



Standard Techniczny
TRANSFORMATORY WN/SN

Spis treści

1. CEL WPROWADZENIA SPECYFIKACJI I ZAKRES STOSOWANIA	3
2. DEFINICJE, TERMINOLOGIA I INFORMACJE DODATKOWE	3
3. OPIS POSTĘPOWANIA	5
3.1. Wymagania ogólne	5
3.2. Warunki klimatyczne	5
3.3. Sieć zasilająca, odbiorcza i ich parametry	5
3.4. Parametry techniczne i wyposażenie	6
3.5. Oznakowanie	15
3.6. Wymagana dokumentacja techniczna	16
3.7. Nadzór nad produkcją i próbami fabrycznymi	20
4. AKTY PRAWNE I DOKUMENTY ZWIĄZANE	22

1. CEL WPROWADZENIA SPECYFIKACJI I ZAKRES STOSOWANIA

Dokument powstał w oparciu o Standardy i Specyfikacje Techniczne obowiązujące w ENERGA – OPERATOR S.A. przy uwzględnieniu wymagań związanych z równoważnością przywoływanych aktów normatywnych dla postępowań zakupowych i projektowych opartych o dofinansowanie z funduszy unijnych.

2. DEFINICJE, TERMINOLOGIA I INFORMACJE DODATKOWE

Dane znamionowe	wartości liczbowe wielkości, które definiują pracę transformatora WN/SN w warunkach wymienionych w normie i na których oparte są próby i gwarancja wytwórcy.
Należy, powinien	słowa należy lub powinien należy rozumieć jako musi lub wymaga się.
Napięcie średnie (SN)	napięcie znamionowe wyższe od 1 kV i niższe od 110 kV.
Napięcie wysokie (WN)	napięcie znamionowe równe 110 kV.
Napięcie zwarcia U_z (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). W przypadku transformatorów trójfazowych napięcie zwarcia podaje się jako wielkość fazową (przy zastępczym połączeniu gwiazdowym). W przypadku transformatorów z uzwojeniem zaczepowym napięcie zwarcia odnosi się do określonego zaczepu. Jeśli nie podano inaczej, jest to zaczep znamionowy.
Punkt neutralny (punkt gwiazdowy)	punkt symetrycznego układu napięć, który w normalnych warunkach ma zerowy potencjał.
Sieć z trwale uziemionym punktem neutralnym	sieć, w której punkt(y) neutralny(e) jest(sa) bezpośrednio uziemiony(e)
Sieć z uziemionym punktem neutralnym	sieć, w której punkt neutralny jest uziemiony z ziemią bezpośrednio albo przez rezystancję lub reaktancję o wystarczająco małej wartości w celu istotnego zmniejszenia oscylacji przejściowych i zapewniające prąd do selektywnego działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych: a) Sieć trójfazowa ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym jest to sieć charakteryzująca się współczynnikiem uziemienia w tym miejscu nie przekraczającym 1,4; b) Sieć trójfazowa z nieskutecznie uziemionym punktem neutralnym jest to sieć charakteryzująca się współczynnikiem uziemienia w tym miejscu mogącym przekroczyć 1,4;
Sieć z punktem neutralnym uziemionym przez impedancję	sieć, w której punkt(y) neutralny(e) jest(sa) uziemiony(e) przez impedancję ograniczające prądy zwarcia z ziemią.

Równoważność norm	Za normę równoważną uważa się normę, zawierającą w całości treść normy EN lub dokumentu harmonizacyjnego HD, zatwierdzoną przez krajowy komitet normalizacyjny członka CENELEC Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki lub normę zatwierdzoną przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną, która bez jakichkolwiek zmian została wprowadzona, jako norma EN lub dokument harmonizacyjny HD. Normy równoważne są traktowane na równi z normami zatwierdzonymi przez Polski Komitet Normalizacyjny.
Sieć skompensowana	sieć, w którym jeden lub więcej punktów neutralnych są połączone z ziemią przez reaktancje, które znacznie kompensują składową pojemnościową prądu jednofazowego zwarcia z ziemią.
SWZ	Specyfikacja Warunków Zamówienia
Stopień ochrony (IP)	stopień ochrony, zapewniany przez obudowę, przed dostępem od niebezpiecznych części, przed przedostaniem się (do wnętrza) ciał stałych i/lub przed przedostaniem się wody i potwierdzony według znormalizowanych metod probierczych.
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 dolnego napięcia (DN)	uzwojenie mające najniższe napięcie znamionowe
Uzwojenie górnego napięcia (GN)	uzwojenie mające najwyższe napięcie znamionowe
Współczynnik uziemienia	stosunek najwyższej wartości skutecznej napięcia fazowego o częstotliwości sieciowej w nieuszkodzonej fazie w rozpatrywanym miejscu sieci trójfazowej podczas zwarcia z ziemią jednej lub wielu faz w dowolnym miejscu sieci, do wartości skutecznej napięcia fazowego o częstotliwości sieciowej, które wystąpiłoby w tym miejscu po usunięciu zwarcia.
Wyładowanie niezupełne (wnz)	lokalne wyładowanie elektryczne, które tylko częściowo zwiera izolację między elementami przewodnikami i które może być przyległe lub nie do przewodnika.
Zaczep znamionowy	zaczep, któremu odpowiadają wielkości znamionowe.
Znamionowy poziom izolacji	kombinacja wartości napięć, które charakteryzują izolację urządzenia pod względem jego wytrzymałości dielektrycznej.
Zamawiający	ENERGA – OPERATOR S.A.
Wykonawca	przedsiębiorstwo lub fabryka wyłoniona w wyniku przetargu do wyprodukowania i dostawy transformatora.

Nadzorujący przedstawiciel Zamawiającego upoważniony przez Niego do nadzorowania właściwego wykonania transformatorów u Wykonawcy w trakcie całego procesu obejmującego przegląd dokumentacji konstrukcyjnej, produkcję oraz próby fabryczne

3. OPIS POSTĘPOWANIA

3.1. Wymagania ogólne

- 3.1.1. Transformator oraz wszystkie części, materiały i podzespoły użyte do jego budowy muszą być fabrycznie nowe i wyprodukowane nie wcześniej niż 24 miesiące licząc od daty dostawy wskazanej w zamówieniu realizacyjnym, potwierdzonym przez Wykonawcę.
- 3.1.2. Dostawca ma gwarantować jakość i zgodność z dokumentami odniesienia transformatorów. Okres gwarancji nie może być krótszy niż 60 miesięcy, licząc od daty odbioru końcowego po uruchomieniu na obiekcie. W okresie obowiązywania gwarancji wszystkie badania transformatora określone w DTR wykonuje Wykonawca na swój koszt.
- 3.1.3. Transformator ma spełniać warunki określone w niniejszej specyfikacji i dokumentach normatywnych w niej wymienionych. W przypadku, gdy wymagania podane w niniejszej specyfikacji są bardziej rygorystyczne od wymagań zawartych w dokumentach normatywnych, należy wówczas stosować się do wymagań zawartych w specyfikacji.
- 3.1.4. Transformator powinien być wykonany w sposób umożliwiający ustawienie na podłożu poziomym o tolerancji +/- 3%.

3.2. Warunki klimatyczne

- 3.2.1. Zakres temperatur otoczenia: od -25°C do +40°C
- 3.2.2. Wysokość pracy – nie więcej niż 1000 m n.p.m.
- 3.2.3. Poziom zanieczyszczenia powietrza – III strefa zabrudzeniowa wg PN-E-06303:1998P; w zakresie izolatorów przepustowych wg PN-IEC 60815 - min. długość drogi upływu 25 mm/kV lub normy równoważnej.
- 3.2.4. Rodzaj instalacji transformatora – napowietrzny/wnętrzowy.

