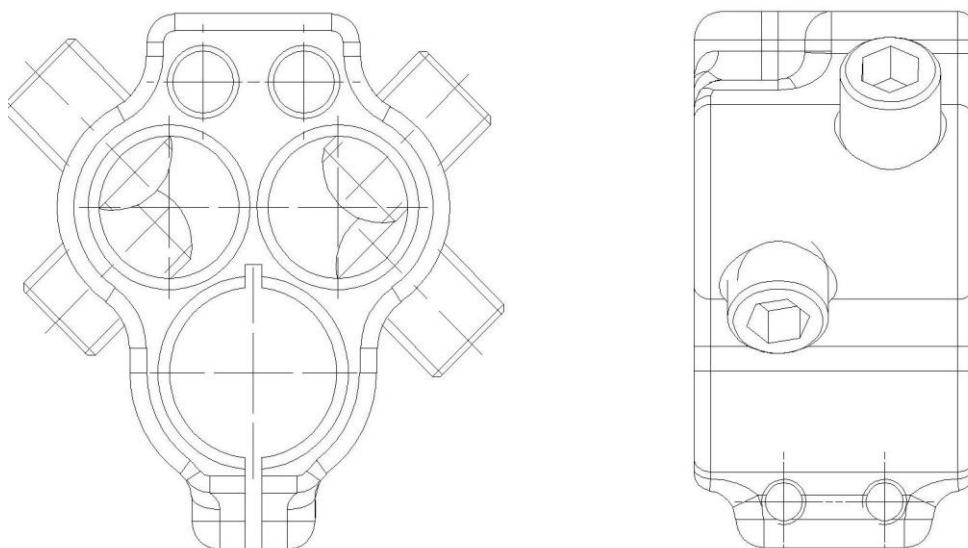
- 6.10.6 Do podłączenia transformatora w przypadku torów prądowych GN zakończonych ceramicznymi izolatorami przepustowymi należy wykorzystać zaciski, umożliwiające bezpośrednie podłączenie kabli, bez stosowania końcówek zaprasowanych lub śrub na izolatorach.



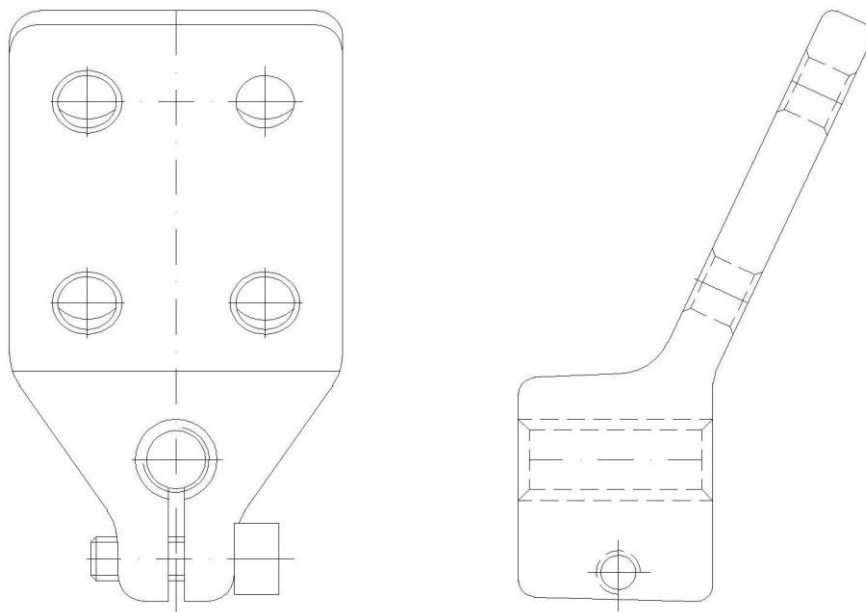
Przykładowy zacisk podłączenie GN transformatora przy użyciu kabli.

- 6.10.7 Tory prądowe DN należy wyprowadzić na pokrywę transformatora z wykorzystaniem ceramicznych izolatorów przepustowych wykonanych z masy ceramicznej o parametrach min. C-110.
- 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 комплекtu 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.



