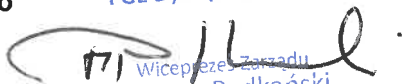


Standardy techniczne transformatorów SN/nN w PGE Dystrybucja S.A.

Wersja 01-2025

Zatwierdzono

PGE Dystrybucja S.A.


Wiceprezes Zarządu
Mariusz Podkański



SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	3
2.	ZAKRES STOSOWANIA	3
3.	NORMY I PRZEPISY	3
4.	DEFINICJE	4
5.	WYMAGANIA OGÓLNE	4
5.1.	Przekładnia napięciowa	4
5.2.	Grupy połączeń	5
5.3.	Regulacja napięcia	5
5.4.	Uzwojenia	5
5.5.	Straty	5
5.6.	Napięcie zwarcia	6
5.7.	Maksymalny dopuszczalny poziom mocy akustycznej	6
5.8.	Budowa i wyposażenie	7
5.9.	Chłodzenie	9
5.10.	Klasa izolacji	9
5.11.	Warunki klimatyczne	9
5.12.	Warunki gabarytowe	9
5.13.	Gwarancja	9
6.	WYMAGANE DOKUMENTY	10
6.1.	Wymagane dokumenty.	10

1. WSTĘP

Celem opracowania „Standardy techniczne transformatorów SN/nN w PGE Dystrybucja S.A.” jest ujednolicenie rozwiązań technicznych stosowanych w PGE Dystrybucja S.A. Dokument zawiera podstawowe wymagania techniczne, które muszą spełniać transformatory SN/nN, instalowane w stacjach elektroenergetycznych SN/nN.

Należy stosować transformatory SN/nN:

- a) spełniające wymagania norm i obowiązujących przepisów zawartych w niniejszym opracowaniu,
- b) które z wynikiem pozytywnym przeszły próby typu na zgodność z daną przedmiotową normą, wydane przez jednostkę posiadającą odpowiedni zakres akredytacji udzielony przez Polskie Centrum Akredytacji lub jednego z sygnatariuszy Wielostronnych Porozumień EA MLA, IAF MLA, ILAC MRA w zakresie respektowania udzielanych akredytacji (w takim przypadku niezbędne jest potwierdzenie przystąpienia jednostki akredytującej do Porozumienia o Współpracy Międzynarodowej).

Parametry techniczne określone w Standardach są wymaganiami minimalnymi.

2. ZAKRES STOSOWANIA

- 1) Standardy obejmują wymagania dla transformatorów olejowych SN/nN.
- 2) Rozwiązania konstrukcyjne powinny zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa służbom PGE Dystrybucja S.A. Ponadto powinny zapewniać wysoki poziom niezawodności pracy.
- 3) Projektowanie i budowa urządzeń powinny być każdorazowo oparte na aktach prawnych oraz zgodne z uznaną wiedzą techniczną.
- 4) Jeżeli wymagania Standardów są bardziej rygorystyczne od wymagań wynikających z przepisów powszechnie obowiązujących i norm, to należy stosować wymagania zawarte w niniejszych Standardach.
- 5) PGE Dystrybucja S.A. zastrzega sobie prawo sprawdzenia (samodzielnie lub poprzez zlecenie stronie trzeciej) zgodności wyrobu z wymaganiami norm, dyrektyw, rozporządzeń jak również niniejszych standardów technicznych.

3. NORMY I PRZEPISY

Korzystając ze Standardów zawsze należy sprawdzić ich aktualność, każdorazowo stosując się do najnowszych opracowań.

Wykaz norm z zakresu objętego niniejszymi Standardami:

- 1) **PN-EN 60076-1:2011** Transformatory – Część 1: Wymagania ogólne.
- 2) **PN-EN 60076-2:2011** Transformatory – Część 2: Przyrosty temperatury dla transformatorów olejowych (oryg.).
- 3) **PN-EN 60076-3:2014-02** Transformatory – Część 3: Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępki izolacyjne w powietrzu.
- 4) **PN-EN 60076-4:2004** Transformatory – Część 4: Przewodnik wykonywania prób udarem piorunowym i udarem łączeniowym – Transformatory i dławiki.
- 5) **PN-EN 60076-5:2009** Transformatory – Część 5: Wytrzymałość zwarciowa.
- 6) **PN-IEC 60076-8:2002** Transformatory – Część 8: Przewodnik stosowania.
- 7) **PN-EN 60076-10:2017-01** Transformatory – Część 10: Wyznaczanie poziomów dźwięku.
- 8) **PN-EN IEC 60076-11:2019** Transformatory – Część 11: Transformatory suche.
- 9) **PN-EN IEC 60076-24:2021-04** Transformatory – Część 24: Wymagania techniczne dotyczące rozdzielczych transformatorów regulacyjnych (VRDT).
- 10) **PN-EN 50588-1:2018-03** Transformatory średniej mocy 50 Hz, o najwyższym napięciu urządzenia nieprzekraczającym 36 kV – Część 1: Wymagania ogólne.