3.3. Sieć zasilająca, odbiorcza i ich parametry

- 3.3.1. Sieć WN trójfazowa, pracująca ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym. Punkt neutralny (punkt gwiazdowy) transformatora po stronie GN może być uziemiany bezpośrednio lub pozostawać izolowany.
- 3.3.2. Sieć SN, trójfazowa, pracująca jako skompensowana lub pracująca z punktem neutralnym uziemionym przez rezystancję.
- 3.3.3. Najwyższe napięcia uzwojeń transformatorów

Uzwojenie	Napięcie znamionowe	Najwyższe napięcie (U_m) uzwojenia
GN	115 kV	123 kV
DN	16,5/15,75 kV	17,5 kV

3.4. Parametry techniczne i wyposażenie

3.4.1. Transformator ma być: trójfazowy, regulacyjny, dwuuzwojeniowy, olejowy, napowietrzny.

3.4.2. Parametry znamionowe transformatorów zestawiono w tablicach 1-2.

Tablica 1 Parametry znamionowe transformatorów o mocy 31,5 MVA

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Wartości znamionowe
1.	Moc	MVA	31,5
2.	Górne napięcie (GN)	kV	115
3.	Dolne napięcie (DN)	kV	16,5/15,75*
4.	Częstotliwość	Hz	50
5.	Regulacja napięcia po stronie GN o stałej mocy zaczepowej	%	-/+ 15 (-/+ 12 stopni)
6.	Układ połączeń	-	YNd11
7.	Rodzaj pracy	-	C
8.	Napięcie zwarcia GN na zaczeple znamionowym	%	$12 \leq U_z < 15^*$ $15 \leq U_z \leq 17^*$
9.	Straty stanu jałowego na zaczeple znamionowym z dopuszczalną tolerancją +0%	kW	≤ 12
10.	Straty obciążeniowe na zaczeple znamionowym z dopuszczalną tolerancją +0%	kW	≤ 125 ≤ 140
11.	PEI	%	$\leq 99,712$
12.	Poziom izolacji zacisków GN	kV	LI550/LIC605/AC230
13.	Poziom izolacji zacisku neutralnego GN	kV	LI325/AC140
14.	Poziom izolacji zacisków DN	kV	LI95/LIC105/AC38
15.	Poziom wyładowań niepełnych	pC	≤ 100
16.	Poziom wyładowań niepełnych izolatorów przepustowych	pC	≤ 10
17.	Poziom zawilgocenia izolacji stałej	%	≤ 1
18.	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego	dB	$\leq 55(\text{ONAN}), \leq 58(\text{ONAF})$
19.	Chłodzenie	-	ONAN/ONAF*

Tablica 2 Parametry znamionowe transformatorów o mocy 40 MVA

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Wartości znamionowe
1.	Moc	MVA	40
2.	Górne napięcie (GN)	kV	115
3.	Dolne napięcie (DN)	kV	16,5/15,75*
4.	Częstotliwość	Hz	50
5.	Regulacja napięcia po stronie GN o stałej mocy zaczepowej	%	-/+ 15 (-/+ 12 stopni)
6.	Układ połączeń	-	YNd11
7.	Rodzaj pracy	-	C
8.	Napięcie zwarcia GN na zaczeple znamionowym	%	$13 \leq U_z < 15^*$ $15 \leq U_z \leq 18^*$
9.	Straty stanu jałowego na zaczeple znamionowym z dopuszczalną tolerancją +0%	kW	≤ 14
10.	Straty obciążeniowe na zaczeple znamionowym z dopuszczalną tolerancją +0%	kW	≤ 165 ≤ 185
11.	PEI	%	$\leq 99,724$
12.	Poziom izolacji zacisków GN	kV	LI550/LIC605/AC230
13.	Poziom izolacji zacisku neutralnego GN	kV	LI325/AC140
14.	Poziom izolacji zacisków DN	kV	LI95/LIC105/AC38
15.	Poziom wyładowań niepełnych	pC	≤ 100
16.	Poziom wyładowań niepełnych izolatorów przepustowych	pC	≤ 10
17.	Poziom zawilgocenia izolacji stałej	%	≤ 1
18.	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego	dB	≤ 58

19.	Chłodzenie	-	ONAF
-----	------------	---	------

*) parametry transformatora wymagane dla danego zamówienia określone w SWZ

3.4.3. Część aktywna transformatora

a) rdzeń

- wykonany z blachy transformatorowej,
- zablokowany w celu zapewnienia niezmienności właściwości mechanicznych w trakcie transportu i eksploatacji,

b) uzwojenia GN i DN

- wykonane z przewodów z miedzi elektrolitycznej,
- połączenia zamocowane w sposób zapewniający niezmiennność właściwości mechanicznych w trakcie transportu i eksploatacji, w szczególności podczas zwarć jedno- i wielofazowych,

c) izolatory przepustowe GN o napięciu znamionowym 123 kV, przepusty izolowane papierem impregnowanym żywicą typu RIP (Resin Impregnated Paper) lub typu RIS (Resin Impregnated Synthetic), w osłonie silikonowej, suche, wyposażone w zaciski pomiarowe oraz końcówkę w postaci sworznia gładkiego o średnicy 30 mm i długości minimum 120 mm do pionowego podłączania przewodów liniowych,

d) izolator przepustowy GN punktu neutralnego o napięciu znamionowym 72,5 kV, przepust izolowany papierem impregnowanym żywicą typu RIP (Resin Impregnated Paper) lub typu RIS (Resin Impregnated Synthetic), w osłonie silikonowej, suchy, wyposażony w zacisk pomiarowy oraz końcówkę w postaci sworznia gładkiego o średnicy 30 mm i długości minimum 120 mm do pionowego podłączania przewodów liniowych,

e) izolatory przepustowe DN (konkretne rozwiązanie wymagane dla danego zamówienia określone w SWZ):

- wtykowe o stożku wewnętrznym – umożliwiające podłączenie do 3 kabli na fazę oraz zainstalowanie ogranicznika przepięć. W ramach dostawy przepust ma być wyposażony w ogranicznik przepięć, a dla transformatorów o mocach 16 MVA i 25 MVA co najmniej jedną zaślepkę izolacyjną;
- wtykowe o stożku zewnętrznym;
- porcelanowe napowietrzne.

W przypadku izolatorów przepustowych DN – porcelanowych, konstrukcja transformatora ma umożliwiać w przyszłości zmianę rodzaju izolatorów na wtykowe, o wymaganiach jak wyżej. Wymiana izolatorów przepustowych DN musi być możliwa do przeprowadzenia na stanowisku pracy, bez przewożenia transformatora do producenta lub zakładu remontowego i bez konieczności wyjmowania z kadzi części wymiadowalnej. Izolatory przepustowe wtykowe powinny mieć możliwość zamontowania w otworach po demontażu izolatorów przepustowych porcelanowych. Śruby mocujące sworznie izolatora porcelanowego i dolną część izolatora wtykowego, muszą umożliwiać takie zamontowanie, aby nie istniała możliwość ich wysunięcia podczas montażu (tzw. „śruby niegubiące”). Sposób wymiany izolatorów DN musi być szczegółowo opisany w DTR.

Izolatory przepustowe DN wtykowe muszą spełniać wymagane normy PN-EN 60137:2018-02E lub normy równoważne oraz umożliwiać podłączenie mostu kablowego wykonanego 2 lub 3 kablami jednożyłowymi o izolacji XLPE i o przekroju miedzianej żyły roboczej do 300 mm² oraz ograniczników przepięć SN i zaślepek izolacyjnych (wchodzą w zakres dostawy) na gniazda rezerwowe.

W komplecie z izolatorami przepustowymi DN, wykonanymi jako porcelanowe, powinny być zaciski dopasowane typem i średnicą do zastosowanych w transformatorze przepustów o budowie monolitycznej, wykonane z mosiądzu w technologii kutej zgodnie z normami: PN-EN IEC 61238-1-1:2020-06E, PN-EN IEC 60068-2-52:2018-05E – w zakresie odporności na korozję lub normami równoważnymi.

3.4.4. Kadź transformatora powinna być wykonana w sposób zapewniający szczelność i wytrzymałość mechaniczną i być badana defektoskopowo przed procesem malowania: penetracyjnie i ultradźwiękowo lub magnetyczno-proszkowo zgodnie z normami: PN-EN ISO 5817:2023-08E oraz PN-EN ISO 16810:2014-06E i PN-EN ISO 16811:2014-06E lub normami równoważnymi. Badaniom powinno podlegać 100% spoin odpowiedzialnych za szczelność transformatora tj. min. połączenie ścian kadzi z dnem, ściany ze ścianą, kołnierza kadzi ze ścianami, spoin mocujących zastawki radiatorowe, włązy rewizyjne oraz pierścienie służące do mocowania osprzętu na ścianach kadzi i pokrywie. Kadź bez dodatkowego wyposażenia ma wytrzymywać różnicę pomiędzy ciśnieniem zewnętrznym i wewnętrznym nie mniej niż +500 oraz - 900 hPa.