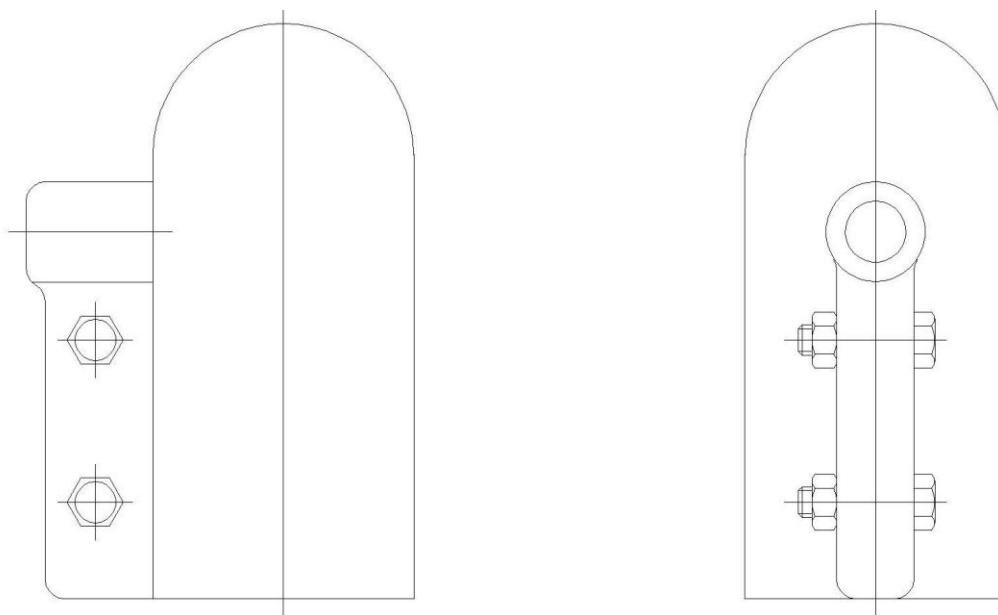
Przykładowy zacisk dla wariantu nr 1 – podłączenie DN transformatora przy użyciu przewodów lub kabli.



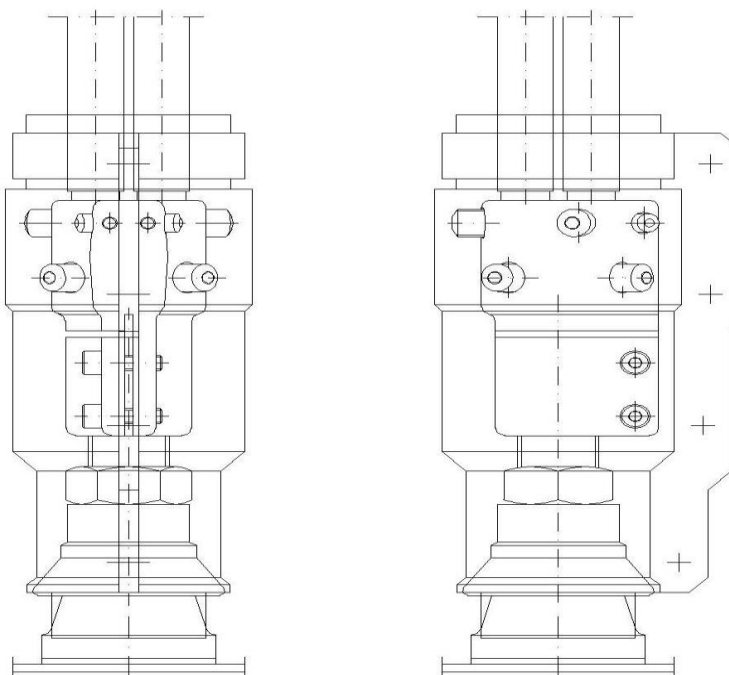
Przykładowy zacisk dla wariantu nr 2 - połączenie DN transformatora przy użyciu szyn.