- 11) **PN-EN 50708-1-1:2020-10** Transformatory – Dodatkowe wymagania europejskie – Część 1-1 Część wspólna – Wymagania ogólne.
- 12) **PN-EN 50708-2-1:2020-10** Transformatory – Dodatkowe wymagania europejskie – Część 2-1 Transformator średniej mocy – Wymagania ogólne.
- 13) **PN-EN 60214-1:2014-12** Przełączniki zaczepów – Część 1: Wymagania i metody badań.
- 14) **PN-EN 60137:2018-02** Izolatory przepustowe na napięcia przemienne powyżej 1 000 V.
- 15) **PN-EN IEC 60296:2021-03** Ciecze stosowane w elektrotechnice – Mineralne oleje elektroizolacyjne do urządzeń elektrycznych.
- 16) **PN-EN ISO 12944-1:2018-01** Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 1: Ogólne wprowadzenie.
- 17) **PN-EN ISO 12944-2:2018-02** Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 2: Klasyfikacja środowisk.
- 18) **PN-EN ISO 12944-4:2018-02** Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 4: Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni.
- 19) **PN-EN ISO 12944-5:2020-03** Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 5: Ochronne systemy malarskie.
- 20) **Rozporządzenie Komisji (UE) nr 548/2014 z dnia 21 maja 2014r.** w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy.

4. DEFINICJE

Obiekt elektroenergetyczny – obiekt elektroenergetyczny stanowią stacje elektroenergetyczne, centra dyspozytorskie, centra telekomunikacyjne i informatyczne energetyki.

Transformator – urządzenie elektroenergetyczne posiadające przynajmniej dwa uzwojenia, służące do zmiany parametrów energii elektrycznej, przy zachowaniu stałej częstotliwości, z wykorzystaniem zjawiska indukcji elektromagnetycznej.

Uzwojenie górnego napięcia (GN) – uzwojenie mające najwyższe napięcie znamionowe.

Uzwojenie dolnego napięcia (DN) – uzwojenie mające najniższe napięcie znamionowe.

Próby fabryczne FAT (ang. Factory Acceptance Test) - kontrola jakości przeprowadzana przez producenta w laboratorium zakładowym przed dostawą swoich produktów przy możliwym udziale odbiorcy/klienta.

5. WYMAGANIA OGÓLNE

- 1) Należy stosować transformatory trójfazowe hermetyczne o mocy od 40 do 1000 kVA bez iskierników, wypełnione olejem mineralnym nieinhibitowanym nie zawierającym PCB ani siarki korozyjnej.
- 2) Producenci transformatorów SN/nN powinni mieć wdrożony system zarządzania jakością zgodnie z PN-EN ISO 9001.

5.1. Przekładnia napięciowa.

- 1) 31,50/0,42 kV/kV dla sieci o napięciu znamionowym 30 kV.
- 2) 21,00/0,42 kV/kV dla sieci o napięciu znamionowym 20 kV.
- 3) 15,75/0,42 kV/kV dla sieci o napięciu znamionowym 15 kV.
- 4) Dla innych napięć należy stosować transformatory przełączalne do napięć standardowych.

5.2. Grupy połączeń.

- 1) Dyn 5 lub Yzn 5 – dla transformatorów o mocach od 40 do 100 kVA.
- 2) Dyn 5 – dla transformatorów o mocach większych lub równych 160 kVA.

5.3. Regulacja napięcia.

- 1) Regulacja napięcia – po stronie GN.
- 2) Przełącznik zaczepów:
 - a) beznapięciowy, z napędem ręcznym, zębatkowy, wspólny dla wszystkich trzech faz, wyprowadzony na pokrywę transformatora, pozwalający na regulację w zakresie $\pm 3 \times 2,5\% U_n$ (siedmiostopniowy), posiadający blokadę pokrętkła na każdym zaczeple i trwale oznakowany wskaźnik pozycji przełącznika zaczepów
 - lub
 - b) podobciążeniowy, wyposażony w zewnętrzny silnikowy napęd krokowy oraz moduł sterujący, zapewniający autonomiczne utrzymywanie zadanego poziomu napięcia po stronie DN, wspólny dla wszystkich trzech faz, zabudowany wewnątrz kadzi, pozwalający na regulację pod obciążeniem w zakresie $\pm 4 \times 2,5\% U_n$ (dziewięciostopniowy), o wytrzymałości nie mniejszej niż 500 000 przełączeń, zawierający rezystory ograniczające prąd zwojowy w trakcie przełączania z zaczeple na zaczeple, nie biorące udziału w pracy transformatora poza przełączeniami.