3.4.5. Kadź ma być wyposażona w:

- a) podwozie z kołami z obrzeżem, przestawialne o 90° oraz blokadą kół, umożliwiające przesuwanie transformatora w dwóch kierunkach przy rozstawie:
 - w kierunku podłużnym 1505mm,
 - w kierunku poprzecznym 1505/3010mm.
- b) elementy umożliwiające podnoszenie transformatora za pomocą podnośników hydraulicznych, suwnic, dźwigów oraz zaczepianie lin do przetaczania.
- c) konserwator dwukomorowy z oddzielnymi szczelnymi komorami do: podobciążeniowego przełącznika zaczepów i kadzi transformatora, wyposażonymi we wskaźnik poziomu oleju oraz w kulowe zawory i wlewy do spuszczenia i napełniania oleju, włązy rewizyjne do inspekcji i czyszczenia wnętrza. Komora do kadzi wyposażona w worek.
W przewodzie olejowym łączącym konserwator z kadzią, w kolejności od kadzi należy zamontować: zawór kulowy, zabezpieczenie gazowo-przepływowe, zawór kulowy.
- d) dwa bezobsługowe odwilżacze powietrza, zaprojektowane i wykonane zgodnie z normą PN-EN IEC 60076-22-7:2021-02E lub normą równoważną, zamontowane na poziomie obsługi, spełniające następujące wymagania:
 - środek osuszający w postaci żelu krzemionkowego musi być przystosowany do regeneracji za pomocą wewnętrznego elementu grzejnego, sterowanego przez mikroprocesorowy sterownik,
 - wykorzystujące technologię uczenia maszynowego (self-learning), aby zapewnić, że proces wygrzewania silikażelu będzie się odbywał tylko w okresach wzrostu temperatury transformatora, a tym samym wydechu powietrza z konserwatora,

- umożliwiające wymianę samych czujników wilgotności i temperatury,
 - wyposażone w mechanizm samokontroli ze stykiem alarmowym dla zdalnej sygnalizacji i drugim stykiem sygnalizującym trwający proces wygrzewania. Styki te należy wyprowadzić na listwę w skrzynce przyłączeniowej (ONAN) lub w szafce sterowniczej wentylatorów (ONAF),
 - posiadać filtr ze stali nierdzewnej zamontowany w dnie, którego zadaniem jest chronić komorę z silikażelem przed wpływem warunków atmosferycznych,
 - zewnętrzna osłona musi być wykonana ze szkła hartowanego z filtrem chroniącym przed promieniowaniem UV,
 - wyposażone w cyfrowy rejestrator danych, który rejestruje wszystkie istotne zdarzenia,
 - wyposażone w przycisk testowy umożliwiający ręczne sprawdzenie funkcji regeneracji,
 - dwa wyjścia analogowe powinny umożliwiać monitorowanie temperatury i wilgotności,
 - dostosowane do zakresu temperatur otoczenia od -25°C do +40°C. W celu ochrony wylotu powietrza przed zamarzaniem w niskich temperaturach, urządzenie powinno być wyposażone w dodatkowe ogrzewanie wylotu skroplin,
 - powinno umożliwiać komunikację zgodną z protokołem Modbus RTU w celu umożliwienia użytkownikowi monitorowania funkcji i stanu urządzenia.
- e) zastawki do przyłączenia radiatorów na wlocie i wylocie, umożliwiające demontaż pojedynczego radiatora bez spuszczenia oleju z kadzi.
- f) radiatory wykonane z blachy stalowej o grubości min. 1 mm, cynkowane ogniowo HDG (Hot Dip Galvanized) zgodnie z normą PN-EN ISO 1461:2011P (min. grubość powłoki cynkowej 75 µm) lub normą równoważną, wyposażone w zawory do spustu oleju i odpowietrzania radiatora, kołnierze na wlocie i wylocie radiatora oraz ucho do podnoszenia. Powierzchnię wewnętrzną radiatorów należy przygotować poprzez pokrycie farbą. Radiatory muszą być wykonane zgodnie z normą PN-EN 50216-6:2004P lub normą równoważną.
- g) pokrywę kadzi połączoną z kadzią transformatora poprzez spawanie lub skręcanie* (sposób połączenia określony w SWZ), wyposażoną w zawór do podłączenia pompy próżniowej. Spoina łącząca kadrę z pokrywą musi być możliwa do usunięcia bez istotnego naruszenia pokrywy jak i kołnierza kadzi w przypadku wykonania rewizji części aktywnej oraz uniemożliwiać przedostanie się opiłków do wnętrza kadzi.
- h) zawory do pobierania próbek oleju do badań z górnej oraz dolnej części kadzi. Położenie zaworów powinno być dostępne dla obsługi i umożliwiać pobieranie próbek oleju bez konieczności wyłączania transformatora. Zawory powinny być osłonięte metalowym kołpakiem.
- i) zawór umożliwiający zamontowanie urządzenia do pomiaru zawartości gazów rozpuszczonych (gwint 1,5").
- j) rurkę wraz z zaworem umożliwiającym z poziomu obsługi, bez wyłączania transformatora pobranie próbki oleju i gazu z podobciążeniowego przełącznika zaczepów. Zawór powinien być osłonięty metalowym kołpakiem.

- k) końcówki zaworów do pobierania próbek oleju z dołu i góry kadzi oraz z podobciążeniowego przełącznika zaczeów powinny być wykonane w takim samym standardzie.
 - l) zawory do spustu, napełniania i filtrowania oleju. Sposób montażu zaworu spustowego ma zapewnić opróżnienie kadzi z oleju w taki sposób aby pozostała warstwa oleju na dnie kadzi nie przekraczała 20 mm.
 - m) dwa zaciski uziemiające o przekroju 100 mm² usytuowane w dolnej części ścian kadzi przy podwoziu do uziemienia transformatora, oznaczone właściwym symbolem.
 - n) przykręcane do pokrywy transformatora konstrukcje do montażu ograniczników przepięć strony GN.
 - o) przykręcane do pokrywy transformatora konstrukcje wsporcze zapewniające mechaniczne podtrzymanie kabli mostu kablowego SN.
 - p) system asekuracji przed upadkiem z wysokości, w oparciu o drabinę z mechanizmem samozaciskowym oraz szynę lub słupek/słupki asekuracyjne, których wysokość i umiejscowienie powinny umożliwiać pracę transformatora bez ich demontażu. Ilość punktów na pokrywie należy dopasować do powierzchni transformatora, pierwszy z nich należy umieścić przy drabinie tak aby użytkownik miał możliwość wpięcia podczas przechodzenia na pokrywę. Drabina powinna być zamontowana w sposób trwały do kadzi i jej wysokość umożliwiać bezpieczne wejście na pokrywę. Dolna część drabiny powinna zostać zabezpieczona płytą przykrywającą, uniemożliwiającą dostęp osobom nieupoważnionym. Długość płyty powinna wynosić minimalnie 2 metry. Drabina powinna zostać wyposażona w punkt kotwiczący umożliwiający bezpieczne przejście do poziomego urządzenia kotwiczącego. System ma zabezpieczać pracowników podczas wejścia na transformator, oraz wykonywania prac eksploatacyjnych. Elementy składowe systemu powinny spełniać wymagania normy PN-EN 795:2012E Ochrona przed upadkiem z wysokości. Urządzenia kotwiące lub normy równoważnej. Drabina oraz mechanizmy samozaciskowe służące do poruszania się powinny spełniać wymagania normy PN-EN 353-1+A1:2018-03E lub normy równoważnej. Jeżeli zastosowany system asekuracji wymaga dokonywania okresowych czynności eksploatacyjnych (np. przeglądów) to ich zakres musi być możliwy do realizacji przez pracowników Zamawiającego. W tym celu wymagane jest przeprowadzenie szkolenia pracowników Zamawiającego do terminu odbioru końcowego (min. cztery osoby w Oddziale na terenie którego realizowana jest dostawa) w wykonywaniu przeglądu systemu asekuracyjnego.
Drabina, pokrywa i pozostałe elementy systemu mają być zabezpieczone antykorozyjnie. Drabina i pokrywa muszą być uziemione. Długość linki uziemiającej pokrywę powinna umożliwiać jej otwarcie bez konieczności odłączania uziemienia.
 - q) słupki asekuracyjne z głowicą obrotową na pokrywie transformatora umożliwiające przypięcie sprzętu bhp zabezpieczającego przed upadkiem z wysokości.
- 3.4.6. Wszystkie powierzchnie zewnętrzne kadzi transformatora, radiatory, pokrywy, konserwatora, połączeń rurowych mają posiadać zabezpieczenie antykorozyjne klasy C3, sklasyfikowane zgodnie z PN EN ISO 12944-2:2018-02P lub normą równoważną. Przed malowaniem wszystkie powierzchnie muszą być oczyszczone, a ostre krawędzie zaokrąglone do minimum

R3 (nie dotyczy radiatorów). Powierzchnie wewnętrzne mają być zabezpieczone przed korozją przez pomalowanie farbą gruntową o grubości powłoki co najmniej 45 μm , a powierzchnie zewnętrzne mają być zabezpieczone przed korozją przez pomalowanie farbą gruntową i nawierzchniową, w kolorze RAL 7033, o grubości powłoki co najmniej 120 μm . Farby powinny być odporne na zastosowany olej elektroizolacyjny. Pokrywa musi mieć powierzchnię antypoślizgową. Powierzchnie do malowania mają być przygotowane zgodnie z PN EN ISO 8501-1:2008P lub normą równoważną. Powłoki malarskie wykonać zgodnie z normami PN- EN ISO 12944: 2018/2020 - części od 1 do 7 lub normami równoważnymi.