- 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 mosiądzu, miedzi 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 jezdnym:
- a) dla transformatorów o mocy od 40 – 100 kVA - 420 mm,
 - b) dla transformatorów o mocy od 160 – 250 kVA - 520 mm,
 - c) dla transformatorów o mocy od 400 – 1000 kVA - 670 mm,
- 6.10.13 Dwie tabliczki z danymi znamionowymi wykonane z: mosiądzu lub aluminium, albo z blachy nierdzewnej. Pierwszą należy zamocować na stałe do krótkiego boku kadzi, natomiast drugą należy zamontować na uchwycie, umożliwiającym jej przełożenie również na długi bok 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:
- a) w konstrukcję do montażu ogranicznika przepięć pomiędzy punktem neutralnym, a kadzią transformatora,
 - b) 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,
 - c) osłony zacisków transformatorowych DN przed skutkami zwarć wywołanych ingerencją zwierząt; osłony powinny być wykonane z samogasnącego

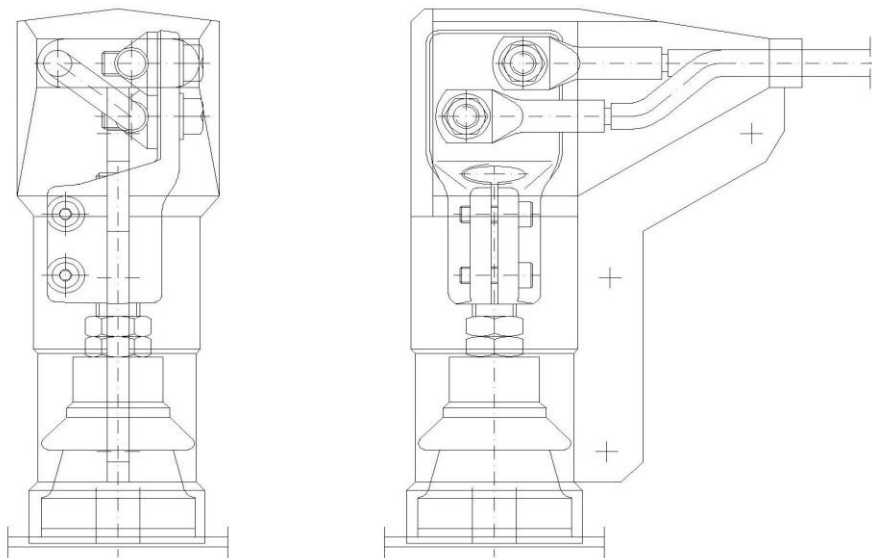
i elastycznego tworzywa, odpornego na działanie UV i zewnętrznych czynników środowiskowych.



Przykład osłony zacisku GN transformatora



Przykład osłony 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) częstotliwość znamionowa w Hz,
- i) napięcie znamionowe GN i DN w kV oraz zakres regulacji,
- j) prądy znamionowe GN i DN w A,
- k) symbol układu połączeń,
- l) napięcie zwarcia - wartość zmierzona wyrażona w procentach,
- m) rodzaj chłodzenia (ONAN),
- n) masa całkowita w kg,
- o) masa oleju elektroizolacyjnego w kg,
- p) masa i rodzaj przewodu,
- q) masa i materiał rdzenia,
- r) straty jałowe – wartość zmierzona w W,
- s) straty obciążeniowe – wartość zmierzona w W,

t) poziom mocy akustycznej – zmierzony i gwarantowany w dB(A), oznakowanie „ns” przy obniżonym poziomie szumów,

u) prąd biegu jałowego – wartość zmierzona w %.

Dla oznaczenia: mocy, przekładni i numeru fabrycznego należy zastosować czcionkę większą o wysokości min. 20 mm.

Dla transformatorów przełączalnych tabliczka znamionowa powinny być wykonana jako podwójna, dla obu GN na jakie jednostka została wyprodukowana (10,5 kV i 21 kV).

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 prób wyrobu (karta prób) zawierający:

a) typ transformatora oraz identyfikator modelu,

b) nr fabryczny,

c) rok produkcji,

d) moc w [kVA],

e) napięcie uzwojenia GN w V i prąd w A,

f) napięcie uzwojenia DN w V i prąd w A,

g) zakres regulacji napięcia,

h) grupa połączeń,

i) częstotliwość w Hz, liczba faz, rodzaj pracy, klasa izolacji,

j) sposób chłodzenia, maksymalna temperatura otoczenia,

k) próby wytrzymałości elektrycznej,

l) rezystancja uzwojeń,

m) pomiar rezystancji izolacji,

n) straty jałowe i prąd biegu jałowego zmierzone i gwarantowane,

o) wykres prądu jałowego w zależności od poziomu napięcia dla zakresu $0,9xU_n - 1,1xU_n$,

p) straty obciążeniowe i napięcia zwarcia zmierzone i gwarantowane,

q) pomiar przekładni,

r) gwarantowany poziom mocy akustycznej dla każdej zamówionej jednostki,

s) dla transformatorów o obniżonym poziomie ciśnienia akustycznego protokół zmierzonego i gwarantowanego poziomu mocy akustycznej powinien być oznaczony widocznym napisem „niskoszumowy”,

t) masa i rodzaj przewodu,

u) masa i materiał rdzenia.