5.4. Uzwojenia

- 1) Uzwojenia GN i DN wykonane z miedzi elektrolitycznej lub stopu aluminium.
- 2) Podwyższona wytrzymałość elektryczna strony:
 - a) GN – 38 kV (LI 95 AC) (dla napięcia znamionowego 15 kV).
 - b) DN – 8 kV (AC 8) potwierdzona badaniami zgodnie z normą.
 - c) znamionowe napięcie probiercze uzwojeń transformatorów:

Najwyższe napięcie uzwojenia (kV)	Znamionowe napięcie probiercze piorunowe (LI AC) [kV]	Znamionowe krótkotrwałe napięcie probiercze przemienne (AC) [kV]
1,1	-	8
7,2	60	20
12	75	28
17,5	95	38
24	125	50
36	170	70

5.5. Straty

Zgodnie z normą PN-EN 50708-2-1:2020-10 należy stosować transformatory rozdzielcze o poziomie strat (odpowiednio dla danej mocy znamionowej transformatora) nie wyższym niż:

$A_k A_0 - 10\%$ - dla transformatorów o przekładni: 21/0,42 kV, 15,75/0,42 kV.

$A_k + 10\%$ ($A_0 - 10\%$) + 15% - dla transformatorów o przekładni 31,5/0,42 kV.

Maksymalne wartości strat jałowych i obciążeniowych zamieszczono w tabeli poniżej.

Moc transf. [kVA]	Górne napięcie: 15,75 kV i 21 kV		Górne napięcie: 31,5 kV	
	Wartość strat jałowych [W]	Wartość strat obciążeniowych [W]	Wartość strat jałowych [W]	Wartość strat obciążeniowych [W]
40	74	690	85	759
63	94	880	108	968
100	130	1250	150	1375
160	189	1750	217	1925
250	270	2350	311	2585
400	387	3250	445	3575
630	540	4600	621	5060
800	585	6000	673	6600
1000	693	7600	797	8360

5.6. Napięcie zwarcia

Transformatory o mocy do 400 kVA włącznie - 4 % (tolerancja $\pm 10\%$).

Transformatory o mocy powyżej 400 kVA - 6% (tolerancja $\pm 10\%$).

5.7. Maksymalny dopuszczalny poziom mocy akustycznej

Maksymalny dopuszczalny poziom mocy akustycznej zgodnie z PN-EN 50708-2-1:2020-10

Moc transf. [kVA]	Maksymalny poziom mocy akustycznej L_{WA} [dB(A)] (dla A_0)	
	Górne napięcie: 15,75 kV i 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

Poziom mocy akustycznej mierzony zgodnie z normą PN-EN 60076-10:2017-01.