- 3.4.7. Transformator ma być napełniony mineralnym olejem elektroizolacyjnym, nieinhibitowanym, nie zawierającym PCB ani siarki korozyjnej, produkcji firmy Nynas Sp. z o.o., typu Nytro Taurus lub innego typu, produkcji innej firmy, o nie gorszych parametrach niż:

- a) zawartość wody ≤ 8 ppm,
- b) napięcie przebicia ≥ 60 kV,
- c) współczynnik strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ w temp. $50^{\circ}\text{C} \leq 0,005$.

Olej ma spełniać pozostałe wymagania określone w normach: PN-EN 60156:2008P, PN-EN 60247:2008P, PN-EN 60296:2012E, PN-EN 60814:2002E oraz PN-EN 61181:2007 + A1:2012E lub normach równoważnych.

- 3.4.8. Podobciążeniowy przełącznik zaczeów do regulacji pod obciążeniem, z komorami próżniowymi, montowany w kadzi transformatora, produkcji Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, typu VACUTAP®, lub innego typu, produkcji innej firmy, o nie gorszych parametrach i funkcjonalnościach niż:

- a) trwałość elektryczna elementów przełączających min. 600 tys. cykli,
- b) trwałość mechaniczna min. 1.200 tys. cykli,
- c) liczba zadziałań pomiędzy przeglądami min. 300 tys. cykli łączeniowych.

Przełącznik ma być zgodny z PN-EN 60214-1:2014-12E lub normą równoważną.

- 3.4.9. Napęd podobciążeniowego przełącznika zaczeów powinien być zabudowany w zamykanej szafie o stopniu ochrony IP54, zabezpieczonej przed korozją w taki sam sposób jak powierzchnie zewnętrzne kadzi transformatora, wyposażony w trójfazowy silnik 3x400/230 V 50Hz, sterowany przemiennym napięciem znamionowym 230V 50Hz: zdalnie (automatyczna regulacja napięcia lub ręczna z nastawni – po unieczynnieniu napędu elektrycznego) lub lokalnie (z szafy napędu lub w razie potrzeby ręcznie za pomocą korby). Wszystkie sygnały z napędu podobciążeniowego przełącznika zaczeów powinny być wyprowadzone na wspólną listwę zaciskową

- 3.4.10. Szafa napędu podobciążeniowego przełącznika zaczeów ma być wyposażona w:

- a) mechaniczny licznik ilości przełączeń,
- b) zdalny wskaźnik położenia zaczeów z odczytem w nastawni oraz możliwością przesyłania informacji do punktu dyspozytorskiego przez telemechanikę,
- c) lokalny, optyczny wskaźnik położenia zaczeów,
- d) kontakty elektryczne do sygnalizacji pracy napędu, położenia skrajnych zaczeów, braku zasilania napędu elektrycznego,
- e) zabezpieczenie obwodu zasilania silnika wyłącznikiem samoczynnym,

- f) ogrzewanie sterowane termostatem i wymuszane przewietrzanie miniwentylatorem lub inny system antykondensacyjny producenta napędu przełącznika zaczepów,
- g) mechanizm ręcznego przestawiania zaczepów wraz z odłączaną korbą oraz blokadą sterowania elektrycznego,
- h) tabliczkę znamionową i schemat,
- i) nadajnik sygnałów w kodzie BCD (27 styków i matryca) wraz z odbiornikiem sygnałów do nastawni,
- j) zaślepione metalowe dławice kablowe umieszczone w dnie, umożliwiające wprowadzenie kabli sterowniczych (minimum po 3 szt. dla kabli o średnicy do 25 mm i do 32 mm),
- k) jednofazowe gniazdo wtykowe,
- l) oświetlenie po otwarciu drzwi,
- m) listwa zaciskowa wyposażona w złączkę rozłączalną na zasilaniu silnika.

Uwaga! System antykondensacyjny, oświetlenie i gniazdo wtykowe należy zasilć z innego obwodu niż silnik i zabezpieczyć każdy z tych obwodów niezależnymi wyłącznikami samoczynnymi, przy czym gniazdo wtykowe ma być dodatkowo zabezpieczone zabezpieczeniem nadmiarowo prądowym 16A.

3.4.11. Urządzenia zabezpieczające i wskaźniki

- a) jeden przekaźnik gazowo-przepływowy dla kadzi i jeden przekaźnik przepływowy dla komory przełącznika zaczepów zamontowane wyżej niż największy poziom oleju odpowiednio w kadzi i komorze przełącznika oraz poniżej minimalnego poziomu oleju w odpowiednich częściach konserwatora:
 - dwustopniowy przekaźnik kadzi zainstalowany w połączeniu olejowym pomiędzy kadzią i konserwatorem (obustronnie z kulowymi zaworami odcinającymi), wyposażony we wskaźniki umożliwiające obserwację zgromadzonej objętości gazu do poziomu alarmowego oraz wyposażony w dwie pary elektrycznie odizolowanych zestyków kontaktronowych (wyprowadzonych na listwę zaciskową szafy sterowniczej) zamykających się odpowiednio: przy powolnym nagromadzeniu się gazu i przy gwałtownym przepływie oleju.
Zabezpieczenie powinno być wyposażone w zawór odpowietrzający, zawór do pobierania próbek gazu, przycisk do mechanicznego sprawdzenia działania łączników sygnalizacyjnych, stopień ochrony IP 54, zakres temperatur oleju: od -25 do +100°C.
 - jednostopniowy przekaźnik przepływowy dla komory przełącznika zaczepów zainstalowany w połączeniu olejowym pomiędzy komorą przełącznika, a częścią przełącznikową konserwatora, z kulowym zaworem odcinającym od strony konserwatora, wyposażony w zestyki kontaktronowe (wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej) zamykające się przy gwałtownym przepływie oleju.
Zabezpieczenie powinno być wyposażone w zawór odpowietrzający i przycisk do mechanicznego sprawdzenia działania łączników sygnalizacyjnych, stopień ochrony IP 54, zakres temperatur oleju: od -25 do +100°C.
- b) ciśnieniowy zawór bezpieczeństwa o zintegrowanej całkowicie szczelnej obudowie kierunkowej, umożliwiającej bezpośrednie połączenie z systemem rurowym o średnicy co najmniej 80 mm, kierującej strumień oleju ku dołowi w obrębie stanowiska transformatora,

wyposażony w dwie oddzielne pary styków zadziałania (sygnalizacja/wyłączenie), zamontowany na boku kadzi.

c) wskaźnik poziomu oleju ze sprzęgłem magnetycznym separującym element czujnika od wyświetlacza, ze szkłem wyświetlacza z filtrem UV, wyposażony w trzy styki sygnalizujące poziom oleju: wysoki, niski, krytycznie niski (High-Low-Critical Low) oraz dodatkowo umożliwiający przesłanie sygnału do zdalnego odczytu poziomu oleju przez system dyspozytorski SCADA (wyj. 4-20 mA), zamontowany w sposób zapewniający odczyt przez personel obsługi.

d) wskaźniki temperatury

- oleju – tarczowy termometr typu manometrycznego z kapilarą i ze szkłem wyświetlacza z filtrem UV. Kapilara powinna być chroniona przez zewnętrzny płaszcz ze stali nierdzewnej i umieszczona w kieszeni termometrowej na pokrywie kadzi. Termometr powinien być zamontowany na transformatorze w miejscu i na wysokości umożliwiającej łatwą obsługę oraz w sposób zapewniający tłumienie drgań pochodzących od transformatora. Termometr powinien posiadać możliwość utrwalenia maksymalnej pomierzonej temperatury (tzw. maksigraf lub wskazówka wleczona), umożliwiać przesłanie sygnału do zdalnego odczytu temperatury przez system dyspozytorski SCADA (wyj. 4-20 mA). Zakres temperaturowy: od -20 do 130°C.
- oleju – przy wykorzystaniu czujnika termoelektrycznego (czujnik termoelektryczny umieszczony w kieszeni termometrowej na pokrywie kadzi. Wskaźnik z wyświetlaczem cyfrowym zainstalowany w nastawni. Zakres pomiarowy: od 0 do 150°C.
- uzwojenia transformatora – tarczowy termometr typu manometrycznego z kapilarą i szkłem wyświetlacza z filtrem UV. Kapilara powinna być chroniona przez zewnętrzny płaszcz ze stali nierdzewnej i umieszczona w kieszeni termometrowej na pokrywie kadzi. Termometr powinien być zamontowany na transformatorze w miejscu i na wysokości umożliwiającej łatwą obsługę oraz w sposób zapewniający tłumienie drgań pochodzących od transformatora. Termometr powinien posiadać przetwornik z wbudowanym modelem cieplnym zaprogramowanym na podstawie próby cieplnej, z wykorzystaniem przekładników prądowych DN zamontowanych w transformatorze, a dodatkowo umożliwiający przesłanie sygnału do zdalnego odczytu temperatury przez system dyspozytorski SCADA (wyj. 4-20 mA), Zakres temperaturowy: od 0 do 130°C.
- uzwojeń transformatora – przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury gorącego punktu (hot-spot),
- rdzenia transformatora – przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury,
- temperatury zewnętrznej – przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury,
- oleju – przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury.