Dla transformatorów przełączalnych próby i badania fabryczne, a także protokoły z tych prób powinny być wykonane dla obu GN na jakie jednostka została wyprodukowana (21 i 10,5kV).

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 żywicznej) 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 [U5] oraz przepisów i norm związanych.

7.1.3 Transformatory suche w trakcie normalnej pracy nie powinny wymagać wykonywania okresowych zabiegów eksploatacyjnych, badań i pomiarów, po ich wyłączeniu spod napięcia. Zabiegi eksploatacyjne powinny być ograniczone do oględzinami wykonywanych bez wyłączania napięcia.

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, 800kVA i 1000 kVA.

7.2.4 Napięcia zwarcia dla zaczeptu znamionowego:

a) dla transformatorów o mocy do 400 kVA - wymagane 4 %,

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	198	1570	228	1727
2	100	252	1800	290	1980
3	160	360	2600	414	2860
4	250	468	3400	538	3740

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]
5	400	675	4500	776	4950
6	630	990	7100	1139	7810
7	800	1170	8000	1346	8800
8	1000	1395	9000	1604	9900

Tolerancja dla podanych dopuszczalnych maksymalnych poziomów strat „na plus” wynosi 0%.

7.4 Układ połączeń.

7.4.1 Układ połączeń - dla transformatorów o mocy 63 kVA do 160 kVA - Dyn 5 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.

Dla transformatorów o obniżonym poziomie mocy akustycznej wyniki pomiarów poziomu mocy 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
800	64	64
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	
800	51	
1000	53	

Poziom mocy akustycznej mierzonego zgodnie z normą [N7].

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.

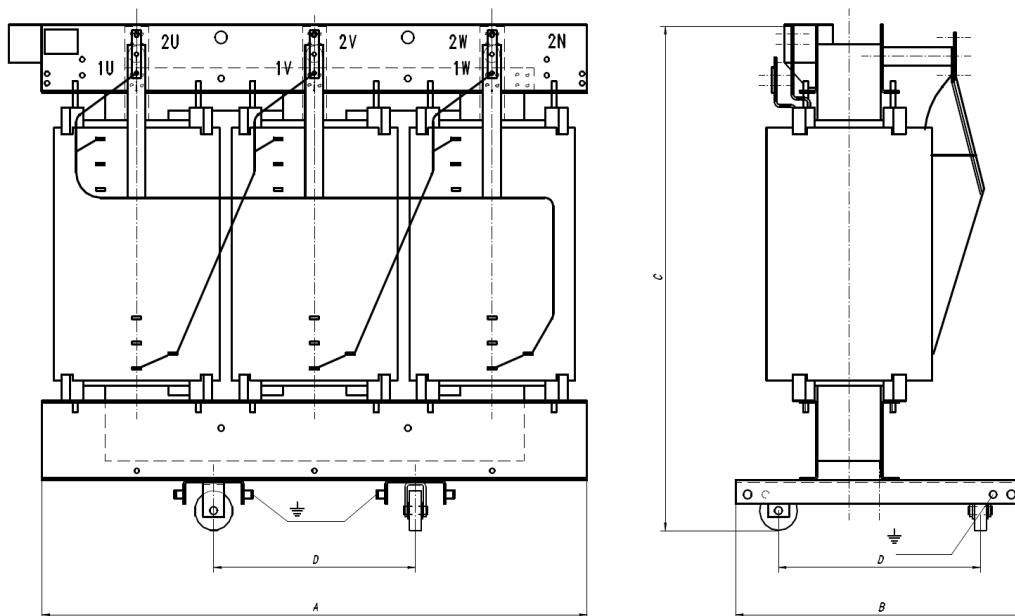
7.6.2 Uzwojenia DN – AC – nie mniejsze niż 8 kV .