5.8. Budowa i wyposażenie

- 1) Wykonanie hermetyczne, bez konserwatora oraz bez poduszki gazowej pod pokrywą kadzi.
- 2) Kompensacja różnicy objętości oleju z powodu zmian temperatury winna odbywać się poprzez elastyczne odkształcenia uszczelnionej kadzi.
- 3) Zabezpieczenie antykorozyjne kadzi, pokryw i innych elementów stalowych: malowanie z zewnątrz co najmniej dwuwarstwowo farbami grubopowłokowymi: podkład i warstwa nawierzchniowa, każda w innym kolorze.
- 4) Powłoki malarskie należy wykonać w klasie C3H zgodnie z PN-EN ISO 12944. Warstwa nawierzchniowa szara, odporna na czynnik chłodząco-izolujący i wpływy atmosferyczne (w tym UV).
- 5) Izolatory przepustowe porcelanowe po stronie DN i GN.
- 6) Dwa zaciski usytuowane w dolnej części transformatora, przeznaczone do uziemienia transformatora, oznaczone właściwym symbolem.
- 7) Dwa zaciski M10 usytuowane na pokrywie, przeznaczone do uziemienia żył powrotnych kabli SN, oznaczone właściwym symbolem.
- 8) Zaciski transformatorowe DN – kute, mosiężne, umożliwiające bezkońcówkowe przyłączenie kabli.
- 9) Zawór przeciążeniowy, który otwiera się przy pojawieniu zbyt wysokiego ciśnienia wewnątrz kadzi.
- 10) Wskaźnik zapewniający czytelny odczyt poziomu oleju, umieszczony na pokrywie kadzi, zabezpieczony przed mechanicznym uszkodzeniem.
- 11) Zawór spustowy oleju, z możliwością montażu plomby.
- 12) Powinny posiadać podwozie z możliwością przestawienia toru na kierunek wzdłużny i poprzeczny, uchwyty zamocowane na stałe do podnoszenia transformatora, zaczepy transformatorowe.
- 13) Numer fabryczny transformatora czytelnie wybity, wytłoczony lub wygrawerowany na pokrywie kadzi (w widocznym miejscu).
- 14) Tabliczki znamionowe mosiężne lub aluminiowe muszą być trwale zamocowane (np. nitowanie w czterech narożnych punktach tabliczki) na kadzi do węższych boków, po obu stronach transformatora. Treść wszystkich opisów na tabliczkach powinna być wykonana w sposób wypukły lub wklęsły poprzez: wybijanie, trawienie, grawerowanie. Nie dopuszcza się wyklejania opisów folią samoprzylepną. Wszystkie napisy na transformatorze muszą być wykonane w języku polskim.
- 15) Oznaczenie każdej fazy, punktu neutralnego oraz zacisku uziemiającego poprzez zamocowanie trwałych tabliczek przy izolatorach (po jednej tabliczce na izolator) lub poprzez czytelne wybitcie wytłoczenie lub grawerowanie na pokrywie kadzi transformatora.
- 16) Połączenie kadzi z pokrywą powinno być uszczelnione i skręcone za pomocą śrub ze stali nierdzewnej. Cztery z nich, w pobliżu narożników, należy wykonać z utwardzonych nakrętek z łbem zrywalnym oraz utwardzonej szpilki stanowiących zabezpieczenie antykradzieżowe.
- 17) Pokrywa połączona metalicznie z kadzią oddzielnym przewodem miedzianym, giętkim (linka) o przekroju dostosowanym do mocy zwarciowej transformatora.
- 18) Rdzeń transformatora wykonany z blachy zimnowalcowanej o niskiej stratności.

- 19) Transformatory muszą spełniać wymagania i normy z zakresu ochrony środowiska ze szczególnym uwzględnieniem dopuszczalnej wartości promieniowania elektromagnetycznego oraz poziomu mocy akustycznej. Transformatory i elementy dodatkowego wyposażenia nie mogą zawierać związków PCB.
- 20) Dla transformatorów objętych standardem nie przewiduje się montażu kondensatorów do kompensacji mocy biernej.
- 21) Konstrukcje wsporcze dla montażu ograniczników przepięć – wg opracowań typowych, jak najbliżej transformatora.

Tabliczka znamionowa transformatora powinna zawierać następujące informacje:

- 1) Producent transformatora.
- 2) Nazwę: Transformator olejowy.
- 3) Typ transformatora oraz identyfikator modelu.
- 4) Numer fabryczny.
- 5) Rok budowy.
- 6) Moc [kVA].
- 7) Częstotliwość [Hz].
- 8) Grupę połączeń.
- 9) Liczbę faz.
- 10) Chłodzenie.
- 11) U_{GN} [V], $\pm \dots [\%]$, prąd znamionowy GN [A].
- 12) U_{DN} [V], prąd znamionowy DN [A].
- 13) Napięcie zwarcia [%].
- 14) Straty jałowe [W].
- 15) Straty obciążeniowe [W].
- 16) Prąd biegu jałowego dla zaczełu środkowego [A].
- 17) Poziom mocy akustycznej L_{WA} - zmierzony lub gwarantowany w dB(A).
- 18) Poziom izolacji GN [kV].
- 19) Poziom izolacji DN [kV].
- 20) Masę:
 - a) całkowitą [kg],
 - b) płynu elektroizolacyjnego [kg].
- 21) Rodzaj płynu elektroizolacyjnego.
- 22) Rodzaj pracy.
- 23) Klasę izolacji.
- 24) Nr normy, wg której został wykonany.
- 25) Rodzaj materiału, z którego wykonano uzwojenia oraz ich masy [kg].
- 26) Rodzaj materiału, z którego wykonano rdzeń oraz jego masa [kg].

27) Zestawienie napięć po stronie GN dla każdej pozycji przełącznika zaczepów.

5.9. Chłodzenie

Transformatory powinny posiadać chłodzenie: ON - AN.

5.10. Klasa izolacji

Transformatory powinny posiadać klasę izolacji „A”.

5.11. Warunki klimatyczne

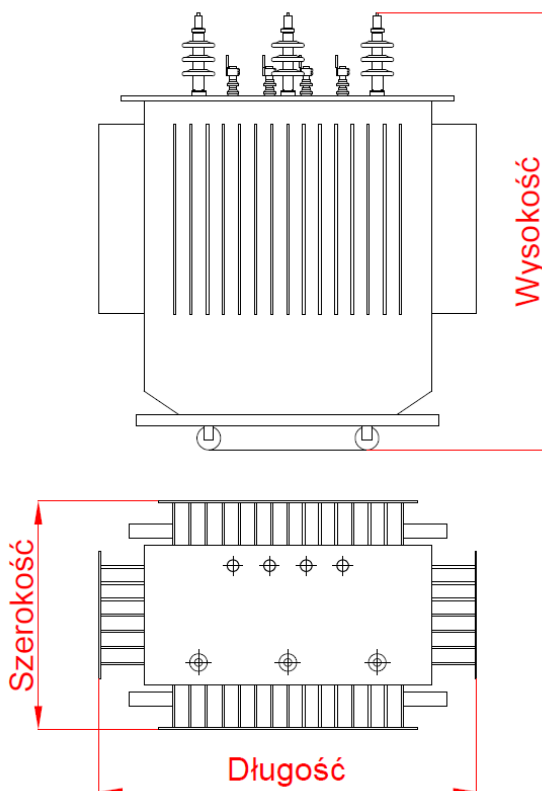
Przystosowane do pracy ciągłej w warunkach klimatu umiarkowanego (temperatura otoczenia od -25 °C do +40 °C), instalowane do wysokości 1000 m n.p.m. na otwartych przestrzeniach lub w pomieszczeniach z wentylacją.

5.12. Warunki gabarytowe

Maksymalne wymiary transformatorów wynoszą odpowiednio:

- 1) 1650x980x1900 (dł.x.szer.x.wys.) [mm] – dla transformatorów o mocach do 630 kVA.
- 2) 1900x1100x2000 (dł.x.szer.x.wys.) [mm] – dla transformatorów o mocach 800 i 1000 kVA.

gdzie powyższe wartości odnoszą się do wymiarów mierzonych wraz z kołami podwozia.



5.13. Gwarancja

Wymagana gwarancja nie krócej niż 60 miesięcy od daty dostawy. Gwarancja powinna obejmować zarówno wady niewykryte w momencie dostawy, jak również wszelkie inne wady fizyczne powstałe z przyczyn niezależnych.

6. WYMAGANE DOKUMENTY

Transformatory SN/nN muszą być poddane próbie FAT w celu sprawdzenia ich parametrów. Wyniki przeprowadzonych prób należy umieścić w raportach.

6.1. Wymagane dokumenty.

- 1) **Dokumentacja techniczna** (karty katalogowe, instrukcje montażu) napisana w języku polskim lub przetłumaczona na język polski.
- 2) **Protokół badań typu lub kopia, poświadczona za zgodność z oryginałem** potwierdzający zgodność z daną przedmiotową normą wykonany przez jednostkę posiadającą odpowiedni zakres akredytacji udzielony przez Polskie Centrum Akredytacji lub jednego z sygnatariuszy Wielostronnych Porozumień EA MLA, IAF MLA, ILAC MRA w zakresie respektowania udzielanych akredytacji (w takim przypadku należy dostarczyć potwierdzenie przystąpienia jednostki akredytującej do Porozumienia o Współpracy Międzynarodowej).

Protokoły z badań typu dla transformatorów SN/nN:

na zgodność z PN-EN 60076-1:2011 Transformatory – Część 1: Wymagania ogólne.

PGE Dystrybucja S.A. zastrzega sobie prawo sprawdzenia (samodzielnie lub poprzez zlecenie stronie trzeciej) zgodności wyrobu z wymaganiami norm, dyrektyw, rozporządzeń jak również niniejszych standardów technicznych.

PGE Dystrybucja S.A. zastrzega sobie możliwość wzięcia udziału osobiście lub przez upoważnionych przedstawicieli w próbach fabrycznych.