Zamontowany, światłowodowy system pomiaru temperatury (bez wbudowanego miernika temperatury) musi składać się z następujących elementów: 9 sond światłowodowych (światłowód posiadający nacięcie pozwalające na odprowadzenie powietrza podczas próżni): 6 sond do temperatury uzwojeń, 1 sonda do temperatury rdzenia, 1 sonda

do temperatury oleju o dokładności $\pm 1^{\circ}\text{C}$, odpornych na rozpuszczalniki i środki chemiczne, posiadających jednolitą osłonę umożliwiającą równomierne nasycenie olejem oraz 1 sondy światłowodowej temperatury zewnętrznej, 8 przepustów optycznych sond światłowodowych zapewniających łączenie i uszczelnienie bez uszczelki i elementów epoksydowych oraz szczelnej skrzynki przyłączeniowej światłowodów kształtem dopasowanej do kadzi transformatora posiadającej połączenie ze światłowodem ST (do połączenia z przepustem i/lub urządzeniami odczytującymi/rejestrującymi). Światłowody ST wyprowadzić w szafce sterowniczej transformatora w sposób pozwalający na przyłączenie przenośnego miernika w czasie pracy transformatora. Światłowodowy system pomiaru temperatury ma umożliwiać podłączenie przenośnego miernika. W skład zestawu nie wchodzi moduł optyczny gorących punktów jak również światłowodowy przenośny miernik temperatury.

Sondy powinny być rozmieszczone w następujący sposób:

- po jednej sondzie na każdej fazie uzwojenia, umieszczonej w górnej części uzwojenia GN (w najcieplejszym miejscu uzwojenia – tzw. Hot-spot).
- po jednej sondzie na każdej fazie uzwojenia, umieszczonej w górnej części uzwojenia DN (w najcieplejszym miejscu uzwojenia – tzw. Hot-spot).
- jedna sonda umieszczona w rdzeniu transformatora w górnej części środkowego jarzma. Aby nie dopuścić do uszkodzenia sondy, w zależności od konstrukcji rdzenia, sondę należy umieścić w zablokowanym kanale chłodzącym lub jeśli taki nie występuje, sondę umieszczoną w przekładce należy przykleić do rdzenia w środkowej górnej części.
- jedna sonda umieszczona po pokrywą kadzi.
- jedna sonda umieszczona na dnie szafy sterowniczej.

W celu zapewnienia jednolitego zamontowania sond światłowodowych do temperatury uzwojeń, należy je usytuować pomiędzy pierwszą a drugą cewką, z pomiarem w cewce drugiej w pierwszym polu od odpływu (tzn. tak aby znajdowały się one na środkowej części uzwojeń).

Wszystkie bezpotencjałowe styki wyżej wymienionych urządzeń przystosowane do pracy pod napięciem 220V DC (+/-10%) i obciążeniem indukcyjnym.

Kapilary termometrów manometrycznych i czujników rezystancyjnych powinny posiadać osłony uniemożliwiające ich uszkodzenie mechaniczne.

3.4.12. Szafa sterownicza urządzeń zabezpieczających i wskaźników, o stopniu ochrony IP54, zabezpieczona przed korozją w taki sam sposób jak powierzchnie zewnętrzne kadzi transformatora, ma być wyposażona w:

- a) daszek,
- b) oświetlenie po otwarciu drzwi,
- c) jednofazowe gniazdo wtykowe 230 V,
- d) czujniki systemu światłowodowego (hot-spot) uzwojeń i rdzenia mają być doprowadzone do szafy sterowniczej,

- e) miejsce na zainstalowanie systemu monitoringu temperatury jak stosowane przez Zamawiającego, typu Qualitrol wraz z zasilaniem. Zasilanie powinno być zabezpieczone zgodnie z wymaganiami producenta systemu,
 - f) tabliczkę znamionową i schemat,
 - g) zamykanie klamką umożliwiającą zablokowanie kłódką,
 - h) zaślepione metalowe dławice kablowe umieszczone w dnie, umożliwiające wprowadzenie kabli sterowniczych (minimum po 3 szt. dla kabli o średnicy do 25 mm i do 32 mm),
 - i) ogrzewanie sterowane termostatem i wymuszone przewietrzanie mini wentylatorem. W dokumentacji należy podać wymagane nastawy termostatu.
- 3.4.13. Układ wymuszonego przewietrzania (ON-AF) powinien być zrealizowany następująco:
- a) przewietrzniki należy podzielić na dwie, niezależne grupy, przy czym uszkodzenie jednej z nich powinno umożliwić pracę transformatora z obciążeniem co najmniej 70% mocy znamionowej transformatora,
 - b) sterowanie każdej grupy ma być możliwe:
 - ręcznie z szafy sterowniczej zainstalowanej na transformatorze i zdalnie z nastawni
 - samoczynnie – za pomocą termometru kontaktowego. Progi załączania i wyłączania grup wentylatorów mają być podane w DTR transformatora. Wybór sposobu sterowania (ręcznie – samoczynnie) odbywać się będzie przełącznikiem w nastawni.
 - c) układ sterowania powinien umożliwić zdalną sygnalizację załączenia poszczególnych grup wentylatorów,
 - d) wentylatory mają być zasilane z dwóch różnych źródeł wybieranych przełącznikiem w szafie sterowniczej,
 - e) zabezpieczenie każdej z grup powinno być wykonane odpowiednio stopniowanymi bezpiecznikami topikowymi lub wyłącznikami samoczynnymi, wyposażone dodatkowo w sygnalizację zadziałania zabezpieczeń lokalnie i zdalnie,
 - f) zabezpieczenie każdego wentylatora należy wykonać wyłącznikami samoczynnymi.

3.5. Oznakowanie

- 3.5.1. Tabliczki znamionowe, pozostałe tabliczki oraz inne opisy umieszczone na transformatorze i jego wyposażeniu należy wykonać z metalu nierdzewnego z opisami wykonanymi w języku polskim przez wytłaczanie, grawerowanie lub w innej w technologii odpornej na UV. Opisy umieszczone w szafie napędu podobciążeniowego przełącznika zaczepek i szafie sterowniczej powinny być mocowane w sposób trwały np. poprzez nitowanie.
- 3.5.2. Wszystkie znaki oraz napisy informacyjne lub ostrzegawcze powinny być przymocowane w sposób trwały (nitowane lub przykręcane).
- 3.5.3. Każdy element wyposażenia transformatora ma być opisany nazwą (funkcją) i symbolem.
- 3.5.4. Tabliczka znamionowa powinna być zamocowana do radiatora oraz zawierać dane techniczne wymagane normą PN-EN 60076-1:2011E lub normą równoważną, pomierzone straty stanu jałowego i straty obciążeniowe, rodzaj zastosowanego oleju, a także pełną nazwę i adres fabryki wykonawcy transformatora. Tabliczka powinna zawierać dodatkowo dane określające poziom hałasu oraz informacje wymagane Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 548/2014 z dnia 21.05.2014 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego

i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy.

- 3.5.5. Niezależnie od tabliczki znamionowej numer fabryczny transformatora ma być:
- a) wytłoczony na pokrywie transformatora,
 - b) wytłoczony na części aktywnej (np. na belkach spinających),
 - c) umieszczony na transformatorze, którego lokalizację i wielkość należy uzgodnić z Zamawiającym.
- 3.5.6. Na pokrywie ma być umieszczone oznakowanie zacisków DN, GN i N, zgodne z dokumentacją transformatora. Ponadto przy zacisku uziemiającym powinien znajdować się symbol uziemienia lub napis „zacisk uziemiający”.
- 3.5.7. Na konserwatorze umieszczona tabliczka z napisem „Konserwator z workiem – uzupełnianie oleju od dołu”.