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	900
100	1400	750	1550	1100
160	1500	800	1650	1350
250	1500	850	1800	1750
400	1550	930	1800	2060
630	1550	930	1850	2300
800	1750	980	1900	2900
1000	1850	1050	1950	3100



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 -25°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. Transformatory powinny posiadać cechy nie gorsze niż: C2 w zakresie wytrzymałości cieplnej, E2 w zakresie odporności środowiskowej i F1 w zakresie klasy palności. 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, poprzez malowanie proszkowe, albo cynkowanie ogniowe.

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 dolnego napięcia wyprowadzone na ceramiczne lub kompozytowe izolatory wsporcze.

7.10.3 Transformator należy wyposażyć w moduł zabezpieczenia cieplnego, zawierający 3 czujniki temperatury PT100 i listwę zaciskową oraz 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 – 800 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) częstotliwość znamionowa [Hz],
- j) napięcie znamionowe GN i DN [kV] oraz zakres regulacji GN,
- k) tabliczka schematu połączeń regulacyjnych dla poszczególnych zaczepów GN,
- l) prądy znamionowe GN i DN [A],
- m) symbol układu połączeń,
- n) napięcie zwarcia – wartość zmierzona w [%],
- o) masa całkowita [kg],
- p) masa i rodzaj przewodu,
- q) masa i materiał rdzenia,
- r) straty jałowe – wartość zmierzona w [W],
- s) straty obciążeniowe – wartość zmierzona w [W],
- t) gwarantowany poziom mocy akustycznej w [dB(A)], oznakowanie „ns” przy obniżonym poziomie szumów,
- u) prąd biegu jałowego – wartość zmierzona w [%].
- v) rodzaj chłodzenia,
- w) poziom izolacji.

Dla transformatorów przełączalnych tabliczka znamionowa powinna być wykonana jako podwójna, dla obu GN na jakie jednostka została wyprodukowana (10,5 kV i 21 kV).

7.12 Dokumentacja transformatora SN/nN w izolacji żywicznej.

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

- 7.12.1 Dokumentację techniczną – 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) napięcie uzwojenia GN w V i prąd w A,
- f) napięcie uzwojenia DN w V i prąd w A,
- g) zakres regulacji napięcia,
- h) grupa połączeń,
- i) częstotliwość w Hz, liczba faz, rodzaj pracy, klasa izolacji,
- j) sposób chłodzenia, maksymalna temperatura otoczenia,
- k) próby wytrzymałości elektrycznej,
- l) poziom izolacji,
- m) rezystancja uzwojeń,
- n) pomiar wytrzymałości izolacji,
- o) pomiar rezystancji izolacji,
- p) straty jałowe i prąd biegu jałowego zmierzone i gwarantowane,
- q) wykres prądu jałowego w zależności od poziomu napięcia dla zakresu $0,9 \times U_n - 1,1 \times U_n$,
- r) straty obciążeniowe i napięcia zwarcia: zmierzone i gwarantowane,
- s) pomiar przekładni,
- t) gwarantowany poziom mocy akustycznej dla każdej zamówionej jednostki,
- u) deklaracja zgodności transformatorów z normą [N1],
- v) dla transformatorów o obniżonym poziomie ciśnienia akustycznego protokół zmierzonego i gwarantowanego poziomu mocy akustycznej powinien być oznaczony widocznym napisem „niskoszumowy”,
- w) masa i rodzaj przewodu,
- x) masa i materiał rdzenia.

Dla transformatorów przełączalnych próby i badania fabryczne, a także protokoły z tych prób powinny być wykonane dla obu GN na jakie jednostka została wyprodukowana (21 i 10,5 kV).

7.12.5 Dokumentacja powinna być sporządzona w języku polskim osobno dla każdego transformatora i dostarczona łącznie z partią transformatorów, których ta dokumentacja dotyczy. Dokumentacja ta powinna być również zgodna z Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 548/2014 z dnia 21 maja 2014 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy.

8. Wykaz załączników

Załącznik nr 1: Dokumenty i normy związane oraz wymagania jakościowe.

W Standardzie wykorzystano przykładowe rysunki transformatorów i ich osprzętu, na umieszczenie których uzyskano zgodę firm: Bezpól sp. z o.o. i Schneider Electric Energy Poland sp. z o.o.