3.6. Wymagana dokumentacja techniczna

- 3.6.1. Wszelka dokumentacja techniczna ma być napisana w języku polskim lub przetłumaczona na język polski.
- 3.6.2. Wymagane dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań technicznych **dostarczane z ofertą**:
- a) karty katalogowe oferowanych transformatorów zawierające podstawowe dane techniczne, wyposażenie oraz rysunki gabarytowe
 - b) Dokumentacja Techniczno-Ruchowa (DTR), dla każdego typu transformatora, obejmująca część ogólną, tj. szczegółowy opis użytkowania i eksploatacji wszystkich dostarczonych urządzeń wraz z opisem konstrukcji każdego elementu oraz zalecaną metodykę obsługi, prób i czynności eksploatacyjnych. W DTR należy uwzględnić m.in.:
 - podstawowe dane techniczne, w tym ilość oleju do spuszczenia z transformatora podczas wymiany izolatora przepustowego, masę rdzenia, masę uzwojenia, masę części możliwej do wyjęcia, rysunki gabarytowe oraz szczegółową specyfikację wyposażenia.
 - rysunki i opisy montażu, demontażu transformatora oraz jego elementów,
 - parametry techniczne transformatora, sugerowane nastawy parametrów,
 - ogólny opis podstawowych podzespołów,
 - instrukcję użytkowania zawierającą dane ogólne, w tym opis funkcjonalny urządzenia,
 - instrukcję eksploatacji zawierającą wykaz czynności eksploatacyjnych,
 - procedury zalecane przy naprawach,
 - sposób przeciążania transformatora – w postaci odpowiednich charakterystyk lub programu komputerowego. Opracowanie musi uwzględniać temperaturę otoczenia, aktualną temperaturę transformatora oraz aktualne obciążenie. Przy uwzględnieniu powyższych warunków ma być jednoznacznie określone, jak długo jakim prądem może być obciążany transformator,
 - określenie szczegółowych wytycznych dotyczących ustawienia transformatora w pomieszczeniach zamkniętych ze szczególnym uwzględnieniem wymagań wentylacji,
 - wykaz wymaganych przez producenta sprawdzeń, prób oraz badań technicznych przed załączeniem transformatora pod napięcie i wymaganych parametrów tych sprawdzeń.

- schematy elektryczne połączeń i przyłączy elektrycznych:
 - - automatycznego sterowania układem chłodzenia,
 - - zabezpieczeń fabrycznych,
 - - systemu monitoringu hot-spot,
 - - sygnałów pomiarów, sterowania i sygnalizacji,
 - zasilania napięciem pomocniczym AC i DC,
 - c) certyfikat zgodności z normą PN-EN 60076-1:2011E lub normą równoważną, wydany producentowi, importerowi lub jego upoważnionemu przedstawicielowi przez akredytowaną jednostkę certyfikującą na podstawie badań typu, potwierdzających zgodność z normą lub protokół badania (próby) typu zgodnie z wyżej wymienioną normą, wydany producentowi, importerowi lub jego upoważnionemu przedstawicielowi przez laboratorium akredytowane,
 - d) certyfikaty zgodności lub protokoły z badań typu (wykonanych) z niżej wymienionymi normami lub normami równoważnym, dla komponentów, które zostaną zastosowane:
 - podobciążeniowego przełącznika zaczepów – PN-EN 60214-1:2014-12E,
 - izolatorów przepustowych GN i DN – PN-EN 60137:2018-02E; w przypadku izolatorów przepustowych porcelanowych po stronie DN dopuszcza się przedstawienie certyfikatu zgodności lub protokołów z prób wyrobu zgodnie z normą PN-EN 50180-1:2016-02E. W przypadku izolatorów przepustowych DN porcelanowych, Zamawiający dopuszcza przedstawienie przez Wykonawcę deklaracji zgodności z normą PN-EN 60137:2018-02E lub PN-EN 50180-1:2016-02E,
 - e) protokoły badania mineralnego oleju elektroizolacyjnego, który zostanie zastosowany, zgodnie z normami: PN-EN 60156:2008P, PN-EN 60247:2008P, PN-EN 60296:2012E, PN-EN 60814:2002E oraz PN-EN 61181:2007+A1:2012E lub normami równoważnymi,
 - f) deklaracje zgodności z niżej wymienionymi normami lub normami równoważnymi:
 - przekątnika gazowo-przepływowego - PN-EN 50216-2:2004P,
 - czujników temperatury - PN-EN 50216-11:2009E (nie dotyczy światłowodów oraz termorezystora),
 - wentylatorów - PN-EN 50216-12:2011E, o ile występują,
 - radiatorów - PN-EN 50216-6:2004P,
 - g) rysunek poglądowy, przedstawiający miejsce zamontowania oraz treść wszelkich opisów i oznakowania, zamontowanych na zewnątrz transformatora, wraz z opisem sposobu ich mocowania lub technologii wykonania, jeżeli są wykonane bezpośrednio na obudowie transformatora,
 - h) plan kontroli jakości podczas produkcji transformatorów.
- 3.6.3. Wymagane dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań technicznych **dostarczane na etapie odbioru w fabryce producenta (FAT) – dla każdego transformatora:**
- a) DTR,
 - b) Karta charakterystyki zastosowanego oleju elektroizolacyjnego,
 - c) Wyniki obliczeń zwarciovych, projekt techniczny i sposób wykonania zgodne z PN-EN 60076-5 pkt 4.2 oraz zał. A, potwierdzające spełnienie deklarowanej wytrzymałości zwarcioviej transformatora,

d) Protokoły z prób wykonanych zgodnie z normą PN-EN 60076-1:2011E lub normą równoważną:

- pomiar rezystancji uzwojeń,
- pomiar przekładni napięciowej i sprawdzenie grupy połączeń,
- pomiar prądów magnesujących przy napięciu 230V,
- pomiar napięcia zwarcia i strat obciążeniowych,
- pomiar strat i prądu stanu jałowego,
- próba zacisków liniowych strony GN i DN udarem piorunowym pełnym (LI) - w protokole dodatkowo należy dla każdej fazy przedstawić porównanie przebiegów udaru pełnego LI dla 50% Ur i ostatniego udaru (LI) dla 100% Ur, gdzie Ur – napięcie próby,
- próba zacisków liniowych strony GN i DN udarem piorunowym uciętym na grzbiecie (LIC),
- próba zacisku neutralnego strony GN udarem piorunowym (LIN),
- próba napięciem doprowadzonym (AV),
- próba napięciem indukowanym wytrzymywanym (IVW),
- próba napięciem indukowanym z pomiarem wyładowań niezupełnych (IVPD),
- próba zacisków liniowych napięciem wytrzymywanym przemiennym (LTAC),
- próba izolacji oprzewodowania urządzeń pomocniczych (AuxW),
- próba podobciążeniowego przełącznika zaczepów (przebiegi mocy chwilowej, rejestracja procesu przełączania – czasów własnych ciągłości klatki wybierakowej oraz niejednoczesności dla wszystkich pozycji przełącznika),
- określenie pojemności doziemnej uzwojeń oraz pojemności między uzwojeniami,
- wyznaczenie charakterystyki przenoszenia przepięć,
- pomiar impedancji kolejności zerowej,
- wyznaczenie poziomu ciśnienia akustycznego,
- pomiar harmonicznych prądu stanu jałowego,
- pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych,
- próba nagrzewania **wykonana dla każdego transformatora.**

W protokole z przeprowadzonych badań należy przedstawić przyrosty temperatury oleju, uzwojeń oraz punktu gorącego (hot-spot) – wyliczony na podstawie pomiaru przyrostów temperatury uzwojeń oraz faktycznie zmierzony przez światłowodowe czujniki temperatury. W trakcie próby nagrzewania temperatury mają być mierzone i rejestrowane przez system światłowodowego pomiaru – z próbkowaniem co najmniej co 30 sekund dla każdej sondy. Załącznikiem do protokołu ma być analiza DGA (Dissolved Gas Analysis) opracowana zgodnie z normą PN-EN 60076-2:2011E oraz PN-EN 61181:2007+A1:2012E lub normami równoważnymi, wykonana niezależnie przez Wykonawcę oraz Nadzorującego.

Wykonawca ma zapewnić na czas próby nagrzewania odbiornik do wskazywania i zapisu sygnałów z czujników światłowodowych.

e) Protokół z nadciśnieniowej próby szczelności kadzi kompletnie zmontowanego i zalanego olejem transformatora

f) Protokoły z prób wyrobu z niżej wymienionymi normami lub normami równoważnymi:

- podobciążeniowego przełącznika zaczepów - PN-EN 60214-1:2014-12E,
 - izolatorów przepustowych GN i DN - PN-EN 60137:2018-02E; w przypadku izolatorów przepustowych porcelanowych po stronie DN dopuszcza się przedstawienie certyfikatu zgodności lub protokołów z prób wyrobu zgodnie z normą PN-EN 50180-1:2016-02E. W przypadku izolatorów przepustowych DN porcelanowych, Zamawiający dopuszcza przedstawienie przez Wykonawcę deklaracji zgodności z normą PN-EN 60137:2018-02E lub PN-EN 50180-1:2016-02E.
- g) Protokoły pomiaru oleju elektroizolacyjnego osobno z kadzi i z podobciążeniowego przełącznika zaczepów (napięcie przebicia, DGA, tg delta, rezystywność, zawartość wody),
- h) Protokoły z wykonania następujących wzorcowych badań diagnostycznych, tzw. odcisk palca (finger print):
- oscylogram wzorcowych rozkładów odpowiedzi częstotliwościowej transformatora, wykonany dla każdego uzwojenia GN i DN analizatorem częstotliwościowym w zakresie (peak-to-peak) metodą SFRA (Sweep Frequency Response Analysis) (na zaczepach skrajnych i środkowym). Badania powinny być wykonane zgodnie z normą PN-EN 60076-18:2013-05E lub normą równoważną, a ich wynik zapisany w postaci pliku w formacie XFRA,
 - ocena zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej metodą spektroskopii dielektrycznej w dziedzinie częstotliwości FDS (Frequency Domain Spectroscopy) w układzie pomiędzy uzwojeniami,
 - pomiar wyładowań niezupełnych metodą elektryczną zgodnie z PN-EN 60270:2003+A1:2016-04P lub normą równoważną,
 - pomiar zawartości gazów rozpuszczonych w oleju elektroizolacyjnym, osobno z kadzi i z podobciążeniowego przełącznika zaczepów, metodą DGA zgodnie z PN-EN 61181:2007+A1:2012E lub normą równoważną, próbek oleju pobranych przed i po próbach napięciowych oraz przed i po próbie nagrzewania. Pobranie próbek oleju do badania powinno być wykonane nie wcześniej niż po 12 godzinach i nie później niż 24 godziny po zakończeniu próby,
 - przebieg strat stanu jałowego w funkcji napięcia w zakresie (0,1-1,2)Un.
- i) Protokoły z pomiarów systemu monitorowania temperatury (karta odbioru pozwalająca na jednoznaczną ocenę poprawności zainstalowania systemu, wg. wzorcowego dokumentu producenta systemu monitorowania temperatury) uzupełniane każdorazowo przy następujących etapach:
- po instalacji światłowodów w uzwojeniach,
 - po prasowaniu uzwojeń,
 - po suszeniu transformatora,
 - po montażu światłowodu na rdzeniu,
 - przed połączeniem światłowodów z przepustami,
 - po połączeniu z przepustami,
 - przed próbami cieplnymi,
 - przy odbiorze końcowym.

3.6.4. Wymagane dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań technicznych **dostarczane na etapie odbioru końcowego (po dostawie i montażu) – dla każdego transformatora:**

- a) Protokoły z pomontażowych badań diagnostycznych wykonanych zgodnie z PN-E-04700:1998P+Az1:2000P lub normą równoważną,
- b) Protokół z pomiaru prądu magnesującego przy napięciu 230 V,
- c) Oscylogram wzorcowych rozkładów odpowiedzi częstotliwościowej transformatora, wykonany dla każdego uzwojenia GN i DN analizatorem częstotliwościowym (peak-to-peak) metodą SFRA zgodnie z normą PN-EN 60076-18:2013-05E lub normą równoważną, zapisany w postaci pliku w formacie XFRA,
- d) Protokół z pomiarów zawartości gazów rozpuszczonych w oleju elektroizolacyjnym metodą DGA,

o ile po dostawie i ustawieniu na stanowisku transformator był zalewany olejem.

3.6.5. Protokoły z prób wykonywanych w ramach odbioru fabrycznego muszą być poświadczone przez Nadzorującego.

UWAGI:

Certyfikaty zgodności z normami wydane przed datą publikacji ww. norm, w oparciu o normy wówczas obowiązujące, są traktowane na równi z certyfikatami zgodności z ww. normami, do daty wskazanej przez jednostkę certyfikującą.

Certyfikaty zgodności muszą być wydane przez niezależne akredytowane jednostki certyfikujące w tym zakresie na podstawie badań wykonanych w niezależnych laboratoriach akredytowanych w tym zakresie.

Certyfikaty zgodności z Dyrektywami Europejskimi Nowego Podejścia (dokumenty niewymagane przez Zamawiającego) muszą być wydane przez niezależne notyfikowane jednostki certyfikujące w zakresie odpowiednich dyrektyw na podstawie badań w niezależnych notyfikowanych laboratoriach w zakresie odpowiednich dyrektyw.

Protokoły badania typu zgodnie z normą muszą być wydane przez niezależne laboratoria akredytowane w tym zakresie.

Protokoły badania typu wydane przed datą publikacji ww. norm, w oparciu o normy wówczas obowiązujące, są traktowane na równi z protokołami badania typu poświadczającymi zgodność z ww. normami, do daty wskazanej przez laboratorium.

Oceny techniczne wydawane przez niezależne akredytowane polskie laboratoria są traktowane na równi z protokołem badania typu.

Zamawiający zastrzega sobie prawo wglądu w oryginały certyfikatów zgodności oraz prawo wglądu do raportu badań typu na zgodność z normami.

Definicje: akredytowane jednostki certyfikujące, notyfikowane jednostki certyfikujące, laboratoria akredytowane, laboratoria notyfikowane, certyfikaty, badanie (typu), deklaracja zgodności producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela – zgodnie z ustawą z pkt 5.1.

3.7. Nadzór nad produkcją i próbami fabrycznymi

3.7.1. Zamawiający zastrzega sobie prawo nadzorowania właściwego wykonania transformatorów u Wykonawcy w trakcie całego procesu, obejmującego przegląd dokumentacji konstrukcyjnej,

produkcję i próby fabryczne oraz prawo uczestnictwa w tym procesie swoich przedstawicieli, w tym Nadzorujących wynajętych na koszt Zamawiającego.

- 3.7.2. Wykonawca winien zezwolić, aby Nadzorujący, jeżeli wyrazi taką wolę mógł przeprowadzić wybrane badania lub pomiary niskonapięciowe samodzielnie, niezależnie od Wykonawcy. Jeśli próby są wykonywane w fabryce Wykonawcy, Nadzorujący musi postępować zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i jakości opracowanymi przez Wykonawcę. Badania mogą być wykonywane przez personel Wykonawcy w obecności Nadzorującego, przez pracowników firmy reprezentowanej przez Nadzorującego, lub przez Nadzorującego osobiście.
- 3.7.3. Wykonawca transformatorów jest zobowiązany do skutecznego powiadomienia Zamawiającego na co najmniej 10 dni roboczych przed rozpoczęciem produkcji w celu przeprowadzenia przeglądu dokumentacji konstrukcyjnej przez Nadzorującego, przed suszeniem części aktywnej transformatora oraz przed wykonaniem prób końcowych, aby umożliwić zaplanowanie obecności przedstawicieli Zamawiającego na tych etapach produkcji.
- 3.7.4. Próby fabryczne nie mogą trwać dłużej niż 5 dni roboczych. Za każdy dodatkowy rozpoczęty dzień prób, Wykonawca zapłaci Zamawiającemu kwotę wskazaną w Umowie.
- 3.7.5. Wykonawca każdorazowo jest zobowiązany do przedstawienia na piśmie w powodów negatywnego wyniku próby oraz planowanych działań naprawczych dla Zamawiającego i Nadzorującego. Są one opiniowane przez Nadzorującego. Wykonawca winien uzyskać akceptację sposobu i zakresu naprawy/prac przez Zamawiającego.
- 3.7.6. Jeśli na skutek czynników opisanych w punkcie 3.7.5 usunięcie przyczyny negatywnego wyniku, wymagać będzie wyjęcia części aktywnej, wówczas wszystkie próby i pomiary należy wykonać powtórnie. W takim przypadku zastosowanie ma również punkt 3.7.4.
- 3.7.7. Jeśli Wykonawca zrealizuje próbę lub próby wymagane w ramach niniejszego dokumentu bez wcześniejszego powiadomienia i pod nieobecność przedstawiciela Zamawiającego i/lub Nadzorującego, wówczas próby takie należy powtórzyć w jego obecności, przy zachowaniu parametrów próby zgodnie z wymaganiami specyfikacji technicznej.
- 3.7.8. Nie krócej niż na rok przed zakończeniem okresu gwarancyjnego, Zamawiający wykona badania oleju z kadzi transformatora i podobciążeniowego przełącznika zaczepów w zakresie DGA, własności fizykochemicznych, zawartości związków furanu oraz następujące badania na wyłączonym transformatorze:
 - a) rezystancja uzwojeń strony GN – dla wszystkich położzeń podobciążeniowego przełącznika zaczepów oraz strony DN;
 - b) rezystancja izolacji w układach ekranowym i doziemnym;
 - c) badanie podobciążeniowego przełącznika zaczepów – w zakresie niejednoczesności, czasów własnych, ciągłości klatki wybierakowej, pomiar mocy pobieranej przez napęd podobciążeniowego przełącznika zaczepów;
 - d) tangens delta i pojemność uzwojeń;
 - e) tangens delta i pojemność izolatorów przepustowych;
 - f) badanie odkształceń mechanicznych uzwojeń SFRA;
 - g) zawilgocenia izolacji stałą metodą FDS.

- 3.7.9. W okresie gwarancyjnym Zamawiający może zlecić na swój koszt przeprowadzenie badań niskonapięciowych transformatora, bez utraty gwarancji. Badania nie mogą się wiązać z wyjmowaniem części aktywnej, demontażu izolatorów i konserwatora.

UWAGA:

W przypadku wykrycia przyrostów gazów przekraczających kryteria przywołane w RIET – Załącznik 10 RIET, dla transformatorów sieciowych będących w eksploatacji – wynik uznaje się za negatywny. W przypadku wykrycia obecności związków furanu w oleju lub zawilgocenia izolacji papierowej powyżej 2%, wynik próby uznaje się za negatywny co jest równoznaczne ze stwierdzeniem wystąpienia wady transformatora objętego gwarancją.

Zamawiający zobowiązany jest powiadomić Wykonawcę (na adres mailowy Wykonawcy, pod rygorem nieważności, o terminie wykonania badań, o których mowa w niniejszym ustępie z przynajmniej 7-dniowym wyprzedzeniem. Wykonawca ma prawo uczestniczenia w przeprowadzeniu tych badań. W przypadku niepowiadomienia Wykonawcy o terminie tych badań lub nieprawidłowego powiadomienia Wykonawcy o tym terminie lub niedopuszczenia przedstawiciela Wykonawcy do udziału w tych badaniach, Zamawiającemu nie przysługują uprawnienia wynikające z rękojmi lub gwarancji wynikające z wykrycia obecności związków furanu w oleju lub zawilgocenia izolacji papierowej powyżej 2%.

4. AKTY PRAWNE I DOKUMENTY ZWIĄZANE

1. Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2002 nr 166 poz. 1360 z późniejszymi zmianami).
2. Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji z późniejszymi zmianami).
3. PN-EN ISO 8501-1:2008P Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Wzrokowa ocena czystości powierzchni - Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok.
4. PN-EN ISO 12944-1:2018-01E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 1: Ogólne wprowadzenie.
5. PN-EN ISO 12944-2:2018-02P Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 2: Klasyfikacja środowisk.
6. PN-EN ISO 12944-3:2018-02E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 3: Zasady projektowania
7. PN-EN ISO 12944-4:2018-02E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 4: Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni.
8. PN-EN ISO 12944-5:2020-03E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 5: Ochronne systemy malarskie.
9. PN-EN ISO 12944-6:2018-03E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości.

10. PN-EN ISO 12944-7:2018-01E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich.
11. PN-EN ISO 1461:2023-02E Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową - Wymagania i metody badań.
12. PN-EN ISO 16810:2014-06E Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Zasady ogólne.
13. PN-EN ISO 16811:2014-06E Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Część 2: Nastawianie czułości i zakresu obserwacji.
14. PN-EN ISO/IEC 17050-1:2010P Ocena zgodności - Deklaracja zgodności składana przez dostawcę - Część 1: Wymagania ogólne.
15. PN-EN 50180-1:2016-02E Izolatory przepustowe na napięcia powyżej 1 kV do 52 kV oraz prądy od 250 A do 3,15 kA do transformatorów napełnianych cieczą izolacyjną – Część 1: Ogólne wymagania dla izolatorów przepustowych.
16. PN-EN 50216-1:2004P Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 1: Postanowienia ogólne.
17. PN-EN 50216-2:2004P Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 2: Przekaznik gazowo-przepływowy do transformatorów i dławików olejowych z konserwatorem.
18. PN-EN 50216-4:2015E Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 4: Wyposażenie podstawowe (zacisk uziemiający, urządzenia spustowe i do napełniania, kieszeń termometrowa, podwozie).
19. PN-EN 50216-5:2004P+A2:2007P+A3:2010P Wyposażenie transformatorów i dławików – Część 5: Wskaźnik poziomu cieczy, manometry i wskaźniki przepływu cieczy zawory upustowe cieczy i odwilżacze powietrza.
20. PN-EN 50216-6:2004P Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 6: Urządzenia chłodzące - Odejmowalne radiatory transformatorów olejowych.
21. PN-EN 50216-7:2004P Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 7: Pompy elektryczne oleju transformatorowego.
22. PN-EN 50216-8:2008P Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 8: Zawory motylkowe do rurociągów z cieczą izolacyjną.
23. PN-EN 50216-11:2009E Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 11: Czujniki temperatury oleju i uzwojeń.
24. PN-EN 50216-12:2011E Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 12: Wentylatory.
25. PN-EN ISO 5817:2023-08E Spawanie - Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązek) - Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych
26. PN-EN IEC 60068-2-52:2018-05E Badania środowiskowe - Próby - Próba Kb: Mgła solna, cykliczna (roztwór chlorku sodu).
27. PN-EN 60071-1:2008P+A1:2010E Koordynacja izolacji - Część 1: Definicje, zasady i reguły.
28. PN-EN 60071-2:2000P Koordynacja izolacji - Przewodnik stosowania.
29. PN-EN 60076-1:2011E Transformatory – Część 1: Wymagania ogólne.
30. PN-EN 60076-2:2011E Transformatory - Część 2: Przyrosty temperatury dla transformatorów olejowych.
31. PN-EN 60076-3:2014-02P Transformatory - Część 3: Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępy izolacyjne w powietrzu.

32. PN-EN 60076-4:2004P Transformatory - Część 4: Przewodnik wykonywania prób udarem piorunowym i udarem łączeniowym - Transformatory i dławiki.
33. PN-EN 60076-5:2009P Transformatory - Część 5: Wytrzymałość zwarciova.
34. PN-IEC 60076-8:2002P Transformatory - Część 8: Przewodnik stosowania.
35. PN-EN 60076-10:2017-01E Transformatory - Część 10: Wyznaczanie poziomów dźwięku.
36. PN-EN 60076-18:2013-05E Transformatory – Część 18 Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej.
37. PN-EN IEC 60076-22-7:2021-02E Transformatory -- Część 22-7: Wyposażenie transformatora i dławika -- Akcesoria i wyposażenie
38. PN-EN 60137:2018-02E Izolatory przepustowe na napięcia przemienne powyżej 1 000 V.
39. PN-EN 60156:2008P Ciecze elektroizolacyjne - Określanie napięcia przebicia przy częstotliwości sieciowej - Metoda badania.
40. PN-EN 60214-1:2014-12E Przełączniki zaczepów - Część 1: Wymagania i metody badań.
41. PN-EN 60247:2008P Ciecze elektroizolacyjne - Pomiar przenikalności elektrycznej względnej, współczynnika strat dielektrycznych ($\tan \delta$) i rezystywności przy prądzie stałym.
42. PN-EN 60270:2003P+ A1:2016-04P Wysokonapięciowa technika probiercza - Pomiarы wyładowań niezupełnych.
43. PN-EN 60296:2012E Ciecze stosowane w elektrotechnice - Świeże mineralne oleje elektroizolacyjne do transformatorów i aparatury łączeniowej.
44. PN-EN 60567:2012E Urządzenia elektryczne olejowe - Pobieranie próbek gazów i oleju do analizy gazów wolnych i rozpuszczonych – Wytyczne.
45. PN-EN 60599:2016-03E Urządzenia elektryczne napełnione olejem mineralnym w eksploatacji – Zalecenia dotyczące interpretacji analizy gazów rozpuszczonych i wolnych.
46. PN-EN 60814:2002E Ciecze izolacyjne - Papier i preszpan nasycane olejem - Oznaczanie wody za pomocą automatycznego miareczkowania kulometrycznego Karla Fischera.
47. PN-EN 60865-1:2012E Obliczanie skutków działania prądów zwarciovych - Część 1: Definicje i metody obliczania.
48. PN-EN 60909-0:2016-09E Prądy zwarciove w sieciach trójfazovych prądu przemienneo - Część 0: Obliczanie prądov.
49. PN-EN 60909-3:2010E Prądy zwarciove w sieciach trójfazovych prądu przemienneo - Część 3: Prądy podwójnych, jednoczesnych i niezależnych, zwarc doziemnych i częściowe prądy zwarciove płynące w ziemi.
50. PN-EN 61181:2007E+A1:2012E Urządzenia elektryczne z olejem mineralnym - Zastosowanie analizy gazov rozpuszczonych w oleju (DGA) przy próbach fabrycznych urządzeń elektrycznych.
51. PN-EN 61198:2002E Mineralne oleje izolacyjne - Metody oznaczania 2-furfuralu i związkov pokrewnych.
52. PN-EN IEC 61238-1-1:2020-06 Zaciskowe i mechaniczne złącza kabli energetycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 36 kV ($U_m = 42 \text{ kV}$) - Część 1: Metody badania i wymagania.
53. PN-EN 61619:2002E Ciecze izolacyjne - Zanieczyszczenie dwufenylami polichlorowanymi - Oznaczanie metodą chromatografii gazowej w kolumnie kapilarnej.

- 54. PN-E-04700:1998P+Az1:2000P Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych - Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- 55. PN-E-06303:1998P Narażenie zabrudzeniowe izolacji napowietrznej i dobór izolatorów do warunków zabrudzeniowych.
- 56. PN-EN 795:2012E Ochrona przed upadkiem z wysokości -- Urządzenia kotwiczące.
- 57. PN-EN 353-1+A1:2018-03 Środki ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości -- Urządzenia samozaciskowe z prowadnicą -- Część 1: Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą.