Polskie Sieci Elektroenergetyczne

STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA	**Numer kodowy**
	PSE-ST.ATR.KEP / 2025

TYTUŁ:	**AUTOTRANSFORMATORY** **410/230 kV, 410/120 kV, 230/120 kV,** **WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE, EKSPLOATACYJNE I PRÓBY**

OPRACOWANO:

Departament Standardów Technicznych

ZATWIERDZONO DO STOSOWANIA

Stanisła w Pokora

Elektronicznie podpisany przez Stanisław Pokora
Data: 2026.03.05 08:46:39 +01'00'

Data .....

Konstancin-Jeziorna, *listopad 2025 r.*

Spis treści

1. ZAKRES DOKUMENTU ORAZ WSPÓLNE WYMAGANIA PODSTAWOWE. 5

1.1. Zakres dokumentu 5
1.2. Normy, dokumenty powiązane oraz Standardy sieci przesyłowej 5
2.2.1 Normy i dokumenty powiązane 5
2.2.2 Standardy sieci przesyłowej 9
1.3. Wymagania środowiskowe 10
1.4. Zawartość harmonicznych w napięciu 11
1.5. Jednostki miar 12

2. PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE. 12

2.1. Wymagania konstrukcyjne 12
2.2. Rdzeń 12
2.3. Uzwojenia. 14
2.2.1 Budowa uzwojeń 15
2.2.2 Wytrzymałość zwarciowa uzwojeń. 16
2.2.3 Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń. 16
2.2.4 Suszenie i impregnacja uzwojeń 17
2.2.5 Strumień rozproszenia uzwojeń. 18
2.2.6 Integralne ograniczniki przepięć oraz rozwiązania ograniczające prąd zwarciowy w uzwojeniu TN. 19
2.4. Olej elektroizolacyjny. 19
2.5. Układ chłodzenia, pomiary temperatury, model cieplny. 20
2.5.1. Zdolność do obciążania. 20
2.5.2. Charakterystyka układu chłodzenia. 21
2.5.3. Budowa układu chłodzenia. 22
2.5.4. Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury. 23
2.6. Napowietrzne izolatory przepustowe. 26
2.7. Podobciążeniowy przełącznik zaczepów. 28
2.7.1. Budowa przełącznika zaczepów. 28
2.7.2. Szafa sterownicza przełącznika zaczepów. 30
2.8. Przekładniki prądowe 32
2.9. Szafa sterownicza. 34
2.10. System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora (STiPC). 36
2.11. Ograniczniki przepięć. 38
2.12. Pozostałe urządzenia do kontroli stanu autotransformatora w eksploatacji. 39
2.12.1. Oporowe czujniki do pomiaru temperatury. 39
2.12.2. Światłowodowy system do pomiaru temperatury. 39
2.12.3. Przekaźnik gazowo-przepływowy kadzi głównej oraz przekaźnik przepływowy PPZ. 40
2.12.4. Wskaźniki poziomu oleju. 41
2.12.5. Monitorowanie *on-line* zawartości gazów palnych oraz wody w oleju. 41
2.12.6. Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych. 42
2.12.7. Monitorowanie *on-line* wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHF. 43
2.13. Kable i przewody. 43
2.14. Układ autotransformatora i wybranych elementów kadzi. 45

3. KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE. 46

3.1 Kadź i pokrywa. ... 46
3.2 Uziemienia kadzi i innych elementów. ... 49
3.3 Zawory i armatura. ... 49
3.4 Włazy ... 51
3.5 Zawory przeciwwybuchowe ... 52
3.6 Konserwatory. ... 52
3.6.1. Budowa konserwatorów. ... 52
3.6.2. Wyposażenie konserwatorów. ... 53
3.7 Drabina i pomost ... 53
3.8 Wykończenie oraz ochrona przed korozją. ... 54
3.9 Ogólne wymagania dotyczące połączeń spawanych. ... 55
3.10 Stopień ochrony szafek sterowniczych oraz innych elementów i urządzeń instalowanych na autotransformatorze ... 56
3.11 Tabliczka znamionowa i schematowa oraz oznaczenia. ... 56

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU. ... 57

5. OSPRZĘT. ... 58

6. PRÓBY. ... 61

6.1. Wymagania ogólne ... 61
6.2. Próby typu. ... 62
6.2.1. Próba nagrzewania. ... 62
6.2.2. Wyznaczenie poziomu dźwięku. ... 63
6.2.3. Wytrzymałość kadzi na próżnię. ... 64
6.2.4. Pomiar impedancji dla składowej zerowej. ... 64
6.2.5. Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych ... 64
6.2.6. Pomiar przepięć piorunowych przenoszonych do uzwojenia TN. ... 64
6.3. Próby wyrobu. ... 65
6.3.1. Pomiar rezystancji uzwojeń. ... 65
6.3.2. Pomiar przekładni napięciowej i grupy połączeń. ... 65
6.3.3. Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników. 65
6.3.4. Sprawdzenie przełączników zaczepów. ... 65
6.3.5. Pomiar strat i prądu stanu jałowego. ... 65
6.3.6. Pomiar strat i impedancji zwarcia. ... 66
6.3.7. Próba napięciem udarowym, piorunowym LI, LIC ... 66
6.3.8. Próba napięciem łączeniowym (SI) ... 66
6.3.9. Próba napięciem przyłożonym (AV). ... 67
6.3.10. Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niezupełnych. 67
6.3.11. Próba długotrwałego stanu jałowego. ... 68
6.3.12. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych tgδ i pojemności uzwojeń C_x ... 68
6.3.13. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych GN i DN. ... 69
6.3.14. Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych. ... 70
6.3.15. Próba szczelności. ... 70
6.3.16. Pomiar funkcji przenoszenia FRA (*Frequency Response Analysis*). ... 70
6.3.17. Badanie próbek oleju ... 72

6.3.18. Badanie zawartości wilgoci metodą spektroskopii dielektrycznej (FDS, PDC i RVM) oraz metodą Karla Fischer'a. 73
6.3.18.1. Badanie zawartości wilgoci izolacji stałej metodą Karla Fischer'a. 74
6.4. Dopuszczalny poziom zawartości gazów w oleju 74
6.5. Próby pomontażowe na stanowisku pracy 75
7. PRZEGLĄD PROJEKTU 77

1. ZAKRES DOKUMENTU ORAZ WSPÓLNE WYMAGANIA PODSTAWOWE.

1.1. Zakres dokumentu

W niniejszym dokumencie podano wymagania konstrukcyjne, eksploatacyjne oraz dotyczące prób (w skrócie nazywanym: „Wymagania eksploatacyjne" lub „KEP"), mające zastosowanie w odniesieniu do trójfazowych, olejowych autotransformatorów 410/230 kV, 410/120 kV i 230/120 kV różnej mocy, przeznaczonych do pracy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym.

Dokument ten jest ściśle związany z dokumentem określającym wymagania podstawowe dotyczące konkretnego typu autotransformatora (w skrócie nazywanym: „Wymagania podstawowe" lub „PWT"), np. dokumentem PSE-ST.ATR.400.500.PWT w przypadku autotransformatora 500 MVA, 410/230 kV oraz Transformatorowe izolatory przepustowe nr kodowy: PSE-ST. Przepusty_Trafo [82] (w skrócie nazywanym: „Przepusty" lub „TIP").Wymagania konkretnego typu autotransformatora są więc opisane w trzech dokumentach, które łącznie stanowią specyfikację techniczną tego konkretnego typu autotransformatora.

1.2. Normy, dokumenty powiązane oraz Standardy sieci przesyłowej

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

W przypadku, gdy wymagania niniejszej specyfikacji są bardziej rygorystyczne od zawartych w normach i poniżej przytoczonych dokumentach, należy stosować się do wymagań niniejszej specyfikacji.

Obowiązują aktualne wersje dokumentów przywołanych niżej, a w przypadku norm lub standardów wycofanych – ich ostatnie wersje przed wycofaniem.

2.2.1 Normy i dokumenty powiązane

[1]	IEC 60050-421	International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 421: Power transformers and reactors
[2]	PN-EN 60076-1	Transformatory. Część 1. Wymagania ogólne
[3]	PN-EN 60076-2	Transformatory. Część 2. Przyrosty temperatur dla transformatorów olejowych
[4]	PN-EN 60076-3	Transformatory. Część 3. Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępy izolacyjne w powietrzu
[5]	PN-EN 60076-4	Transformatory. Część 4: Przewodnik wykonywania prób udarem piorunowym i udarem łączeniowym - Transformatory i dławiki
[6]	PN-EN 60076-5	Transformatory. Część 5. Wytrzymałość zwarciowa

[7]	IEC 60076-7	Power transformers. Part 7. Loading guide for oil - immersed power transformers
[8]	PN-IEC 60076-8	Transformatory. Część 8. Przewodnik stosowania
[9]	IEC 60076-10-1:2016 +AMD1:2020	Power transformers – Part 10-1: Determination of sound levels – Application guide
[10]	PN-EN 60076-18	Transformatory. Część 18. Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej.
[11]	PN-EN 60076-19	Transformatory. Część 19: Zasady wyznaczania niepewności przy pomiarach strat w transformatorach i dławikach
[12]	IEC TS 60076-20	Power transformers - Part 20: Energy efficiency
[13]	PN-EN IEC 60076-22-1	Transformatory -- Część 22-1: Wyposażenie transformatora i dławika - Urządzenia zabezpieczające
[14]	PN-EN IEC 60076-22-2	Transformatory -- Część 22-2: Wyposażenie transformatora i dławika - Radiatory demontowalne
[15]	PN-EN IEC 60076-22-3	Transformatory -- Część 22-3: Wyposażenie transformatora i dławika - Chłodnice ciecz izolacyjna - powietrze
[16]	PN-EN IEC 60076-22-4	Transformatory -- Część 22-4: Wyposażenie transformatora i dławika -- Chłodnice ciecz izolacyjna - woda
[17]	PN-EN IEC 60076-22-5	Transformatory -- Część 22-5: Wyposażenie transformatora i dławika -- Pompy elektryczne do transformatorów
[18]	PN-EN IEC 60076-22-6	Transformatory -- Część 22-6: Wyposażenie transformatora i dławika -- Wentylatory elektryczne do transformatorów
[19]	PN-EN IEC 60076-22-7	Transformatory -- Część 22-7: Wyposażenie transformatora i dławika -- Akcesoria i wyposażenie
[20]	PN-EN 60137	Izolatory przepustowe na napięcia przemienne powyżej 1 000 V
[21]	PN-EN 50708-1-1	Transformatory. Dodatkowe wymagania europejskie. Część 1-1: część wspólna. Wymagania ogólne
[22]	PN-EN 50708-3-1	Transformatory. Dodatkowe wymagania europejskie. Część 1-1: część wspólna. Transformatory dużej mocy. Wymagania ogólne
[23]	PN-EN 60214	Transformatory. Podobciążeniowe przełączniki zaczepów
[24]	PN-EN 60214-1	Przełączniki zaczepów - Część 1: Wymagania i metody badań
[25]	PN-EN 60296	Ciecze stosowane w elektrotechnice - Świeże mineralne oleje elektroizolacyjne do transformatorów i aparatury łączeniowej
[26]	PN-EN 60422	Mineralne oleje elektroizolacyjne w urządzeniach elektrycznych - Zalecenia dotyczące nadzoru i konserwacji
[27]	PN-EN 60529	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
[28]	PN-EN 60567	Urządzenia elektryczne olejowe - Pobieranie próbek gazów oraz analiza gazów wolnych i rozpuszczonych - Wytyczne
[29]	PN-EN 60599	Urządzenia elektryczne napełnione olejem mineralnym w eksploatacji - Zalecenia dotyczące interpretacji analizy gazów rozpuszczonych i wolnych
[30]	PN-EN 61181	Urządzenia elektryczne z olejem mineralnym - Zastosowanie analizy gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) przy próbach fabrycznych urządzeń elektrycznych

[31]	PN-EN 62535	Ciecze elektroizolacyjne - Metoda wykrywania siarki potencjalnie korozyjnej w świeżych i używanych olejach elektroizolacyjnych
[32]	PN-EN 61869-1	Przekładniki - Część 1: Wymagania ogólne
[33]	PN-EN 61869-2	Przekładniki - Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące przekładników prądowych
[34]	IEC/TS 60815-3	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 3: Polymer insulators for a.c. systems
[35]	PN-HD 60364-4-41	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
[36]	PN-HD 60364-6	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 6: Sprawdzanie
[37]	PN-EN ISO 12994	Farby i lakiery -- Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.
[38]	PN-EN 50216-2	Wyposażenie transformatorów i dławików. Część 2: Przekaźnik gazowo-przepływowy do transformatorów i dławików olejowych
[39]	Rozp UE 2019_1783 z 01.10.2019	Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/1783 z dnia 1 października 2019 r. zmieniające rozporządzenie (UE) z dnia 21 maja 2014 w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy
[40]	AMST D 3455-02	Standard Test Methods for Compatibility of Construction Material with Electrical Insulating Oil of Petroleum Origin
[41]	PN-EN IEC 61125-2018-04	Ciecze elektroizolacyjne -- Metody badania odporności na utlenienie -- Metoda oceny odporności na utlenianie cieczy elektroizolacyjnych w stanie dostawy
[42]	PN-EN IEC 60296-2021-03	Ciecze stosowane w elektrotechnice -- Mineralne oleje elektroizolacyjne do urządzeń elektrycznych
[43]	ASTM D 3455	Standard Test Methods for Compatibility of Construction Material with ElectricalInsulating Oil of Petroleum Origin
[44]	PN-EN 60247:2008	Ciecze elektroizolacyjne -- Pomiar przenikalności elektrycznej względnej, współczynnika strat dielektrycznych (tgδ) i rezystywności przy prądzie stałym
[45]	PN-EN 60814:2002	Ciecze izolacyjne -- Papier i preszpan nasycane olejem -- Oznaczanie wody za pomocą automatycznego miareczkowania kulometrycznego Karla Fischera
[46]	PN-EN 60870-5-104:2007	Urządzenia i systemy telesterowania -- Część 5-104: Protokoły transmisyjne -- Dostęp do sieci dla IEC 60870-5-101 z wykorzystaniem standardowych profili transportu
[47]	PN-EN ISO 15614-1:2017-08	Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali -- Badanie technologii spawania -- Część 1: Spawanie łukowe i gazowe stali oraz spawanie łukowe niklu i stopów niklu
[48]	PN-EN ISO 15614-6:2008	Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali -- Badanie technologii spawania -- Część 6: Spawanie łukowe i gazowe miedzi i jej stopów

[49]	PN-EN ISO 9606-1:2017-10	Egzamin kwalifikacyjny spawaczy -- Spawanie -- Część 1: Stale
[50]	PN-EN ISO 9606-3:2001	Egzaminowanie spawaczy -- Spawanie -- Część 3: Miedź i stopy miedzi
[51]	PN-EN ISO 14732: 2014-01	Personel spawalniczy -- Egzaminowanie operatorów spawania oraz nastawiaczy zgrzewania dla zmechanizowanego i automatycznego spawania/zgrzewania metali
[52]	PN-EN 10204:2006	Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli
[53]	PN-EN ISO 5817:2023-08	Spawanie -- Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) -- Poziomy jakości dla niezgodności spawalniczych
[54]	PN-EN ISO 9712:2022-09	Badania nieniszczące -- Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących
[55]	PN-EN ISO 3452-1:2021-12	Badania nieniszczące -- Badania penetracyjne -- Część 1: Zasady ogólne
[56]	PN-EN ISO 23277:2015-05	Badania nieniszczące spoin -- Badania penetracyjne -- Poziomy akceptacji
[57]	PN-EN ISO 17638:2017-01	Badanie nieniszczące spoin -- Badanie magnetyczno-proszkowe
[58]	PN-EN ISO 23278:2015-05	Badania nieniszczące spoin -- Badania magnetyczno-proszkowe -- Poziomy akceptacji
[59]	PN-EN ISO 17636:2023-04	Badania nieniszczące spoin -- Badanie radiograficzne -- Część 2: Techniki promieniowania X i gamma z detektorami cyfrowym
[60]	PN-EN ISO 10675-1:2022-05	Badania nieniszczące spoin -- Kryteria akceptacji badań radiograficznych -- Część 1: Stal, nikiel, tytan i ich stopy
[61]	PN-EN ISO 17640:2019-01	Badania nieniszczące spoin -- Badania ultradźwiękowe -- Techniki, poziomy badania i ocena
[62]	PN-EN ISO 11666:2018-04	Badania nieniszczące spoin -- Badania ultradźwiękowe -- Poziomy akceptacji
[63]	PN-EN ISO 23279:2017-11	Badania nieniszczące spoin -- Badania ultradźwiękowe -- Charakterystyka nieciągłości w spoinach
[64]	PN-EN ISO 17637:2017-02	Badania nieniszczące złączy spawanych -- Badania wizualne złączy spawanych
[65]	PN-EN ISO 3834-2:2021-09	Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych -- Część 2: Pełne wymagania jakości
[66]	PN-EN ISO 3834-3:2021-09	Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych -- Część 3: Standardowe wymagania jakości
[67]	PN-E-04700:1998	Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych -- Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych
[68]	PN-HD-60364-4-41:2009	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym
[69]	PN-EN 50274:2004	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym -- Ochrona przed

		niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
[70]	PN-E-04070/03:1981	Transformatory -- Metody badań -- Pomiar wskaźników izolacji
[71]	PN-EN 60666:2010	Wykrywanie i oznaczanie dodatków w mineralnych olejach elektroizolacyjnych
[72]	PN-EN ISO 3506-1:2020-10	Części złączne -- Własności mechaniczne części złącznych odpornych na korozję ze stali nierdzewnej -- Część 1: Śruby i śruby dwustronne z określonym gatunkiem stali i klasą własności
[73]	ISO 12944-6:2018	Farby i lakiery -- Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich -- Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości
[74]	PN-EN 14122-1:2016	Bezpieczeństwo maszyn -- Stałe środki dostępu do maszyn -- Część 1: Dobór stałych środków dostępu oraz ogólne wymagania dotyczące dostępu
[75]	PN-EN 60617-2:2003	Symbole graficzne stosowane w schematach -- Część 2: Elementy symboli, symbole rozróżniające i inne symbole ogólnego zastosowania
[76]	PN-EN 61850	Systemy i sieci komunikacyjne automatyzacji przedsiębiorstw elektroenergetycznych
[77]	PN-EN 60156:2008	Ciecze elektroizolacyjne -- Określanie napięcia przebicia przy częstotliwości sieciowej -- Metoda badania
[78]	PN-EN ISO 2719:2016-08	Oznaczanie temperatury zapłonu -- Metoda zamkniętego tygla Pensky’ego-Martensa
[79]	PN-EN ISO 3104:2024-01	Przetwory naftowe -- Ciecze przezroczyste i nieprzezroczyste -- Oznaczanie lepkości kinematycznej i obliczanie lepkości dynamicznej
[80]	PN-EN ISO 3675:2004	Ropa naftowa i ciekłe przetwory naftowe -- Laboratoryjne oznaczanie gęstości -- Metoda z areometrem
[81]	PN-EN 60450/A1:2008	Pomiary średniego lepkościowego stopnia polimeryzacji nowych i starzonych elektroizolacyjnych materiałów celulozowych

2.2.2 Standardy sieci przesyłowej

Autotransformator musi spełniać wszystkie wymagania wynikające z aktualnie obowiązujących standardów sieci przesyłowej, w tym w szczególności Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej [88], Instrukcji organizacji i wykonywania prac eksploatacyjnych na liniach i stacjach NN (część II.1. Instrukcja szczegółowa: Jednostki transformatorowe i kompensacyjne) [84] oraz Standardowych Specyfikacji:

[82]	PSE-ST.Przepusty_Trafo	Transformatorowe izolatory przepustowe
[83]	PSE-ST.Ograniczniki_110kV_220kV_400kV	Ograniczniki przepięć do sieci 110 kV, 220 kV i 400 kV
[84]	PSE-INSTRUKCJA-DE_IET_1.02	Instrukcja organizacji i wykonywania prac eksploatacyjnych na liniach i stacjach NN. II 1. Instrukcja szczegółowa: Jednostki transformatorowe i kompensacyjne styczeń 2025

[85]	PSE-ST.LS_ SSiN.PL/2020v1	Standard list sygnałów stacji elektroenergetycznej.
[86]	PSE–SF.STACJE/2022	Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć
[87]	IRiESP	Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej z dnia 14.06.2024
[88]	Dz.U. 2023 poz. 819	Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie szczególnych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego
[89]	PSE-ST.OW.NN.WN/2024	Projekty typowe obwodów wtórnych. Projekt typowy AT 400/110/15 kV. Str. 400 w ukł. 2S, str. 110 kV w ukł 3S (2S)

a także pozostałych , które zawierają wymagania dotyczące szeroko pojętego środowiska, którego elementem będzie autotransformator. Standardowe Specyfikacje PSE są dostępne na stronie internetowej PSE S.A. (www.pse.pl) w zakładce: „Dokumenty / Standardy sieci przesyłowej"

1.3. Wymagania środowiskowe

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

Tabela nr 1. Charakterystyka klimatyczna środowiska

Lp.	Wyszczególnienie	Wymagania
1	Maksymalna temperatura otoczenia	+40ºC
2	Minimalna temperatura otoczenia[1]	-30ºC
3	Średnia dobowa temperatura otoczenia mierzona	≤ +35ºC
4	Średnia miesięczna temperatura	≤ +30ºC
5	Średnia roczna temperatura	≤ +20ºC
6	Wysokość zainstalowania nad poziomem morza	≤ 1000 m
7	Średnia wilgotność powietrza w okresie 24 godzin	≤ 95%
8	Ciśnienie atmosferyczne	860 ÷ 1060 hPa

[1] *Przy konieczności pracy dławika w temperaturach poniżej -25ºC praca napędu PPZ powinna zostać zablokowana zgodnie wymaganiami przedmiotowej specyfikacji.*

9	Grubość warstwy lodu[2]	10 mm, 20 mm*
10	Parcie wiatru na powierzchni cylindrycznej odpowiadające prędkości 34 m/s	700 Pa
11	Poziom izokerauniczny	27 dni/rok
12	Poziom zabrudzeń [34]	d – silny (25 mm/kV) e[3]– bardzo silny (31 mm/kV)
13	Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki	32 μg/m^3
14	Poziom nasłonecznienia	1000 W/m^2
15	Aktywność sejsmiczna	≤ 0,2 g (strefa I)

1.4. Zawartość harmonicznych w napięciu

Przy sieci funkcjonującej bez zakłóceń wartości skuteczne każdej harmonicznej napięcia zasilania o rzędach od 2 do 50, określane w ciągu każdego tygodnia jako 95% wartości ze zbioru 10 minutowych średnich wartości skutecznych, zgodnie z [87], [88] nie mogą przekraczać wartości podanych w tabeli nr 2.

Tabela 2. Dopuszczalne wartości skuteczne harmonicznych w napięciu zasilania

Harmoniczne nieparzyste				**Harmoniczne parzyste**	
Nie będące krotnością 3		**Będące krotnością 3**			
Rząd harmonicznej (h)	**U_h w % składowej podstawowej**	**Rząd harmonicznej (h)**	**U_h w % składowej podstawowej**	**Rząd harmonicznej (h)**	**U_h w % składowej podstawowej**
5	2	3	2	2	1,5
7	2	9	1	4	1

[2] *Opcjonalnie może być wymagana grubsza warstwa lodu (20 mm) na terenach kraju gdzie takie narażenia mogą występować (np. duża wilgotność, częste mgły, itp.).*

[3] *Opcjonalnie może być wymagany wyższy poziom zabrudzenia (poziom e odpowiada IV strefie zabrudzeniowej) na stacjach gdzie takie warunki występują.*

11	1,5	15	0,5	> 4	0,5
13	1,5	> 15	0,5		
17	1				
19	1				
23	0,7				
25	0,7				
> 25	$0{,}2 + 05 * \frac{25}{h}$				

W czasie normalnych warunków pracy sieci składowa kolejności przeciwnej w napięciu fazowym przy częstotliwości znamionowej stanowi najwyżej około 1% składowej kolejności zgodnej napięcia. W stanach zakłóceniowych składowa kolejności przeciwnej może dochodzić do 2%.

1.5.Jednostki miar

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

2. PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE.

2.1.Wymagania konstrukcyjne

Autotransformator musi być zaprojektowany i wykonany w sposób zapewniający spełnienie wymagań niniejszej Specyfikacji (KEP), odpowiedniej Specyfikacji określającej wymagania podstawowe dotyczące konkretnego typu autotransformatora (PWT), specyfikacji określającej wymagania dla transformatorowych izolatorów przepustowych: Numer kodowy PSE-ST. Przepusty_Trafo (TIP) [82] oraz aktualnie obowiązujących standardów sieci przesyłowej [86], [87].

Wymagany przez Wykonawcę zakres prób i badań autotransformatora w eksploatacji nie może wykraczać poza zakres zdefiniowany w *Instrukcji organizacji i wykonywania prac eksploatacyjnych na liniach i stacjach NN* (część II.1. Instrukcja szczegółowa: Jednostki transformatorowe i kompensacyjne) – w skrócie nazywanej „IET" [84], wymagane przez Wykonawcę czasookresy wykonywania tych prób i badań nie mogą być krótsze niż określone w IET, a wymagane przez Wykonawcę kryteria oceny wyników tych prób i badań, w tym w szczególności wartości kryterialne, nie mogą być mniejsze niż określone w IET [84].

Wymagany czas eksploatacji (tzw. „czas życia") części aktywnej autotransformatora dla trybu obciążenia normalnego długotrwałego oraz średniej rocznej temperatury otoczenia Θ_a = + 20 ^oC wynosi co najmniej 55 lat.

Wykonawca przedstawi uproszczony model RLC autotransformatora, który będzie przedmiotem omówienia na Przeglądzie Projektu.

2.2. Rdzeń.

Rdzeń autotransformatora ma być wykonany z blachy anizotropowej ulepszonej laserowo (tzw. blacha laserowana) z zaplataniem blach typu *step-lap*. Rozwiązanie konstrukcyjne rdzenia oraz jakość jego wykonania mają zapewniać w całym okresie eksploatacji:

- Gwarantowany poziom strat i prądu stanu jałowego oraz poziom mocy akustycznej autotransformatora.
- Wytrzymywanie naprężeń statycznych i dynamicznych, które mogą wystąpić w czasie transportu i eksploatacji w stanach normalnej pracy autotransformatora, w stanach przejściowych spowodowanych zakłóceniami w sieci oraz przepięciami.
- Gwarantowany poziom maksymalnej temperatury, która może wystąpić w rdzeniu podczas pracy. W razie zaistnienia takiej potrzeby, w rdzeniu i jego elementach konstrukcyjnych należy zastosować rozwiązania prowadzące do ograniczenia wydzielających się w nich strat od strumienia rozproszenia.

Izolacja doziemna rdzenia ma zapewniać wytrzymałość próby napięciowej co najmniej 2,5 kV DC przez 60 s. ~~prądu zmiennego~~ i maksymalną temperaturę, która może wystąpić w rdzeniu podczas eksploatacji. Jako izolację doziemną należy stosować izolację niehigroskopijną, przy czym w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu, Wykonawca poda nazwę handlową i skład materiałowy zastosowanego materiału niehigroskopijnego. Dotyczy to również izolacji (np. barier, osłon przegród) w dolnej części rdzenia, nawet jeśli nie styka się ona bezpośrednio z rdzeniem i uziemionymi elementami konstrukcji (np. dnem kadzi). Galwanicznie przyłączenie uziemienia rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych musi być wyprowadzone i wykonane na zewnątrz kadzi.

W rdzeniu należy zainstalować co najmniej dwa, podwójne trójprzewodowe oporowe czujniki temperatury z wyjściami wyprowadzonymi na listwy zaciskowe w szafie sterowniczej. Czujniki mają być umiejscowione w górnym jarzmie w obszarze o przewidywanej najwyższej temperaturze. Dokładność pomiaru temperatury ma być nie mniejsza niż ± 1,5^{o}C. Zakres pomiaru co najmniej od -20 °C do 150 °C.

Wykonawca musi również w trakcie spotkań Przeglądu Projektu podać i omówić, a w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu musi podać i opisać:

a) maksymalną wytrzymywaną wartość probierczego napięcia AC izolacji rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych;
b) maksymalną wytrzymywaną wartość temperatury izolacji rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych;
c) sposób podłączenia do uziemienia przewodów uziemiających (np. oporniki lub bezpośrednio);
d) sposób mocowania rdzenia do dna kadzi wraz ze szkicami pokazującymi szczegóły tego mocowania.

Wyniki obliczeń rdzenia potwierdzające spełnienie wymagań oraz zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne, w tym w szczególności podstawowe parametry rdzenia: stratność zastosowanych blach rdzenia, masę rdzenia (uzbrojonego), ilość kolumn głównych i powrotnych, średnice kolumn, wysokość kolumn, rozstaw osi kolumn, wysokość rdzenia, grubość rdzenia, długość rdzenia, wysokości jarzm, przekroje czynne kolumn, materiał bandażu na kolumnie, napięcia zwojowe, ilość elementów w listwie nośnej, ilość kanałów chłodzących, ilość wewnętrznych sworzni jarzmowych, szkice: przekroju kolumny i rdzenia (uzbrojonego) z wymiarami, zestawianie wartości indukcji dla różnych (charakterystycznych) wartości napięcia (np. 0,90 U_n 0,95 U_n, 1,00 U_n, 1,05 U_n, 1,10 U_n, 1.15U_n, 1.20 U_n) oraz ewentualnie dalsze istotne informacje, Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu.

Dane i dokumenty dotyczące konstrukcji i materiałów rdzenia omawiane w trakcie spotkań Przeglądu Projektu oraz zamieszczone w dokumentacji Projektu podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.3. Uzwojenia.

Podczas projektowania i produkcji uzwojeń, muszą zostać uwzględnione wszystkie zjawiska mechaniczne, termiczne, elektryczne i elektrodynamiczne na które może zostać narażony przedmiotowy autotransformator, zarówno podczas prób odbiorczych jak i całego cyklu życia urządzenia. Konstrukcja musi być wykonana w sposób ograniczający straty dodatkowe zgodnie z wymaganiami i narzuconymi ograniczeniami zawartymi w niniejszej specyfikacji

Wykonawca w ramach Przeglądu Projektu jest zobowiązany podać i omówić, a w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu opisać podstawowe parametry uzwojeń, w tym w szczególności: wymiary każdego uzwojenia, powierzchnię przekroju przewodów każdego uzwojenia, wymiary drutów każdego uzwojenia, wymiary przewodów w izolacji, liczbę przewodów równoległych, twardość miedzi, grubość warstw izolacji (papieru, lakieru, kleju), ilość zwojów w cewce, ilość zwojów na fazę, wymiary kanałów między cewkowych, masę miedzi uzwojenia (dla 3 faz), rozmieszczenie kierownic oleju wraz ze stosownym szkicem oraz ewentualne dalsze istotne informacje.

Wykonawca poprzez odpowiednie usytuowanie uzwojeń ma dążyć do ograniczenia wartości przepięć przenoszonych na zaciski uzwojenia TN z uzwojenia GN oraz do równomiernego rozkładu naprężeń w izolacji.

Całość użytych materiałów przy produkcji uzwojeń musi być wytrzymała i nie aktywna chemicznie z olejem elektroizolacyjnym w zakresie jego temperatur pracy, niekatalityczna, nie mięknąć ani nie wpływać niekorzystnie na poprawną eksploatację autotransformatora w jego zakładanym czasie eksploatacji.

Konstrukcja uzwojeń musi zapewniać liniowy rozkład naprężeń dielektrycznych, tj. odpowiednią wytrzymałość na naprężenia dielektryczne w warunkach udaru normalnego i uciętego, a także stromych przepięć o znacznej amplitudzie składowych widmowych o wysokiej częstotliwości. Tym samym konstrukcja uzwojenia GN powinna zapewniać odporność na powstające w momencie załączania/wyłączania transformatora przeciwbieżne fale napięciowe w dwucewkach.

Dane i dokumenty dotyczące konstrukcji i materiałów uzwojeń omawiane w trakcie spotkań Przeglądu Projektu oraz zamieszczone w dokumentacji Projektu podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.2.1 Budowa uzwojeń

Uzwojenia mają być wykonane z miedzi. W celu ograniczenia strat dodatkowych wszędzie tam, gdzie jest to możliwe i ma to techniczne uzasadnienie, należy stosować tzw. przewody CTC (ang. continuously transposed conductor), zbudowane z wielu żył o małych przekrojach. Do izolacji uzwojeń należy stosować papier termicznie ulepszony tzw. thermal upgraded paper. Rozwiązanie konstrukcyjne uzwojeń oraz ich układu izolacyjnego musi zapewniać:

1) Wymaganą wytrzymałość dielektryczną, w tym na przepięcia piorunowe i łączeniowe. Nie dopuszcza się instalowania wewnątrz kadzi tak zwanych wewnętrznych ograniczników przepięć do obniżania tych przepięć.
2) Możliwie niskie straty dodatkowe.
3) W przypadku, gdyby okazało się, że w uzwojeniach regulacyjnych powstają duże przepięcia, wówczas dopuszcza się odstępstwo od stosowania przewodów CTC, kosztem większych strat w uzwojeniu. W takim przypadku realizacja ochrony przepięciowej musi być realizowana poprzez odpowiednie wielokrotne przeplecenia tłumiące oscylacje, dzięki wytworzeniu odpowiednio dużych, wzajemnych sprzężeń pojemnościowych.
4) Wytrzymywanie bez uszkodzeń lub odkształceń temperaturowych i dynamicznych efektów zwarć zewnętrznych w warunkach określonych w [6] jak również w Tab. nr 2. Lp. 15, 16 i 17 PWT.

Izolacja uzwojeń powinna być wykonana z materiałów zapewniających wysoką stabilność wymiarową po montażu i w trakcie eksploatacji.

Mocowania uzwojeń, połączeń i odpływów musi zapewniać wytrzymanie naprężenia występujących podczas transportu, instalowania i zwarć podczas eksploatacji.

Wybór rozwiązania sposobu regulacji, ochrony przepięciowej a co za tym idzie konstrukcja uzwojeń regulacyjnych zależy wyłącznie od Wykonawcy. Zakres regulowanej mocy oraz liczba stopni regulacji musi być zgodna z pkt. 2.2 Tabela 2 lp. 20b, oraz lp. 21 c. Wymaga się omówienia wybranego rozwiązania na etapie Przeglądu Projektu autotransformatora.

2.2.2 Wytrzymałość zwarciowa uzwojeń.

Autotransformator musi być zaprojektowany i wykonany w sposób pozwalający wytrzymać skutki mechaniczne i cieplne przepływu prądów większych niż znamionowy, spowodowanych, np.: załączaniem lub zwarciem na wyprowadzeniach uzwojeń. Wytrzymałość zwarciowa uzwojeń musi zapewniać zdolności autotransformatora do wytrzymywania dopuszczalnych wartości naprężeń oraz sił (w tym sił dynamicznych) oraz skutków prądów wywołanych zwarciami zewnętrznymi pod względem cieplnym.

Metodyka obliczeń sił dynamicznych, dopuszczalne wartości naprężeń oraz sił, jak również wyniki obliczeń dla autotransformatora o parametrach wymaganych w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia lub równoważnego, muszą być dołączone do oferty. Do oferty Wykonawca może dołączyć dodatkowo raporty z prób przeprowadzonych na autotransformatorze lub autotransformatorach o porównywalnych parametrach od wymaganych w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia, jeśli takie próby były wykonane.

Jako autotransformator o porównywalnych parametrach należy rozumieć: autotransformator trójuzwojeniowy, o znamionowej mocy i znamionowym napięciu każdego z uzwojeń, a także napięciach zwarcia pomiędzy poszczególnymi parami uzwojeń, różniących się o maksymalnie 30% od wartości wymaganych w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia, a ponadto również rodzaju każdego z uzwojeń i układu bloku uzwojeń identycznych jak w oferowanym autotransformatorze będącym przedmiotem zamówienia.

Zamawiający może zażądać od Wykonawców wyjaśnień dotyczących dostarczonych informacji.

Metodyka obliczeń musi być zgodna z podanymi w normie [6] procedurami stosowanymi w celu wykazania zdolności autotransformatora do wytrzymywania skutków prądów wywołanych zwarciami zewnętrznymi pod względem cieplnym, jak również specjalną próbą i metodą obliczeń stosowaną do wykazania zdolności transformatora do wytrzymywania oddziaływań dynamicznych. Zamawiający dokona sprawdzenia wartości sił i naprężeń zgodnie z procedurą opisaną w [6], tj. sprawdzi czy żadna siła ani naprężenia nie przekroczyły maksymalnej dopuszczalnej siły lub dopuszczalnego naprężenia przyjętego przez Wykonawcę do projektowania i nie przekroczyła 0,8 wartości odpowiedniego naprężenia krytycznego stwierdzonego przez Wykonawcę. Jeżeli zastosowana przez Wykonawcę metodologia obliczeń lub przyjęte wartości dopuszczalne sił bądź naprężeń nie będą zgodne z wymaganymi w normie [6] lub nie wykażą, że zapewniona jest właściwa wytrzymałość zwarciowa, to oferta zostanie odrzucona.

Obliczenia wykazujące zdolność autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia do wytrzymywania skutków prądów zwarciowych wraz z zastosowanymi wartościami sił i naprężeń Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu.

2.2.3 Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń.

Izolacja uzwojeń musi zostać wykonana i zaimpregnowana w sposób zapewniający pełną wymaganą izolację elektryczną. Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń musi być zapewniona i wykazana zgodnie z [4] oraz wymaganiami podanymi w Tab. nr 4 PWT. Obliczone (spodziewane) wartości naprężeń dielektrycznych należy powiększyć o 15%, a te nowe wartości nie mogą być wyższe niż wartości dopuszczalnych naprężeń dielektrycznych wynikające z zastosowanego współczynnika bezpieczeństwa (*safety factor*). Zastosowany współczynnik bezpieczeństwa (*safety factor*) musi wynikać z przyjętego w danej fabryce prawdopodobieństwa wystąpienia wyładowania elektrycznego, powodującego trwałe uszkodzenie izolacji, przy czym poziom tego prawdopodobieństwa musi wynikać z danych statystycznych dla danej fabryki i nie może być wyższy niż 0,001. Zamawiający wymaga przedstawienia na etapie Przeglądu Projektu wiarygodnych danych potwierdzających prawidłowe wyznaczenie wytrzymałości dielektrycznej uzwojeń za okres ostatnich 5 lat.

Metody obliczeń wytrzymałości dielektrycznej, informację o używanych narzędziach obliczeniowych (w szczególności nazwę i wersję oprogramowania komputerowego używanego do obliczeń), parametry wejściowe przejęte do obliczeń w tym w szczególności maksymalne dopuszczalne wartości naprężeń dielektrycznych, rozkład statystyczny stanowiący podstawę do określenia współczynnika bezpieczeństwa (*safety factor*) wraz ze wskazaniem jego źródła i przyjętą do obliczeń wartość tego współczynnika oraz wyniki obliczeń (w postaci tabel, wykresów, rozkładów) dla autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia, Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu. Metody obliczeń wytrzymałości dielektrycznej a także ich wyniki podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań [3], [4] i PWT oraz akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.2.4 Suszenie i impregnacja uzwojeń.

Wysoka wytrzymałość na zwarcia przez cały oczekiwany czas życia autotransformatora jest związana z zastosowaną technologią stabilizacji wymiarowej uzwojeń oraz ich suszenia.

Należy stosować technologię próżniowego suszenia i stabilizacji wymiarowej uzwojeń oraz zestawów uzwojeń pod stałym lub okresowym naciskiem (prasowaniem) w suszarni przed ich założeniem na kolumny rdzenia - oznaczony skrótowo: „STA-PR".

Dopuszcza się suszenie:

a) Suszenie i stabilizację wymiarową uzwojeń oraz zestawów uzwojeń bez próżni, albo w próżni, ale bez stałego (okresowego) nacisku w suszarni podczas suszenia - oznaczony skrótowo: „STA-AT". Wymaga się wtedy, aby suszenie poszczególnych uzwojeń, a następnie ich zestawów obejmowało, co najmniej dwa cykle, zaś prasowanie odbywało się przed i po suszeniu oraz między cyklami.
b) suszenie i stabilizację wymiarową uzwojeń oraz zestawów uzwojeń w próżni, ale bez stałego (okresowego) nacisku podczas suszenia - oznaczony skrótowo: „STA-AVP". Wymaga się

wtedy aby wymiary uzwojeń zostały dobrane przed rozpoczęciem procesu suszenia z uwzględnieniem odpowiednich poprawek uwzględniających proces suszenia. Suszenie uzwojeń lub ich zestawów ma obejmować co najmniej jeden cykl, zaś prasowanie odbywało się po suszeniu i obejmowało co najmniej dwa etapy - wstępny i główny.

Wykonawca w tabeli danych gwarantowanych deklaruje, która z metod (lub opisze równoważną) zostanie zastosowana w trakcie produkcji autotransformatora. Wybrana metoda zostanie przedstawiona i omówiona na etapie Przeglądu Projektu.

Przed rozpoczęciem procesu suszenia izolacji uzwojeń należy np. między uzwojeniami umieścić min. po 5 próbek papieru, elementów preszpanowych oraz izolowanego przewodu w celu wykonania badań DP [81]. Pierwszą próbkę przebadać po suszeniu uzwojeń, drugą po suszeniu zmontowanej części aktywnej, trzecia próbka jest próbką weryfikacyjną (dodatkową). Pozostałe próbki należy umieścić w kieszeni pod pokrywą kadzi, na potrzeby badań w eksploatacji. Badania należy przeprowadzić w niezależnym laboratorium. Próbkę po pobraniu należy umieścić w pojemniku próżniowym. Zmierzony poziom polimeryzacji po całym procesie nie może być mniejszy niż 950 DP. Uzyskane wyniki badań każdego z etapów należy sukcesywnie przedstawiać wraz z postępem prac związanych z budową transformatora.

Zawartość wilgoci w uzwojeniach i całej części aktywnej należy sprawdzić podczas prób fabrycznych metodą FDS, PDC i RVM (metody spektroskopii) oraz metodą Karla Fischer'a na podstawie badania próbki preszpanu suszonej razem z częścią aktywną. W przypadku różnic miarodajny jest wynik z badania próbki metodą Karla Fischer'a – zgodnie z p. 6.3.18.1. Zawartość wilgoci nie może być wyższa niż 0,5%.

Protokół z suszenia i stabilizacji uzwojeń ma być przedstawiony Zamawiającemu w trakcie prób fabrycznych lub najpóźniej odbioru fabrycznego. Podlega on ocenie ze względu na spełnienie wymagań oraz akceptacji przez Zamawiającego.

Protokół z suszenia i impregnacji autotransformatora (tj. jego części aktywnej) oraz wyniki sprawdzenia zawartości wilgoci również mają być przedstawione Zamawiającemu w trakcie prób fabrycznych lub najpóźniej odbioru fabrycznego. Podlega on ocenie ze względu na spełnienie wymagań oraz akceptacji przez Zamawiającego.

2.2.5 Strumień rozproszenia uzwojeń.

Należy dołożyć starań, aby ograniczyć negatywne skutki strumienia rozproszenia. Jeżeli zaistnieje taka potrzeba, w celu ograniczenia strat dodatkowych w elementach konstrukcyjnych jednostki można zastosować ekranowanie ścian kadzi, pokrywy oraz/lub belek jarzmowych. W przypadku stosowania ekranów muszą to być ekrany magnetyczne. Temperatura elementów konstrukcyjnych w eksploatacji nie może przekroczyć wartości dopuszczalnych podanych w Tab. nr 3 PWT.

Obliczenia rozkładów pola magnetycznego rozproszenia dla autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia oraz informacje o używanych narzędziach obliczeniowych (w szczególności nazwę i wersję oprogramowania komputerowego używanego do obliczeń), Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu.

Metody obliczeń rozkładów pola magnetycznego rozproszenia, jak również wyniki tych obliczeń, podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.2.6 Integralne ograniczniki przepięć oraz rozwiązania ograniczające prąd zwarciowy w uzwojeniu TN.

Nie dopuszcza się instalowania ograniczników przepięć we wnętrzu autotransformatora.

Wykonawca musi dobrać i zainstalować zewnętrzne ograniczniki przepięć do ochrony uzwojeń TN zgodnie z wytycznymi zawartymi w specyfikacji technicznej [83]. Parametry zainstalowanych ograniczników przepięć muszą odpowiadać sieci o izolowanym punkcie neutralnym i najwyższym napięciu roboczym równym 17,5 kV.

Zastosowanie zewnętrznych ograniczników przepięć, nie zwalnia Wykonawcy od obowiązku prawidłowego doboru izolacji uzwojenia TN na przepięcie przenoszone (w tym pojemnościowe) od pozostałych uzwojeń.

Impedancje zwarcia pomiędzy uzwojeniami GN-TN oraz DN-TN muszą być tak dobrane, żeby wymaganie z Lp. 17, tab. 2, pkt. 2.2 PWT spełnione było bez konieczności stosowania dodatkowych elementów, w szczególności nie dopuszcza się zastosowania w konstrukcji dławika ograniczającego prąd zwarciowy w uzwojeniu TN.

Wykonawca zamieści w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówi w trakcie spotkań Przeglądu obliczenia wykazujące, że przy gwarantowanych wartościach impedancji zwarcia pomiędzy uzwojeniami GN-TN oraz DN-TN wartość prądu zwarciowego na zaciskach uzwojenia TN nie przekracza wartości dopuszczalnej wskazanej w Lp. 17, tab. 2, pkt. 2.2 PWT.

2.4. Olej elektroizolacyjny.

Olej elektroizolacyjny, musi spełniać wymagania [25], [42] w zakresie przewidzianym w odniesieniu do olejów nieinhibitowanych lub inhibitowanych oraz nie wykazywać korozyjności podczas próby zgodnej z [31]. Olej nie może zawierać PCB i ma spełniać parametry Instrukcji IET [84] dla nowych olejów.

Olej musi spełniać poniższe parametry wyznaczone – zgodnie z wymaganiami normy [41] – po wykonaniu próby odporności na utlenianie:

- całkowita kwasowość – max 0,3 mg KOH/g,
- osad – max 0,05%,
- współczynnika strat dielektrycznych dla temp. 90°C – max 0,050.
- napięcie powierzchniowe - min. 40 mN/m

Dla olejów inhibitowanych dodatkowo musi być spełniony warunek:

- Zawartość inhibitora [%] < 0,4

Wykonawca musi zapewnić dostawę oleju do pierwszego napełnienia autotransformatora na miejscu zainstalowania. Wykonawca ma dostarczyć dokumenty, opisane w p. 7.5 dokumentu [83]

Ponadto Zamawiający wymaga, aby olej został poddany badaniu widma w podczerwieni IR zgodnie z normą [71]. Próbki mają zostać pobrane w dwóch przypadkach:

- Świeży olej dostarczony bezpośrednio od producenta (z beczki / cysterny);
- Po zalaniu autotransformatora i wykonaniu procesu odwirowania (przed próbami fabrycznymi);
- Olej dostarczony przed ponownym zalaniem autotransformatora w ramach montażu końcowego na stancji elektroenergetycznej;
- Po zalaniu autotransformatora i wykonaniu procesu odwirowania – przed podaniem napięcia;

Zamawiający wymaga, aby każdorazowo wyniki przebadania próbki były porównywane na jednym wykresie, z przebiegiem wzorcowym oleju, wykonanym i potwierdzonym przez producenta oleju.

Wykonawca musi przedstawić szczegółowe informacje i wytyczne odnośnie badań oleju oraz wskazówki do postępowania w eksploatacji, jeśli takie są wymagane. Parametry oleju oraz wytyczne odnośnie badań i postępowania w eksploatacji, podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.5. Układ chłodzenia, pomiary temperatury, model cieplny.

2.5.1. Zdolność do obciążania.

Autotransformator musi przenosić obciążenia (normalne długotrwałe, awaryjne długotrwałe oraz awaryjne krótkotrwałe) określone w pkt 2.2 PWT (Tab. nr 2, Lp. 22 oraz Tab. nr 4) bez przekroczenia dopuszczalnych wartości temperatur podanych w Tabeli 4. Izolatory przepustowe, przełącznik zaczepów, odpływy i inne elementy konstrukcyjne muszą być tak dobrane, aby w żadnym stopniu nie ograniczały założonej możliwości obciążania autotransformatora.

Sygnał o osiągnięciu maksymalnej dopuszczalnej wartości temperatury najgorętszego miejsca uzwojenia oraz sygnał o osiągnięciu maksymalnej dopuszczalnej wartości temperatury najgorętszego

oleju nie może powodować bezzwłocznego wyłączenia autotransformatora. Sygnały jak wyżej muszą być traktowane i oznaczone w dokumentacji obwodów wtórnych autotransformatora jako „ALARM" z informacją o konieczności pilnego sprawdzenia przez operatora stanu pracy autotransformatora i potwierdzenia, że istnieją podstawy do wystąpienia takiej sygnalizacji (np. znaczna wartość obciążenia, wysoka temperatura otoczenia, niesprawny układ chłodzenia) oraz podjęcia stosownych działań zaradczych. Wymagany czas na sprawdzenie stanu pracy autotransformatora oraz podjęcia działań zaradczych przez operatora, tj. czas kiedy autotransformator może pracować bez zmiany parametrów, to minimum 30 minut. W Dokumentacji Techniczno-Ruchowej autotransformatora Wykonawca musi zamieścić opis procedury i diagram sprawdzenie stanu pracy autotransformatora oraz podjęcia stosownych działań zaradczych zmierzających do utrzymania autotransformatora w pracy w sytuacji wystąpienia któregoś z sygnałów jak wyżej.

Obliczenia cieplne oraz przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne układu chłodzenia, jak również sposób jego sterowania (patrz pkt 2.4.2 i 2.4.3 poniżej) wykazujące zdolność autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia do przenoszenia wymaganych obciążeń, Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu. Podlegają one ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.5.2. Charakterystyka układu chłodzenia.

Przewiduje się następujące rodzaje rozwiązań układu chłodzenia:

- ONAN/ONAF dla jednostek transformatorowych o mocy znamionowej do 160 MVA,
- ONAN/ODAF dla jednostek transformatorowych o mocy znamionowej powyżej 160 MVA.

Dla trybu ONAN/ONAF należy przewidzieć rozwiązanie z wykorzystaniem banków radiatorów i mocowanymi na nich wentylatorami.

W przypadku trybu ONAN/ODAF banki radiatorów muszą być podzielone na dwie wydzielone grupy, pracujące przy chłodzeniu ONAN z możliwością uruchomienia trybu ODAF – z zastosowaniem dwóch pomp olejowych i dwóch grup wentylatorów.

1) Przy temperaturze otoczenia nie wyższej niż +30^{o}C autotransformator musi pracować w sposób ciągły przy chłodzeniu ONAN i obciążeniu równym co najmniej 40% znamionowej mocy przechodniej.
2) Przy obciążeniu wyższym niż 40% znamionowej mocy przechodniej należy uruchomić kolejne stopnie intensyfikacji chłodzenia.

Doboru kolejności uruchamiania poszczególnych stopni chłodzenia wraz ze wzrostem obciążenia autotransformatora oraz odpowiadających tym stopniom chłodzenia wartości dopuszczalnych

obciążenia pary uzwojeń GN-DN autotransformatora dokonuje Wykonawca, przy czym Zamawiający dopuszcza zastosowanie wyłącznie jednego z poniższych trybów:

1) ONAN/ONAF1/ONAF2
2) ONAN/OD1AN/OD2AN/OD2AF2;
3) ONAN/OD1AN/OD2AN/OD2AF1/OD2AF2;
4) ONAN/OD1AF1/OD2AN/OD2AF1/OD2AF2;

gdzie indeksy 1, 2 oznaczają liczbę czynnych (odpowiednio) pomp (OD) oraz grup wentylatorów (AF), tj. 1 – oznacza czynną jedną pompę lub grupę wentylatorów, 2 – oznacza czynne dwie pompy lub dwie grupy wentylatorów.

Dobierając kolejność stopni chłodzenia Wykonawca uwzględni minimalizację:

a) w pierwszej kolejności: starzenia izolacji autotransformatora (tzw. zużycia „czasu życia”),

b) w drugiej kolejności: zużycia energii elektrycznej na potrzeby układu chłodzenia.

Kolejność stopni chłodzenia oraz odpowiadające tym stopniom chłodzenia wartości dopuszczalnych obciążenia pary uzwojeń GN-DN autotransformatora, Wykonawca podaje w tabeli danych gwarantowanych, zgodnie z wymaganiami podanymi w Załączniku nr 1 do odpowiedniej PWT (Lp. 2.6). Wymagane obciążenie musi być jednakowe na wszystkich zaczepach.

Wyniki obliczeń potwierdzających poprawność ww. doboru podlegają ocenie w trakcie przeglądu projektu.

2.5.3. Budowa układu chłodzenia.

Dla układu chłodzenia typu OD-AF radiatory muszą być pogrupowane w dwie baterie, każda z własną pompą olejową. Pompy te w stanie wyłączenia nie mogą blokować przepływu oleju, aby możliwe było chłodzenie ONAN.

Usytuowanie wentylatorów będzie przedmiotem uzgodnień na Przeglądzie Projektu, przy czym preferuje się takie zainstalowanie, aby ich oś była usytuowana poziomo.

Układ chłodzenia musi być tak zaprojektowany i wyposażony, aby wymiana pompy była możliwa bez potrzeby upuszczania oleju, tj. po odcięciu pompy odpowiednimi zaworami (przed i za pompą).

W układzie chłodzenia, w szczególności w układzie obiegu oleju, nie mogą znajdować się elementy inne niż pompy, zawory lub zastawki, radiatory i wentylatory, które wymagałyby zabiegów eksploatacyjnych, a ich niesprawność mogłaby spowodować ograniczenie skuteczności chłodzenia i w konsekwencji ograniczenie obciążalności autotransformatora (np. elektrozawory).

Niesprawność jednej pompy lub jednego bądź więcej wentylatora jednej grupy wentylatorów nie może powodować większego ograniczenia skuteczności chłodzenia i w konsekwencji ograniczenia

obciążalności autotransformatora, niż przejście na niższy stopień chłodzenia o maksymalnie jeden stopień.

Układ chłodzenia oraz jego połączenia rurowe nie mogą utrudniać dostępu do konserwatora, przełącznika zaczepów, włazów rewizyjnych, odpływów i innych elementów wymagających przeglądu i obsługi podczas eksploatacji.

Radiatory muszą posiadać:

- ucha do podnoszenia.
- korki do spuszczania oleju usytuowane w najniższej części radiatora.
- korki do odpowietrzania usytuowane w najwyższej części radiatora.
- Odcinające, szczelne zastawki motylkowe (wyposażone w uszczelkę) przykręcane śrubami do obu kryz radiatorów i/lub kolektorów zbiorczych, umożliwiające ich demontaż na stanowisku pracy bez spuszczania oleju z kadzi.

Liczba (N+1) radiatorów oraz rodzaj radiatorów powinien zostać dobrany w sposób umożliwiający przeprowadzenie próby grzania przy jednym zamkniętym (wskazanym przez Zamawiającego) radiatorze, a wartości temperatur nie mogą przekraczać wartości dopuszczalnych określonych w przedmiotowej specyfikacji. Próba ma zostać wykonana przy liczbie radiatorów równej N.

Na rurociągach obok pomp oleju, muszą być umieszczone wskaźniki prawidłowego przepływu oleju dla każdego obiegu oleju oddzielnie. Wskazanie określające przepływ oleju musi być widoczne z poziomu obsługi, podczas pracy autotransformatora.

Na wentylatorach, muszą być umieszczone wskaźniki prawidłowego przepływu powietrza (kierunku wirowania) dla każdego wentylatora oddzielnie. Wskaźniki muszą być widoczne z poziomu obsługi, podczas pracy autotransformatora.

Rozwiązania techniczne, zastosowane elementy układu chłodzenia oraz ich lokalizacja podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.5.4. Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury.

Sterowanie układem chłodzenia oparte jest o rozszerzalnościowe termometry i obejmuje:

a) Dwa rozszerzalnościowe termometry oleju w górnej warstwie, z 4 niezależnymi stykami pomocniczymi. Jeden do sterowania układem chłodzenia, drugi do zabezpieczeń temperaturowych
b) Dwa analogowe, rozszerzalnościowe modele cieplne, z 4 stykami pomocniczymi oraz trójprzewodowym, oporowym czujnikiem PT100 do odwzorowania temperatury najgorętszego

punktu uzwojenia. Jeden do sterowaniem układem chłodzenia, drugi do zabezpieczeń temperaturowych

Modele cieplne z ppkt. b) powyżej mają odwzorowywać temperaturę najgorętszego punktu jednego uzwojenia górnego napięcia (GN) oraz uzwojenia dolnego napięcia (DN).

Zamawiający dopuszcza wykorzystanie do sterowania układem chłodzenia rozwiązania opartego na światłowodowych czujnikach temperatury uzwojeń. Jednak w razie uszkodzenia czujników zawsze powinna istnieć możliwość oparcia modelu cieplnego o rozszerzalnościowy termometr.

Układ chłodzenia musi być przystosowany do pracy w trybie sterowania automatycznego i ręcznego.

1) Tryb RĘCZNY z szafy sterowniczej oraz SSiN.
2) Tryb AUTOMATYCZNY

Układ przełączania pomiędzy trybami sterowania: RĘCZNY/AUTOMATYCZNY musi zostać zrealizowane poprzez przyciski i przekaźniki bistabilne lub przełącznik z funkcją automatycznego powrotu do pozycji wyjściowej wraz z sygnalizacją w postaci lampek informującą o trybie pracy. Tryb ręczny będzie wykorzystywany głównie do funkcjonalnego sprawdzenia pracy systemu chłodzenia. Przełącznik trybu sterowania musi umożliwiać jego zdalną zmianę z nastawni stacji i z SSiN.

Należy wyposażyć w automatykę do samoczynnej zmiany kolejności załączania poszczególnych grup wentylatorów, mającą na celu ich równomierne zużywanie się. Automatyka odpowiedzialna za ich rotację ma dokonywać zamiany kolejności załączania jeden raz na miesiąc. Należy wyprowadzić dwa zestawy styków na listwy zaciskowe szafy sterowniczej celem sygnalizacji, która grupa wentylatorów załączy się jako pierwsza. Jeden zestaw styków będzie wykorzystany do cyfrowego przesyłu informacji.

Należy zapewnić sygnalizację załączenia i wyłączenia każdej z grup wentylatorów poprzez wyprowadzenie na listwy zaciskowe dwóch par styków pomocniczych styczników. Jedna para styków pomocniczych każdego z nich będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

Należy przewidywać układ do samoczynnego załączenia wentylatorów na krótki okres (np. 30 min) co pewien czas (np. raz na miesiąc). Dwie pary styków pomocniczych stycznika samoczynnego załączenia muszą być wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowniczej. Jedna para styków będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

Wentylatory i pompy olejowe w trybie automatycznym mają załączać się automatycznie zależnie od temperatury oleju i uzwojeń.

Fakt istnienia lub braku przepływu oleju przez każdą z pomp olejowych musi być monitorowany przez elektromagnetyczne czujniki przepływu oleju. Dwie pary styków pomocniczych każdego wskaźnika

przepływu oleju muszą być wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowniczej, przy czym jedna para każdego z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji. Należy uzależnić sygnał alarmowy o braku przepływu oleju od pracy pompy, tj. aby sygnał był generowany tylko wtedy gdy pompa pracuje (ma podane napięcie zasilające) a przepływ oleju nie jest wykrywany przez czujnik przepływu na chłodnicy. Sygnały mają być doprowadzone do listy zaciskowej.

Należy przewidywać układ do samoczynnego załączenia wentylatorów i pomp oleju na krótki okres czasu (np. 10 min) co pewien czas (np. dwa razy na miesiąc). Dwie pary styków pomocniczych stycznika samoczynnego załączenia musza być wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowniczej. Jedna para styków będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

Fakt zadziałania zabezpieczenia przed przeciążeniem i zwarciami silników każdego z wentylatorów, każdej z niezależnie załączanej grupy wentylatorów oraz każdej pompy olejowej musi być sygnalizowany poprzez wyprowadzenie dwóch par styków pomocniczych każdego z nich na listwy zaciskowe szafy sterowniczej. Jedna para styków pomocniczych każdego z nich będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

W celu monitorowania temperatury oleju na wlocie i wylocie każdej baterii radiatorów należy zainstalować oporowe, trójprzewodowe czujniki temperatury PT100. Liczba czujników zależy od zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego układu chłodzenia. Miejsca ich zainstalowania mają być zabezpieczone przed wilgocią. Należy zainstalować ponadto dwa oporowe czujniki do monitorowania temperatury otoczenia. Czujniki będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji oraz ewentualnie do diagnostyki stanu układu chłodzenia.

W kieszeniach termometrowych umieszczonych na pokrywie kadzi autotransformatora należy zainstalować oporowe, trójprzewodowe czujniki temperatury PT100 do pomiaru temperatury oleju w górnej, środkowej i dolnej warstwie w kadzi. Będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji oraz do sterowania efektywnością układu chłodzenia. Należy zainstalować ponadto dwa oporowe czujniki do monitorowania temperatury otoczenia. Czujniki będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji oraz ewentualnie do diagnostyki stanu układu chłodzenia.

Autotransformator należy wyposażyć w rozszerzalnościowy termometr temperatury oleju w górnej warstwie kadzi. Wskaźnik termometru (średnica skali, co najmniej 150 mm) należy umieścić na kadzi na wysokości umożliwiającej łatwe dokonywanie odczytu z poziomu gruntu. Termometr ten ma mieć dwa niezależne styki zamykające się przy osiągnięciu temperatury ostrzegawczej i alarmowej. Należy je wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej, przy czym nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji. Wartości temperatury mają być łatwo ustawialne, zaś nastawy łatwo widoczne. Termometr należy umieścić przy szafie sterowniczej na wysokości umożliwiającej łatwą obserwację jego wskaźnika.

Szczegóły dotyczące sterowania układem chłodzenia, nastaw temperatur oraz dobór elementów podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.6. Napowietrzne izolatory przepustowe.

Napowietrzne izolatory przepustowe muszą być zaprojektowane, wyprodukowane i badane zgodnie z wymaganiami: [20] oraz norm do niej przywołanych, pkt. 2.4 PWT oraz [82].

Wszystkie zastosowane w autotransformatorze izolatory przepustowe mają być sterowane pojemnościowo. Wymagane izolatory typu suchego („dry type"), tj. bez oleju. Izolację główną izolatora stanowi rdzeń wykonany z papieru (ang. *Resin Impegnated Paper,* RIP) lub syntetyku (ang. *Resin Impregnated Synthetic,* RIS), impregnowanego żywicą wraz z warstwami aluminium dla pojemnościowego sterowania rozkładem pola elektrycznego. Rdzeń izolatorów fazowych musi być osłonięty rurą ze szkła epoksydowego. Całość powinna być zabezpieczona osłoną kompozytową koloru szarego. Dla izolatorów fazowych dopuszcza się zastosowanie izolatorów umożliwiających zastosowanie przewodnika w postaci linki zakończonej wlutowanym sworzniem.

„Czas życia" nowych izolatorów przepustowych musi wynosić co najmniej 25 lat.

M.in. ze względu na wymagany montaż ograniczników przepięć bezpośrednio na kadzi, na izolatorach przepustowych nie należy stosować iskierników.

Wymaga się, aby izolatory mogły być transportowane, przechowywane w dowolnej pozycji oraz instalowane zgodnie z wymaganiami pkt. 2.3 przedmiotowej specyfikacji. Wykonawca dostarczy certyfikaty potwierdzające rodzaj gumy, z której wykonana została osłona oraz potwierdzenie możliwości jej stosowania w wykonaniu napowietrznym w określonych warunkach środowiskowych.

Konstrukcja autotransformatora musi umożliwiać montaż i demontaż izolatorów przepustowych i przekładników prądowych bez zdejmowania górnej pokrywy lub obniżania poziomu oleju w kadzi poniżej górnego poziomu uzwojeń.

Izolator przepustowy punktu neutralnego powinien być typu suchego, („dry type"), tj. bez oleju. Izolację główną izolatora stanowi rdzeń wykonany z papieru (ang. *Resin Impegnated Paper,* RIP) lub syntetyku (ang. *Resin Impregnated Synthetic,* RIS), impregnowanego żywicą wraz z warstwami aluminium dla pojemnościowego sterowania rozkładem pola elektrycznego w osłonie kompozytowej koloru szarego.

Izolatory przepustowe poszczególnych uzwojeń oraz punktu neutralnego powinny być wyposażone w zaciski pomiarowe (każdy izolator w jeden zacisk) do pomiaru pojemności C_X i współczynnika stratności dielektrycznej tgδ wykonywanych w trybie off-line, umieszczone przy uziemionej podstawie izolatora. Zaciski muszą być bezpośrednio uziemiane przy wykorzystaniu zaślepek. Powyższe kwestie podlegają uzgodnieniu w ramach Przeglądu Projektu.

Należy dostarczyć temperaturowe współczynniki korygujące wartości współczynnika stratności dielektrycznej tgδ i pojemności izolatorów przepustowych, które odnoszą wynik pomiarów do temperatury 20°C.

Na tabliczce znamionowej izolatorów przepustowych należy zamieścić następujące dane:

- Nazwa producenta.
- Rok produkcji.
- Numer fabryczny.
- Typ izolatora przepustowego.
- Prąd roboczy.
- Napięcie probiercze piorunowe.
- Napięcie probiercze łączeniowe.
- Napięcie probiercze przemienne.
- Możliwe odchylenie od instalacji pionowej.
- Długość części podolejowej.
- Częstotliwość znamionowa.
- Napięcie maksymalne.
- Masa.
- Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta_1$ oraz pojemność C_1 zmierzone przy napięciu $2 * U_m/\sqrt{3}$ (część podolejowa izolatora umieszczona w oleju – z przeliczeniem do temperatury 20 °C).
- Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta_2$ oraz pojemność C_2 zmierzone przy napięciu 2 kV (część podolejowa izolatora umieszczona w oleju – z przeliczeniem do temperatury 20 °C).
- Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta_1$ oraz pojemność C_1 zmierzone przy napięciu 10 kV (część podolejowa izolatora umieszczona w oleju – z przeliczeniem do temperatury odniesienia 20 °C).
- Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta_1$ oraz pojemność C_1 zmierzone przy napięciu 10 kV (część podolejowa izolatora umieszczona w powietrzu – z przeliczeniem do temperatury odniesienia 20 °C).

- Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta_2$ oraz pojemność C_2 zmierzone przy napięciu 2 kV (część podolejowa izolatora umieszczona w powietrzu – z przeliczeniem do temperatury odniesienia 20 °C).

Szczegółowy wzór tabliczki podlega akceptacji Zamawiającego na etapie Przeglądu Projektu.

Dokumentacja techniczna izolatorów przepustowych musi zawierać sposób ich pomiarów, eksploatacji, przeliczeń współczynników korygujących oraz wartości granicznych dla wartości pojemności i współczynników strat dielektrycznych izolatorów przepustowych. Ponadto powinna precyzować metodologię wyznaczania temperatury izolatora w warunkach eksploatacyjnych.

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) muszą umożliwiać unifikację wymiarów wszystkich izolatorów danego napięcia w odniesieniu do autotransformatorów różnych mocy.

W celu uniknięcia zwarć międzyfazowych (np. na skutek obecności zwierząt), trzpienie izolatorów TN oraz dedykowanych ograniczników przepięć należy okryć dodatkowymi osłonami izolacyjnymi, a połączenie pomiędzy zaciskiem izolatora przepustowego a zaciskiem ogranicznika przepięć wykonać jako izolowane. Zaproponowane rozwiązanie należy przedstawić w ramach Przeglądu Projektu.

Konstrukcja autotransformatora musi umożliwiać montaż i demontaż izolatorów przepustowych i przekładników prądowych bez zdejmowania górnej pokrywy lub obniżania poziomu oleju w kadzi poniżej górnego poziomu uzwojeń.

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) muszą umożliwiać unifikację wymiarów wszystkich izolatorów danego napięcia dla autotransformatorów różnych mocy, przy czym zakłada się ich wymienność pomiędzy „grupami" autotransformatorów 220/110 kV oraz 400/WN kV.

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) zastosowanych izolatorów przepustowych oraz ich lokalizacja podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.7. Podobciążeniowy przełącznik zaczepów.

2.7.1. Budowa przełącznika zaczepów.

Autotransformator musi mieć przełącznik zaczepów (przełączniki zaczepów) do podobciążeniowej regulacji napięcia zgodnie z wymaganiami pkt 2.2. PWT (Tabela nr 2, Lp. 20 i 21) oraz spełniać wymagania [23]. Przełącznik musi być wyposażony w układ umożliwiający sterowanie:

1) lokalne mechaniczne (za pomocą korby);
2) lokalne elektryczne (tj. za pomocą przycisku);
3) zdalne elektryczne (tj. za pomocą przycisków i/lub za pomocą urządzenia do automatycznego utrzymywania napięcia);

Zamawiający wymaga zastosowania przełączników z komorami próżniowymi. Przełączniki olejowe mogą być zastosowane tylko w przypadku wykazania braku możliwości zastosowania przełączników próżniowych, ze względu np. na wielkość prądu przy danym napięciu pracy, ograniczeń liczby przełączeń itp.

Niedopuszczalne jest mieszanie się oleju z kadzi głównej autotransformatora i z komory przełącznika mocy. W związku z tym komora przełącznika mocy ma mieć od góry połączenie rurowe z oddzielnym konserwatorem, odseparowanym od konserwatora (głównego) kadzi. Komory przełączników muszą mieć odpowiednie zawory umożliwiające ewakuację oleju oraz uzdatnianie oleju w każdej komorze przełącznika.

Zawory te mają umożliwiać pobranie próbek oleju do badań (fizykochemiczne oraz chromatograficzne – DGA). Jeżeli zawory nie umożliwiają pobierania próbek oleju należy głowice przełączników wyposażyć w oddzielne rurki zakończone zaworami. Mają one umożliwić pobieranie próbek oleju z poziomu obsługi (gruntu), bez konieczności wyłączenia autotransformatora.

We wspomnianym połączeniu rurowym należy zainstalować jednostopniowy przekaźnik przepływowy – patrz pkt 2.11.2. Ma on mieć dwie pary styków doprowadzonych do listwy zaciskowej szafy sterowniczej.

Górna pokrywa komory przełącznika mocy musi mieć zawór ciśnieniowy (przeciwwybuchowy) z co najmniej jedną parą styków wyprowadzonych na listwę zaciskową szafy sterowniczej, działający przy gwałtownym wzroście ciśnienia w komorze przełącznika mocy. Wykonawca dostarczy oświadczenie producenta o prawidłowym doborze parametrów zaworu.

W pokrywie komory musi być wziernik, przez który widać położenie (numer zaczepu) przełącznika zaczepów.

Przełącznik zaczepów musi mieć właz i ucha do podnoszenia. Otwory montażowe w kadzi mają być dostatecznie duże, aby umożliwić wyjęcie wybieraka przełącznika zaczepów. Pokrywa komory przełącznika mocy nie może być zlokalizowana na poziomie wyższym niż kominki izolatorów przepustowych.

Zastosowany przełącznik (przełączniki) zaczepów nie może wymagać ograniczenia dziennej liczby przełączeń do mniej niż 200, bądź wymagać dokonywania przeglądów częściej niż co 5 lat lub co 150 tys. przełączeń dla przełączników olejowych oraz 300 tys. przełączeń przełączników próżniowych.

2.7.2. Szafa sterownicza przełącznika zaczepów.

Przełącznik musi być wyposażony w napęd ręczny oraz elektryczny zasilany napięciem 400/230 VAC, 50 Hz. Przełącznik musi być wyposażony w układ umożliwiający sterowanie:

- lokalne mechaniczne (za pomocą korby);
- lokalne elektryczne (tj. za pomocą przycisku);
- zdalne elektryczne (tj. za pomocą przycisków i/lub za pomocą urządzenia do automatycznego utrzymywania napięcia);

Wszystkie przewody obwodów nn znajdujące się w szafie sterowniczej przełącznika zaczepów muszą być opisane w sposób wymagany w pkt. 2.12 niniejszej specyfikacji..

W szafie napędu przełącznika zaczepów należy zamontować niżej podane wyposażenie, łącznie ze wszystkimi niezbędnymi łącznikami, zabezpieczeniami i połączeniami:

1) Napędy elektryczny i ręczny.
2) Wskaźnik, bezpośrednio napędzany z wału przełącznika, pokazujący położenie przełącznika zaczepów oraz górną i dolną granice bieżącego działania.
3) Sygnalizator działania przełącznika zaczepów współpracujący z systemem sterowania i nadzoru (SSiN).
4) Urządzenia ograniczające, zarówno elektrycznie jak i mechanicznie zabezpieczające przed przekroczeniem skrajnych pozycji.
5) Zabezpieczenie przed niewłaściwym kierunkiem obrotów silnika napędowego.
6) Urządzenie ponownego startu, działające przy wszystkich pozycjach przełącznika sterowania.
7) Licznik działań zliczający całkowitą liczbę przestawień przełącznika zaczepów.
8) Oświetlenie, włączające się po otwarciu drzwi szafki napędu.
9) Grzejnik zapobiegający skraplaniu się pary wodnej, sterowany termostatem i higrometrem.
10) Dwa niezależne nadajniki pozycji zaczepowej pracujące w kodzie BCD.
11) Przetwornik mocy czynnej pobieranej przez silnik napędu w trakcie zmiany pozycji zaczepowej z wyjściem 4 – 20 mA lub cyfrowym.
12) Czujnik asymetrii i zaniku fazy zasilania napędu.
13) Sygnalizację, że przełącznik jest w trakcie zmiany pozycji zaczepowej w kierunku zaczepu minimalnego i maksymalnego. Sygnał musi być pobierany ze styków pomocniczych styczników manewrowych oraz styków łącznika krzywkowego.

14) Sygnalizację osiągnięcia pozycji skrajnych: dolnej i górnej.
15) Sygnalizację wyłącznika grzałki.
16) Przełącznik rodzaju sterowania: lokalne, zdalne, automatyczne.
17) Sygnalizację zadziałania zabezpieczenia silnika napędowego i zasilania sterowania.
18) Blokadę działania przełącznika zaczepów przy temperaturze oleju w kadzi poniżej -25˚C wraz z sygnalizacją zadziałania blokady

Poniżej wyszczególniono sygnały z szafy napędu silnikowego, które musza być doprowadzone do listew szafy sterowniczej. Część z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

a) Pozycja zaczepowa (por. pkt 10 powyżej); dwie grupy sygnałów, z których jedna będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.
b) Sygnalizacja zadziałania zabezpieczenia silnika napędowego (por. pkt 17 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
c) Sygnalizacja czujnika asymetrii i zaniku fazy (por. pkt 12 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
d) Sygnalizacja zadziałania zabezpieczenia obwodu sterowania (por. pkt 17 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
e) Przetwornik mocy czynnej pobieranej przez silnik napędu (por. pkt 11 powyżej). Sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
f) Sygnalizacja wyłącznika grzałki (por. pkt 15 powyżej). Jeden sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
g) Sygnalizacja osiągnięcia pozycji skrajnych: górnej i dolnej (por. pkt 14 powyżej). Cztery sygnały, dwa przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
h) Sygnalizacja ruchu przełącznika do góry i do dołu, z łącznika krzywkowego (por. pkt 13 powyżej). Dwa sygnały przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
i) Sygnalizacja załączenia stycznika silnika napędowego ruchu przełącznika w kierunku do góry i w dół. Dwa sygnały przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
j) Sygnalizacja działania (ruchu) przełącznika, ze stycznika (przekaźnika) pomocniczego (por. pkt 13 powyżej). Jeden sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
k) Sygnalizacja położenia przełącznika rodzaju sterowania (por. pkt 16 powyżej). Dwie grupy po trzy sygnały. Jedna przeznaczona do cyfrowego przesyłu informacji.

W przypadku wyposażenia przełącznika w blokadę od niesynchronicznego przełączania oraz/lub sygnalizację zablokowania napędu przełącznika w przypadku obniżenia temperatury oleju, należy przewidzieć wyprowadzenie takich sygnałów do szafy sterowniczej z uwzględnieniem ich doprowadzenia do SSiN i RSA.

Elementy sterownicze mają być umieszczone w szafie napędu przełącznika zaczepów odpornej na wpływy atmosferyczne. Zabezpieczenie antykorozyjne szafy zgodne z p. 3.8 (C4-H). Mocuje się ją do ściany kadzi poprzez podkładki tłumiące drgania. Stopień ochrony szafy sterowniczej – co najmniej IP 54 [27].

Zdalne elektryczne przełączanie przełącznika zaczepów musi być tak wykonane, aby przełącznik zaczepów mógł zmienić położenie tylko o jeden stopień po naciśnięciu przycisku "NAPIĘCIE WYŻEJ / ZACZEP NIŻEJ" lub "NAPIĘCIE NIŻEJ / ZACZEP WYŻEJ". Wyskalowany wskaźnik przełącznika zaczepów musi mieć numerowane położenia zaczepów, od numeru 1 (najwyższe znamionowe napięcie zaczepowe) do najwyższego zastosowanego numeru (najniższe znamionowe napięcie zaczepowe).

Szafa sterownicza przełącznika zaczepów musi być zainstalowana na takim poziomie w stosunku do poziomu tłucznia na kratownicy aby umożliwić jego swobodną obsługę i konserwacje. Gdyby warunek ten nie mógł zostać spełniony, w projekcie autotransformatora należy zaprojektować podest stalowy z barierką o wysokości co najmniej 1100 mm, o długości co najmniej 1,5 szerokości szafy sterowniczej przełącznika zaczepów. Wejście na podest powinno być możliwe z dwóch stron szafy sterowania. Szafa PPZ musi być zamykana na kłódkę ze stali nierdzewnej (INOX) wyposażonej w komplet 3 kluczy.

Osłony otworów wentylacyjnych w szafie PPZ muszą być dostępne dla obsługi umożliwiając ich demontaż i możliwość udrożnienia bez potrzeby demontażu elementów napędowych PPZ.

Rozwiązania konstrukcyjne związane z przełącznikiem zaczepów pod obciążeniem, jak również z układem jego sterowania podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.8. Przekładniki prądowe.

Dane dotyczące przekładników prądowych podano w Tab. 7 PWT. Przekładniki od strony zacisków liniowych należy umieścić w kominkach izolatorów przepustowych, w sposób umożliwiający swobodny dostęp z pokrywy (od jej wewnętrznej strony) do ich skrzynek zaciskowych.

Przekładniki od strony zacisku neutralnego oraz przy wyprowadzeniach uzwojenia TN należy umieścić we wnętrzu kadzi.

Przekładniki muszą mieć tzw. uzwojenia do prób (zwoje probiercze) do sprawdzania ich przekładni prądowej. Liczba zwojów uzwojenia do prób musi być tak dobrana, aby przy prądzie w tym uzwojeniu równym 10 A lub 30 A w uzwojeniach wtórnych przekładnika popłynął prąd znamionowy (tj. 1 A).

Każdy rdzeń może mieć własne uzwojenie do prób lub też uzwojenie to może obejmować wszystkie rdzenie danej grupy (np. jednego zacisku liniowego). Zaciski uzwojeń do prób muszą być wyraźnie oznaczone, aby mogły być łatwo odróżnione od pozostałych uzwojeń wtórnych. Uzwojenie do prób, w czasie normalnej pracy jest rozwarte.

Uzwojenia wtórne przekładników prądowych oraz uzwojenia do prób wyprowadza się na tabliczki zaciskowe na kominkach w przypadku przekładników instalowanych w tych kominkach, lub na pokrywie, w przypadku przekładników instalowanych w kadzi. Z tabliczek tych doprowadza się je do wydzielonej listwy zaciskowej w szafie sterowniczej.

Tabliczki zaciskowe przekładników należy umieścić szczelnych puszkach o stopniu ochrony IP54. Wymaga się, aby wyprowadzenie przewodów z puszki znajdowało się zawsze u dołu puszki, tak aby uniemożliwić dostawanie się do niej i zaleganie wewnątrz wody. Dławnice od strony wewnętrznej puszki należy dodatkowo zabezpieczyć nakrętką mocowaną wewnątrz puszki, aby uniemożliwić obluzowanie się dławnicy.

Usytuowanie wyprowadzeń uzwojeń wtórnych przekładników na listwie zaciskowej w szafie sterowniczej podlega omówieniu na przeglądzie projektu, przy czym preferuje się następujący układ:

T1PS											
L1 (T117,T118,T119)			L2 (T127,T128,T129)			L3 (T137,T138,T139)			N (T101)		
1S1	1S2	PE	1S1	1S2	PE	1S1	1S2	PE	1S1	1S2	PE
2S1	2S2	PE	2S1	2S2	PE	2S1	2S2	PE	2S1	2S2	PE

W przykładowym oznaczeniu T1PS przyjęto:

„**1**” – oznacza autotransformator

„**P**” – oznacza fazę, przyjmuje wartości **1-** faza U, **2** – faza V, **3** – faza W, **0** – „N” zacisk neutralny

„**S**” – oznacza stronę, przyjmuje wartości **7**– GN, **8**-DN, **9** – TN, **1** – „N” zacisk neutralny.

Dla przekładników modeli cieplnych (WTI, OTI) przyjmuje się dodatkowe, czwarte oznaczenie – 0, np. T1270 oznacza przekładnik zabezpieczeniowy modelu cieplnego, na fazie L2 strony GN.

Przyjęty układ oznaczeń, musi być zgodny z wytycznymi opisanymi w Standardzie PSE S.A. dot. projektów typowych obwodów wtórnych [89] .

Wyprowadzenie S1 i S2 przekładnika obok siebie, S2 podłączone do uziemienia. Możliwe jest tutaj zastosowanie złączek z automatycznym zwarciem przekładnika przed odłączeniem odbioru.

Jeden z zacisków każdego uzwojenia do prób, jak również zacisk 'S2' (tj. umowny koniec) każdego z uzwojeń roboczych należy uziemić bezpośrednio na tabliczkach zaciskowych lub w sposób zapewniający pewność połączenia na wspomnianej listwie zaciskowej w szafie sterowniczej.

Uzwojenia przekładników prądowych wykorzystywanych do sterowania układem chłodzenia również wyprowadza się na ww. tabliczki zaciskowe. i doprowadza do ww. listwy. Jeden koniec każdego z nich musi być uziemiony na tejże listwie.

Sygnały z uzwojeń (rdzeni) pomiarowych wszystkich przekładników podlegają przetworzeniu na sygnał cyfrowy.

Liczba przekładników prądowych, ich rozmieszczenie i oprzewodowanie, jak również dobór parametrów technicznych przekładników prądowych do modelu cieplnego (sterowanie układem chłodzenia) podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.9. Szafa sterownicza.

Autotransformator musi być wyposażony w szafę sterowniczą zawierającą:

1) Elementy zasilające i sterownicze układu chłodzenia wraz z listwami zaciskowymi.
2) Listwy zaciskowe do przyłączenia uzwojeń wtórnych przekładników prądowych, w tym uzwojeń do prób.
3) Listwy zaciskowe, do których zostaną dołączone wszystkie pozostałe urządzenia zabezpieczające (np. styki przekaźnika Buchholtza) oraz wyposażenia pomocniczego (np. oporowych czujników temperatury).
4) Elementy układu monitoringu izolatorów przepustowych.
5) System do tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej – patrz pkt 2.9 poniżej.
6) Konwertery transmisyjne z interfejsem optycznym dla potrzeb komunikacji układów monitoringu z SSiN (w przypadku braku dedykowanych portów optycznych w tych układach).

Szafę sterowniczą należy zamocować do kadzi poprzez przekładki tłumiące drgania. W zakresie tłumienia drgań szafy Wykonawca przedstawi stosowny atest poświadczający, że drgania są na bezpiecznym poziomie z punktu widzenia prawidłowej eksploatacji szafy. Szafa powinna być zabezpieczona przed negatywnym wpływem temperatury otoczenia przez zastosowanie np. dwuściennych drzwiczek albo wełny mineralnej lub innego materiału niepalnego. W celu potwierdzenia spełnienia tego wymagania, na etapie przeglądu projektu Producent przedstawi obliczenia bilansu ciepła dla szafy.

Lokalizacja szafy i jej konstrukcja muszą zapewniać wolną przestrzeń dogodną do obsługi oraz przeprowadzenia przeglądów i konserwacji z poziomu ziemi. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, dostarczyć i zamontować stalowy podest z barierką o wysokości co najmniej 1100 mm, o długości co najmniej 1,5 szerokości szafy sterowniczej. Wejście na podest powinno być możliwe z dwóch stron szafy sterowania. Szafa musi być odporna na zewnętrzne warunki środowiskowe. Sposób w jaki została zaprojektowana

i wykonana musi zapewniać ochronę przed uszkodzeniem umieszczonych w niej urządzeń w przypadku występowania niekorzystnych warunków atmosferycznych. Ponadto połączenia kabli zewnętrznych muszą umożliwiać łatwe ich rozłączanie przy przetaczaniu autotransformatora

Zabezpieczenie antykorozyjne szafy zgodne p. 3.8 (C4-H). Stopień ochrony kompletnej szafy sterowniczej wraz z zainstalowanymi w niej otworami wentylacyjnymi – co najmniej IP 54 [27].

System zabezpieczenia antykorozyjnego szafy chłodzenia – nie gorsze niż kadzi transformatora.

Na pozostałe istotne elementy szafy sterowniczej składają się:

a) Drzwi zamykane na klucz, dostosowane do blokowania każdego skrzydła przy otwarciu o kąt większy od 90°. Na wewnętrznej powierzchni drzwi szafy sterowania należy zamocować schemat połączeń elektrycznych, a dodatkowo na wewnętrznej stronie drzwi (lub we wnętrzu szafy) wykonać kieszeń do umieszczenia kartki (kartek) ze schematem. Schemat (kartki) musza być zabezpieczone przed wilgocią.
b) Oświetlenie wewnętrzne (źródło światła typu LED) uruchamiane wyłącznikiem drzwiowym z wyprowadzonymi stykami celem umożliwienia sygnalizacji otwarcia i zamknięcia każdego skrzydła drzwi niezależnie od włączenia oświetlenia wnętrza szafy. Opcjonalnie wyłącznik oświetlenia ma mieć dwa niezależne zestawy styków. Sygnał będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji. Każde skrzydło drzwi zewnętrznych ma włączać oświetlenie w swojej części szafy sterowniczej.
c) Gniazda wtykowe: jednofazowe (wtyczkowe z uziemieniem typu E) i trójfazowe.
d) Czujnik temperatury PT100 oraz miernik wilgotności względnej powietrza we wnętrzu szafy z wyjściem 4-20 mA zainstalowane we wnętrzu szafy. Sygnały z nich będą wykorzystane do cyfrowego przesyły informacji.
e) Grzejniki sterowane termostatem i wilgotnościomierzem tak, aby utrzymać we wnętrzu szaf właściwą temperaturę pracy przy temperaturze otoczenia do -30ºC oraz właściwą wilgotność (nie dopuszczać do kondensacji pary wodnej).
f) Wentylator wyciągowy włączający się, jeśli temperatura we wnętrzu szafy osiągnie ok. +35ºC.
g) Wszystkie wyprowadzenia kabli sterowniczych i zasilania muszą zostać wykonane przy pomocy odpowiednich, dedykowanych do tych celów dławic kablowych wykonanych z mosiądzu lub ze stali nierdzewnej[4]. Dławice kablowe skierowane pionowo w dół.
h) Układ zasilania szafy. Zasilanie trójfazowe 400/230 V, 50 Hz, dwoma kablami doprowadzonymi do ręcznego przełącznika wyboru kabla (tj. źródła zasilania). Na listwę zaciskową szafy

[4] *Możliwe odstępstwo od niniejszych wymagań. Dopuszcza się wykonanie płyty dla montażu dławic jeżeli tak określono w Zamówieniu. Szczegóły zostaną omówione w ramach przeglądu projektu.*

wyprowadza się dwie pary jego styków pomocniczych, przy czym sygnał jednej z nich podlega przetworzeniu na cyfrowy. Na każdym zasilaniu musi znajdować się główne zabezpieczenie przed przeciążeniem i zwarciem w postaci rozłączników bezpiecznikowych, które będą spełniać funkcję zapewnienia widocznej przerwy po wyjęciu wkładek bezpiecznikowych. Należy zainstalować przekaźnik sygnalizujący brak zasilania oraz asymetrię faz. Styki pomocnicze tego przekaźnika będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

i) Układy zasilania z listwy zaciskowej (listew zaciskowych) szafy sterowniczej (z reguły jednofazowe 230 VAC oraz 220 V DC) wszystkich urządzeń pomocniczych, obwodów sterowniczych i sygnalizacyjnych, a w szczególności układ zasilania napędu przełącznika zaczepów oraz układ tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej. Każdy układ zasilania ma mieć dwie pary styków pomocniczych sygnalizujących zadziałanie zabezpieczeń w każdym z obwodów oddzielnie zabezpieczonych z ewentualnym wyłączeniem zasilania gniazd wtykowych. Sygnał z jednej pary każdego z nich będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji.

Szafa sterownicza musi mieć wystarczającą liczbę zacisków, aby przyłączyć wszystkie przewody połączeń wzajemnych z wszystkimi kablami zewnętrznymi oraz 15% zapasu. Zaciski wtórne muszą umożliwiać przyłączenie przewodów gwarantujące odpowiednią przewodność bez możliwości jego samoistnego pogorszenia (poluzowania).

Należy stosować listwy o maksymalnej długości, o ile pozwala na to konstrukcja do której listwa jest montowana, niezależnie od liczby zacisków przewidzianych w projekcie do wykorzystania. Umożliwi to łatwą, dalszą rozbudowę listwy. Minimalna odległość między listwami 15 cm. Minimalna odległość listwy poziomej od dna konstrukcji 30 cm.

Każde urządzenie, aparat, listwa w szafie powinny być oznaczone trwale indywidualnym oznaczeniem projektowym zgodnym z projektem obwodów.. Legenda z opisem funkcji działania powinna być umieszczona w szafie w widocznym miejscu.

W szafie mają być połączenia uziemiające składające się z płaskownika miedzianego 6 mm x 40 mm o długości, co najmniej 250 mm ze śrubą uziemiającą M12 i szeregiem otworów o średnicy 10 mm do śrub M8. Przewody PE należy podłączać do szyny zgodnie z zasadą: jeden zacisk – jeden przewód.

Dokumentacja szafy sterowniczej umieszczona w jej wnętrzu musi być napisana w języku polskim i ma zawierać tylko podstawowe dane dotyczące lokalizacji poszczególnych urządzeń i aparatów. Ponadto powinna zawierać progi zadziałania alarmów oraz kryteria sterowania poszczególnymi grupami układu chłodzenia. Dokumentacja ta w formacie A4 musi być zalaminowana.

Rozwiązania konstrukcyjne szafy wraz z wyposażeniem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.10. System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora (STiPC).

Podstawowym zadaniem systemu tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora jest przetworzenie sygnałów pierwotnych generowanych w obwodach wtórnych (pomocniczych) tego autotransformatora na sygnał cyfrowy a następnie umożliwienie ich przesłania poprzez łącza światłowodowe do dalszego wykorzystania, np. w ramach systemu monitoringu stanu technicznego jednostki. System służy również do zdalnej obsługi urządzeń służących do kontroli stanu technicznego jednostki w eksploatacji, zainstalowanych na autotransformatorze i omówionych w pkt 2.11.

Do zadań Wykonawcy autotransformatora, w ramach dostawy należy w tym zakresie:

1) Doprowadzenie do wydzielonej w szafie sterowniczej autotransformatora listwy zaciskowej (listew zaciskowych) sygnałów pierwotnych (np. styków pomocniczych styczników, czujników PT100, urządzeń/sond pomiarowych do kontroli stanu technicznego jednostki w trybie *on-line* – patrz pkty. 2.12.5, 2.12.6, 2.12.7, 2.12.2, itp.), które mają zostać przetworzone na sygnał cyfrowy na potrzeby systemu SSiN.
2) Dostawa i uruchomienie koncentratorów danych (podstawowy i rezerwowy).
3) Dostawa, instalacja i uruchomienie systemu STiPC.

W całym tekście niniejszego dokumentu stwierdzenie, iż dany sygnał podlega przetworzeniu na sygnał cyfrowy, lub jest przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji oznacza, że musi zostać on doprowadzony przez Wykonawcę autotransformatora do listwy zaciskowej wymienionej w ppkt. 1) powyżej. W niektórych przypadkach, objaśnionych w tekście niniejszego dokumentu sygnał taki może być doprowadzony do urządzeń cyfrowych systemu STiPC – ppkt. 2) bez pośrednictwa wymienionej listwy. Uzwojenia pomiarowe przekładników prądowych, z których sygnał podlega przetworzeniu na cyfrowy są doprowadzane do listwy zaciskowej przekładników, do której dołącza się wszystkie uzwojenia tych przekładników (por. pkt 2.8).

W skład systemu STiPC wchodzą następujące elementy:

a) Dwa koncentratory danych (podstawowy i rezerwowy) wraz z ich elementami pomocniczymi, jak karty wejściowe (przetworniki) oraz przetworniki przełącznice światłowodowe do przyłączenia kabli światłowodowych łączących je z systemami stacyjnymi, z zapewnieniem złączek do rozszycia minimum 4 rezerwowych włókien światłowodu.

oraz, jeśli układy o których mowa w pkt 2.12.5, 2.12.6 i 2.12.7 nie są wyposażone w porty umożliwiające ich bezpośrednią z komunikację koncentratorami danych z pkt. a) powyżej. Transmisja danych ma zostać zrealizowana poprzez porty światłowodowe w standardzie [76], [46].

b) Wymagana liczba modułów komunikacyjnych do przekazywania sygnałów z:

- układu do monitorowania on-line stanu izolatorów przepustowych - patrz pkt 2.12.6,
- układu monitoringu wyładowań niezupełnych metodą UHF (sond UHF) umieszczonych we wnętrzu kadzi - patrz pkt 2.12.7,
- urządzenia do pomiaru zawartości wody i gazów w oleju - patrz pkt 2.12.5.
- światłowodowego systemu monitoringu temperatur uzwojeń (hot-spot) parz pkt. 2.12.2

Moduły komunikacyjne muszą obsługiwać odpowiednie protokoły komunikacyjne - wyjścia poszczególnych urządzeń oraz umożliwić wyprowadzenie sygnałów do systemu STiPC (koncentratory danych - podstawowy i rezerwowy).

Minimalna liczba sygnałów, jakie mają być wyprowadzone z koncentratorów danych (opisanych w podpunkcie a) składa się sygnałów zawartych w standardzie [76], [85], [86] oraz z modułów komunikacyjnych opisanych w podpunkcie b. Ostateczna lista sygnałów zostanie uzgodniona na etapie przeglądu projektu.

Elementy systemu STiPC należy zainstalować w wyróżnionej części szafy sterowniczej autotransformatora, w górnej część jednego z jej przedziałów. Przewidywane zapotrzebowanie na miejsce: szerokość ok. 700 mm, wysokość ok. 700 mm przy użytkowej głębokości szafy ok. 450 mm. W tej części szafy, tuż pod wymienionymi urządzeniami należy usytuować listwę zaciskową wymienioną w ppkt. 1 powyżej.

W przypadku, gdyby dane urządzenie znajdowało się poza autotransformatorem (np. w osobnej szafce), wymaga się, aby sygnały z niego zostały doprowadzone do koncentratorów danych opisanych w podpunkcie a.

Szczegóły związane z systemem STiPC autotransformatora podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.11. Ograniczniki przepięć.

Wykonawca musi dobrać, dostarczyć i zainstalować komplet warystorowych ograniczników przepięć do ochrony uzwojeń GN, DN i TN autotransformatora. Ograniczniki NN mają spełniać wymagania PSE S.A. zawarte w Specyfikacji Technicznej nr PSE-ST.[83]. Ograniczniki mają być przyłączone możliwie najkrótszym odcinkiem przewodu do konstrukcji, stanowiącą jedną powierzchnię ekwipotencjalną z kadzią autotransformatora. Wykonawca wypełni i dostarczy tabele danych gwarantowanych dla ograniczników na etapie oferty. Wraz z organicznikami należy dostarczyć liczniki zadziałań oraz podstawy izolacyjne.

Wykonawca musi dobrać i zainstalować zewnętrzne ograniczniki przepięć do ochrony uzwojeń TN zawarte w [83]. Parametry zainstalowanych ograniczników przepięć muszą odpowiadać sieci o izolowanym punkcie neutralnym i najwyższym napięciu roboczym równym 17,5 kV

Wszystkie ograniczniki przepięć mają być instalowane na konstrukcji kadzi autotransformatora lub na jego pokrywie przy zachowaniu bezpiecznych odległości tak, aby nie ograniczać dostępu do innego osprzętu.

Ograniczniki należy przyłączyć możliwie najkrótszym odcinkiem przewodu do konstrukcji, stanowiącej jedna powierzchnię ekwipotencjalną z kadzią autotransformatora.

Ograniczniki powinny być przystosowane do wykonywania ich diagnostyki oraz do łatwego ich demontażu. Należy zainstalować licznik zadziałań ograniczników w miejscu dostępnym do odczytu bez konieczności wyłączania autotransformatora poprzez stosowanie zdalnego odczytu lub dzielonego licznika.

Miejsce posadowienia oraz metodologia i wyniki obliczeń dotyczące doboru ograniczników przepięć zostaną przedstawione podczas Przeglądu Projektu.

2.12. Pozostałe urządzenia do kontroli stanu autotransformatora w eksploatacji.

Autotransformator ma mieć szereg urządzeń (czujników) niezbędnych do kontroli jego stanu technicznego w eksploatacji. Większość sygnałów z tych urządzeń w formie cyfrowej jest wprowadzana do systemu STiPC. Urządzenia monitoringu powinny być wyposażone w styki sygnalizacji uszkodzenia oraz wystąpienia stanu alarmowego. W przypadku wyposażenia urządzeń instalowanych na AT (w tym konwerterów transmisyjnych) w takie styki należy doprowadzić je do listwy zaciskowej w szafie układów chłodzenia w celu wprowadzenia sygnalizacji alarmowej do SSiN za pośrednictwem układu STiPC).

Zestawienie sygnałów należy przedstawić i uzgodnić w ramach Przeglądu Projektu. Zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich urządzeń (czujników) oraz elementów mających kontakt z atmosferą zewnętrzną mają spełniać wymagania nie mniejsze, niż zawarte p. 3.8. (C4-H).

2.12.1. Oporowe czujniki do pomiaru temperatury.

Niezależnie od urządzeń wymienionych, w p. 2.5 należy zainstalować dwa trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju na pokrywie kadzi. Czujniki te muszą być doprowadzone do listwy zaciskowej szaf sterowania. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

2.12.2. Światłowodowy system do pomiaru temperatury.

Należy przewidzieć zastosowanie światłowodowych czujników do bezpośredniego pomiaru temperatury w wybranych miejscach wszystkich uzwojeń strony GN i DN. Sygnały z czujników muszą być doprowadzone do systemu STiPC. Każdy z czujników musi zostać zakończony urządzeniem końcowym umożliwiającym odczyt temperatury w szafie sterowniczej.

Rozmieszczenie czujników – bezpośrednio związane z lokalizacją *hot – spotu* w poszczególnych uzwojeniach podlega uzasadnieniu przez producenta jednostki. Z uwagi na pewność pomiarów należy

zapewnić 50% zapas czujników. Całkowita liczba sprawnych czujników po zakończeniu całości prób nie może być mniejsza niż 6 sztuk (min. po jednym na fazę).

Wymaga się aby wszystkie przepusty światłowodowe pomiędzy częścią olejową a powietrzną były osłonięte w puszce ze stali kwasoodpornej. Puszka ma być zlokalizowana na bocznej ściance kadzi – od strony szafy sterowniczej.

Styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Wyjścia cyfrowe [76] (RS232 lub RS485 lub ethernetu [46]) tego urządzenia należy doprowadzić bezpośrednio do modułów komunikacyjnych wg pkt 2.9. z wyjściem przystosowanym do przesyłania danych bezpośrednio do SSiN.

Szczegóły związane ze światłowodowym pomiarem temperatury wewnątrz autotransformatora (np. doprowadzenie czujników do przepustu pomiarowego, przepust pomiarowy) podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.12.3. Przekaźnik gazowo-przepływowy kadzi głównej oraz przekaźnik przepływowy PPZ.

Na połączeniu olejowym pomiędzy kadzią i jej konserwatorem należy zainstalować dwustopniowy przekaźnik gazowo-przepływowy (Buchholza). Przekaźnik ma mieć wskaźniki umożliwiające obserwację zgromadzonej objętości gazu. Ponadto ma mieć po dwie pary elektrycznie odizolowanych zestyków zamykających się przy powolnym nagromadzeniu się gazu i przy gwałtownym przepływie oleju. Styki te wyprowadza się na listwę zaciskową szafy sterowniczej wg pkt. 2.9. Jedna para styków działających przy powolnym gromadzeniu się gazów będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

Przekaźnik musi być zamontowany wyżej niż najwyższy poziom oleju w kadzi i jednocześnie poniżej minimalnego poziomu oleju w konserwatorze. Lokalizacja przekaźnika ma zapewnić widoczność wskaźnika z poziomu ziemi.

Przekaźnik Buchholza należy wyposażyć w rurkę wraz z urządzeniem umożliwiającym pobranie próbki gazu i/lub oleju, bez konieczności wchodzenia na autotransformator - sprowadzone do poziomu obsługi.

Ponadto na połączeniu olejowym pomiędzy kadzią i jej konserwatorem należy zainstalować i uruchomić układ do wykrywania i sygnalizacji ubytku oleju z konserwatora, lub opracować algorytm sygnalizacyjny w oparciu o wskaźnik poziomu oleju oraz zmian temperatury oleju. Układ należy odpowiednio sparametryzować, tak aby nie sygnalizował przepływów oleju wynikających z naturalnych zmian objętości, w szczególności w efekcie wyłączenia pomp. Układ należy wyposażyć w dwie pary elektrycznie odizolowanych zestyków. Styki te wyprowadza się na listwę zaciskową szafy sterowniczej wg pkt. 2.9. Jedna para styków będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji. Rozwiązanie zostanie omówione na etapie Przeglądu Projektu.

Między każdą komorą przełącznika mocy a konserwatorem przełącznika zaczepów należy zainstalować jednostopniowy przekaźnik przepływowy. Musi mieć on dwie pary styków, które wyprowadza się na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

Pobieranie próbek oleju musi być możliwe do przeprowadzenia w czasie pracy autotransformatora. Przekaźnik musi mieć własną tabliczkę znamionową.

Szczegóły związane z przekaźnikami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.12.4. Wskaźniki poziomu oleju.

Każdy optyczny wskaźnik poziomu oleju montowany w konserwatorze (patrz. pkt 3.6 niniejszej specyfikacji) musi mieć analogowy nadajnik poziomu oleju (pętla prądowa 4 - 20 mA) wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji, (zatem wyprowadzony na listwę zaciskową wg pkt. 2.9), ponadto każdy wskaźnik musi mieć po dwie pary styków alarmowych minimalnego i maksymalnego poziomu oleju wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Jedna para każdego poziomu będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

Wskaźniki poziomu oleju mogą być instalowane na konserwatorze lub na kadzi autotransformatora.

Wskaźniki instalowane na konserwatorze należy zamocować do ścianki konserwatora lub bezpośrednio pod nim, po stronach konserwatora odpowiadających częściom przeznaczonym: dla oleju z kadzi głównej oraz dla oleju z komór przełączników mocy.

Wskaźniki poziomu oleju instalowane na kadzi autotransformatora należy zlokalizować w pobliżu szafy sterowniczej.

Wskaźniki muszą mieć tarczę umożliwiająca odczyt z ziemi poziomu oleju na skali z podziałką podzieloną pomiędzy wartościami skrajnymi na co najmniej 10 części oraz tabliczki z opisami możliwymi do odczytania z ziemi („poziom oleju - kadź", „poziom oleju - PPZ").

Szczegóły związane ze wskaźnikami poziomu oleju podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.12.5. Monitorowanie *on-line* zawartości gazów palnych oraz wody w oleju.

Na autotransformatorze należy zamontować zaakceptowany przez Zamawiającego, wchodzący w zakres dostawy czujnik (urządzenie) do monitorowania *on-line* zawartości osobno każdego z co najmniej trzech gazów palnych (wodór, acetylen, tlenek węgla) oraz wody rozpuszczonych w oleju. Czujnik ma być wyposażony w wyświetlacz, umożliwiający niezależnie od portów komunikacyjnych odczyt wybranej wielkości mierzonej/analizowanej, oraz nastawianie parametrów lub zmianę nastaw

Wymaga się montażu urządzenia do monitoringu on-line zawartości gazów oraz wody w oleju na własnej konstrukcji wsporczej, zlokalizowanej obok transformatora, a nie na transformatorze. Jeżeli

urządzenie posiada głowicę sensora wydzieloną z analizatora, dopuszcza się jej montaż bezpośrednio do transformatora. Wówczas sam analizator należy zamontować na własnej konstrukcji wsporczej, obok transformatora. Należy stosować elastyczne połączenia olejowe. Instalacja hydrauliczna obiegu oleju powinna zawierać elastyczne wstawki (złącza) do kompensacji drgań pochodzących od kadzi autotransformatora.

Zamawiający nie dopuszcza, aby analizator gazów palnych oraz wody w oleju wymagał butli z gazem do poprawnej pracy.

Zakres prac obejmuje również instalację na kadzi autotransformatora zaworów kulowych oraz instalacji niezbędnych do przyłączenia ww. czujnika do obiegu oleju, a także konfigurację i uruchomienie samego czujnika.

Styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Wyjścia cyfrowe [76] (RS232 lub RS485 lub ethernetu [46]) tego urządzenia należy doprowadzić bezpośrednio do modułów komunikacyjnych wg pkt 2.10. z wyjściem przystosowanym do przesyłania danych bezpośrednio do SSiN.

Zasilanie czujnika/urządzenia (220 V DC) z szafy sterowniczej. Do tego celu należy zainstalować w niej wyłącznik, którego dwie pary styków pomocniczych muszą być doprowadzone do listew zaciskowych szafy sterowniczej, przy czym jedna z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

Szczegóły związane z urządzeniem do monitorowania zawartości gazów palnych oraz wody w oleju podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.12.6. Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych.

Należy zastosować urządzenia do monitorowania stanu izolatorów przepustowych GN i DN w trybie on-line w oparciu o tzw. metodę napięciową. Urządzenie ma być wyposażone w wyświetlacz, umożliwiający niezależnie od portów komunikacyjnych odczyt wybranej wielkości mierzonej/analizowanej, oraz nastawianie parametrów lub zmianę nastaw. Metoda napięciowa polega na pomiarze napięcia na kondensatorze referencyjnym, który z jednej strony jest dołączony do zacisku pomiarowego, a z drugiej strony do potencjału GND. Wykonawca przygotuje na listwie zaciskowej w szafie sterowniczej miejsce do wpięcia sygnału pomiarowego napięcia fazowego z pól autotransformatora (z przekładników napięciowych w polach). Sygnał napięciowy zapewnia Zamawiający.

Monitorowanie w zakresie współczynnika stratności dielektrycznej tgδ, pojemności C, będzie miało miejsce przy wykorzystaniu zacisków pomiarowych – patrz pkt 2.6 niniejszej specyfikacji. Producent autotransformatora dostarczy i zainstaluje odpowiednie urządzenia oraz ich zasilanie – patrz pkt 2.9 niniejszej specyfikacji.

Styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Wyjścia cyfrowe [76] (RS232 lub RS485 lub ethernetu [46]) tego urządzenia należy doprowadzić bezpośrednio do modułów komunikacyjnych wg pkt 2.10. z wyjściem przystosowanym do przesyłania danych bezpośrednio do SSiN).

Wykonawca dokona uruchomienia systemu monitoringu oraz jego kalibracji, po doprowadzeniu przez Zamawiającego sygnałów referencyjnych z przekładników napięciowych na Stacji Elektroenergetycznej.

Szczegóły związane z zapewnieniem warunków do monitorowania stanu izolatorów przepustowych podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.12.7. Monitorowanie *on-line* wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHF.

Do zadań Wykonawcy należy wskazanie miejsc na kadzi do montażu sond umożliwiających prawidłowe wykonanie badania za pomocą sond UHF. Dobór i rozmieszczenie zaworów należy wykonać zgodnie z zaleceniami ich producenta. W przypadku braku możliwości wykorzystania istniejących zaworów do przeprowadzania przedmiotowych pomiarów kadź jednostki należy wyposażyć w dedykowane zawory do montażu sond UHF.

Realizacja układu pomiarowego leży w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy. Producent autotransformatora zapewni miejsce w szafie sterowniczej do zainstalowania odpowiednich urządzeń oraz ich zasilanie – patrz pkt 2.9 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły związane z zapewnieniem warunków do monitorowania on-line wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHF podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.13. Kable i przewody.

Wszystkie przewody i kable, w tym kable koncentryczne, dostarcza Wykonawca autotransformatora. Muszą to być przewody (kable) ekranowane z żyłami miedzianymi o izolacji olejoodpornej. Każdy przewód na obu końcach musi mieć znacznik/końcówkę adresową.

Każdy koniec przewodu przyłączony do listwy zaciskowej lub aparatu musi być zaopatrzony w końcówkę adresową w kolorze białym lub żółtym z trwałym i czytelnym czarnym nadrukiem. Końcówka adresowa od strony listwy lub aparatu musi zawierać oznaczenie docelowej listwy i zacisku, do którego dany przewód jest przyłączony oraz adres urządzenia podłączonego na drugim końcu w formacie oznaczenia lokalizacji obiektu: szafa/listwa: zacisk. Nie dopuszcza się ręcznie wypisywanych lub poprawianych końcówek adresowych. Wymaga się, aby końcówki adresowe charakteryzowały się pewnym mocowaniem. Należy zachować jednolity kierunek tekstu na końcówkach adresowych po obu stronach danej listwy zaciskowej.

Kolorystyka izolacji przewodów – wg zasad stosowanych w PSE, a mianowicie:

1) obwody wtórne przekładników prądowych – przewód o brązowym kolorze izolacji – przekrój min. 2,5 mm^2,
2) obwody wtórne przekładników napięciowych – przewód o szarym kolorze izolacji – przekrój min. 1,5 mm^2,
3) obwody sterowania – przewód o czerwonym kolorze izolacji, dodatkowo zaciski potencjałów z możliwością wyposażenia w tuleje pomiarowe,
4) obwody stałoprądowe zabezpieczeń, automatyki i sygnalizacji – przewód o czarnym kolorze izolacji – przekrój min. 1,5 mm^2,
5) przewody połączeń uziemiających mają być o zielono-żółtym kolorze izolacji, przekrój min. 2,5 mm^2.

Dopuszcza się zastosowanie innej kolorystyki izolacji przewodów, co wymaga oceny i akceptacji Zamawiającego na etapie przeglądu projektu.

Kable i przewody muszą być ułożone i zabezpieczone w sposób staranny i uporządkowany, na zewnątrz szafy sterowniczej – na stelażach kablowych lub w rurach ochronnych a połączenia wewnątrz szafy, między aparatami a listwami zaciskowymi musza być układane w korytkach z tworzywa sztucznego. Główne wiązki przewodów na pokrywie kadzi powinny być prowadzone w systemowych korytkach kablowych odpornych na działanie UV. Przewody 400/230 V prądu przemiennego musza być oddzielone od innych przewodów. Przewody i połączenia nie mogą utrudniać dostępu do zacisków, wyposażenia i montowanych urządzeń. Połączenia musza być zgodne ze schematem połączeń opracowanym przez Wykonawcę w projekcie wykonawczym zatwierdzonym przez Zamawiającego.

Zakończenia linkowych żył kabli musza być albo wykonane przez zaciśnięcie (z odpowiednim zabezpieczeniem) albo mieć formę zacisków zapewniających odpowiednie połączenie. W obwodach przekładników prądowych należy stosować zaciski śrubowe lub sprężynowe przeznaczone konstrukcyjnie do takich obwodów. Muszą mieć one elementy zabezpieczające przed przypadkowym rozłączeniem obwodu oraz umożliwić doraźne dołączenie testera.

Wszystkie przejścia kabli oraz ich wprowadzenia do szaf muszą być uszczelnione.

Konfiguracja i organizacja listew zaciskowych ma uwzględniać pogrupowanie obwodów wg funkcji (prądowe, napięciowe, sterowania łącznikami, itd.). Listwy zaciskowe, podobnie jak przyłączone do nich przewody muszą być odpowiednio oznaczone, a ich kolorystyka musi odpowiadać kolorystyce przewodów (jw).

Listwy zaciskowe mają być tak zamontowane, aby był łatwy dostęp do przewodów, połączeń i oznaczeń. Mają również dawać przejrzysty obraz rozprowadzenia przyłączy kablowych. Należy stosować listwy o maksymalnej długości, o ile pozwala na to konstrukcja, do której listwa jest montowana, niezależnie od ilości zacisków przewidzianych w projekcie. Umożliwi to łatwą, dalszą rozbudowę listwy. Minimalna odległość między listwami 15 cm. Minimalna odległość listwy poziomej od dna konstrukcji 30 cm.

Zamawiający udostępni Wykonawcy kable zasilające na stanowisku autotransformatora, a Wykonawca w uzgodnieniu z Zamawiającym przyłączy kable w odpowiednich szafkach i skrzynkach przyłączeniowych.

Przewody (kable koncentryczne, światłowodowe i inne) łączące sondy zamontowane na zaciskach pomiarowych izolatorów przepustowych oraz sondy UHF z urządzeniami je obsługującymi (por. pkt 2.9 niniejszej specyfikacji) dostarcza i układa Zamawiający lub upoważniona przez niego firma. Wykonawca autotransformatora umożliwi ułożenie tych kabli i przewodów zapewniając właściwe uchwyty na kadzi, np. używane do mocowania kabli do skrzynek zaciskowych przekładników prądowych w kominkach. Wykonanie połączeń między odpowiednią listwą a wspomnianymi urządzeniami leży również w gestii Dostawcy lub upoważnionej przez niego firmy.

Szczegóły związane z okablowaniem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.14. Układ autotransformatora i wybranych elementów kadzi.

Izolatory przepustowe uzwojeń GN i DN oraz punktu neutralnego należy rozmieścić wzdłuż dłuższych boków kadzi. Izolatory przepustowe mają być zamontowane w kominkach umieszczonych na pokrywie kadzi. Nie dopuszcza się wyprowadzenia izolatorów poprzez boczne ścianki kadzi.

Wyprowadzenia uzwojenia TN należy umieścić na krótszym boku kadzi, po prawej stronie kadzi patrząc od strony izolatorów GN. Przełącznik zaczepów należy umieścić po lewej stronie kadzi patrząc od strony izolatorów GN.

Konserwator kadzi wraz z konserwatorem przełącznika zaczepów, jeśli stanowi jego wydzieloną część należy umieścić poza obrysem kadzi, po lewej stronie kadzi patrząc od strony izolatorów GN. Oś konserwatora ma być wtedy prostopadła do dłuższej osi kadzi. W autotransformatorach 400/220kV i 400/110kV konserwator może być również umieszczony nad pokrywą i wtedy jego oś będzie równoległa do dłuższej osi kadzi. Jeśli konserwator przełącznika zaczepów stanowi oddzielny element, to należy go umieścić przy konserwatorze głównym, tak, aby nie zwiększać wymiarów gabarytowych autotransformatora. Wysokość konserwatora przełącznika nie może być niższa od wysokości konserwatora kadzi.

Wszystkie ograniczniki przepięć mają być instalowane na konstrukcji kadzi autotransformatora lub na jego pokrywie przy zachowaniu bezpiecznych odległości tak, aby nie ograniczać dostępu do innego osprzętu.

Radiatory (baterie radiatorów) należy rozmieszczać wzdłuż dłuższych boków kadzi. Nie dopuszcza się instalowania radiatorów na krótszych bokach kadzi.

Szafę sterowniczą należy mocować do krótszego boku kadzi, po stronie przeciwnej niż wyprowadzenia uzwojenia TN.

Czujnik wody i gazów oraz rozszerzalnościowy miernik temperatury oleju w górnej warstwie należy umieścić w pobliżu szafy sterowniczej.

Wymagania dotyczące drabiny oraz pomostu podano w pkt 3.7 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły związane z układem autotransformatora i jego elementów podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3. KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE.

3.1 Kadź i pokrywa.

Kadź oraz pokrywa górna autotransformatora mają być zaprojektowane i wykonane z odpowiedniej jakości materiałów zapewniając odpowiednią wytrzymałość i sztywność podczas transportu, unoszenia, procesów lewarowania oraz nadciśnienia mogące powstawać podczas ewentualnych uszkodzeń wewnętrznych jednostki niezależnie od miejsca ich lokalizacji. Wszystkie części kadzi (oprócz włazów rewizyjnych, mocowania głowic podobciążeniowych przełączników zaczepów, zaworów itp.) mają być łączone poprzez spawanie (nie dopuszcza się łączenia elementów kadzi za pomocą połączeń skręcanych ani nitowanych). Zabezpieczenie antykorozyjne kadzi oraz wszystkich elementów mających kontakt z atmosferą zewnętrzną mają spełniać wymagania nie mniejsze, niż zawarte p. 3.8 (C4-H).

Kompletnie zmontowany autotransformator wraz z kadzią, radiatorami, wszystkimi połączeniami olejowymi, zaworami, zastawkami oraz z pozostałym osprzętem i z zaworami przeciwwybuchowymi zainstalowanymi na swoim miejscu, ale przy zastąpieniu ich membrany przez płytę stalową musi wytrzymywać bez trwałych, widocznych odkształceń:

1) Napełniony olejem: wewnętrzne nadciśnienie 50 kPa mierzone na pokrywie.
2) Bez oleju: próżnię we wnętrzu o wartości -99,9 Pa (według PWT: pkt. 2.6 – tabela 8 lp. 3 oraz p. 2.9. Tabeli danych gwarantowanych Lp. 9.3).

W tych warunkach autotransformator musi być szczelny przy maksymalnie dopuszczalnej temperaturze oleju, która może wystąpić w czasie jego eksploatacji. Podkreśla się, że przecieki kadzi nie mogą wystąpić podczas całego okresu technicznego życia autotransformatora, to jest przez co najmniej 55 lat.

Należy stosować uszczelnienia dostosowane do temperatury pracy autotransformatora zarówno w stanach normalnych jak i zakłóceniowych oraz niewchodzące w reakcję z olejem transformatorowym. W stosunku do uszczelek wykonanych z gumy, Zamawiający wymaga aby guma odporna była na olej transformatorowy przeznaczona do pracy w zakresie temperatur od -25°C do +160°C

Typ zastosowanego materiału na uszczelnienia podlegać będzie opiniowaniu podczas Przeglądu Projektu.

Na kadzi należy przewidzieć miejsca (uchwyty) dla montażu ograniczników przepięć. Projekt ma uwzględniać usytuowanie ograniczników jak najbliżej izolatorów przepustowych przy zachowaniu bezpiecznych odległości. Wytrzymałość mechaniczna kadzi ma uwzględniać posadowienie ograniczników na niej.

Autotransformator musi być tak zaprojektowany i wyposażony, aby na stanowisku pracy mógł być napełniany olejem pod próżnią, niezależnie od tego czy był transportowany z olejem czy bez.

Pokrywę należy zespawać z kadzią, przy czym szerokość kryzy kadzi i pokrywy musi umożliwić w przyszłości co najmniej dwukrotne ich rozdzielenie (odżłobienie) np. w drodze odcięcia zespawanych fragmentów).

Konstrukcja pokrywy ma zapewniać łatwe i skuteczne odprowadzanie wody deszczowej, ale jednocześnie nie może być niebezpieczna dla personelu pracującego na niej. Pokrywa musi być płaska. Na pokrywie należy umocować (przyspawać) elementy (uchwyty/kotwy) umożliwiające obsłudze przypięcie się do nich za pomocą pasa bezpieczeństwa, co najmniej w każdym z jej narożników. Całą lub część pokrywy należy pomalować farbą przeciwpoślizgową.

Należy przewidzieć następujące elementy umożliwiające przemieszczanie, montaż oraz demontaż całkowicie zmontowanego i napełnionego olejem autotransformatora:

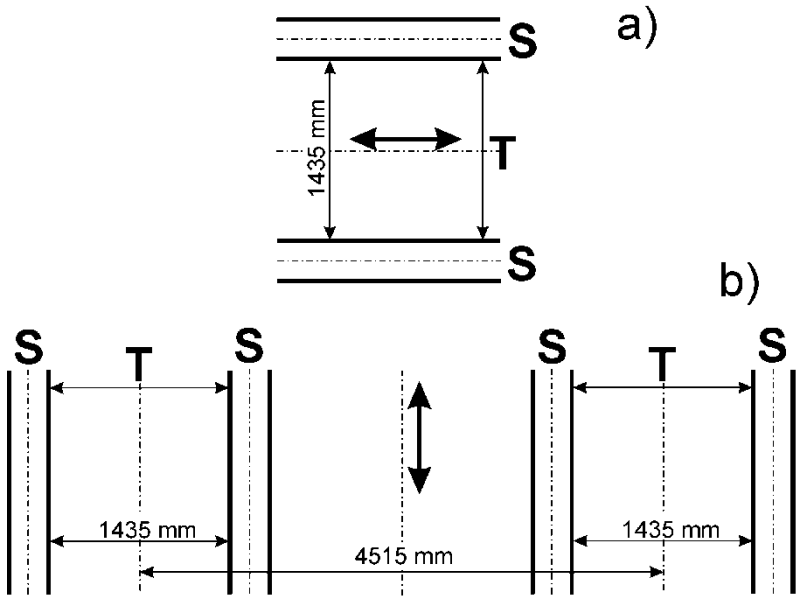
a) Cztery płyty podnośnikowe (inaczej wsporniki do lewarowania) umożliwiającą nieznaczne podniesienie kompletnie zmontowanego autotransformatora (np. celem założenia kół jezdnych lub zmiany ich położenia).

b) Co najmniej cztery ucha do założenia lin dla przesunięcia kompletnie zmontowanego autotransformatora na własnych kołach w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tej osi).

c) Ucha do podnoszenia pokrywy kadzi, konserwatora i przełącznika zaczepów.

Autotransformator musi mieć odejmowalne koła jezdne (lub zestawy kół jezdnych) umożliwiające jego przetoczenie w stanie praktycznego zmontowania (bez zainstalowanych baterii radiatorów) w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tej osi) na odległość do ok. 50 m celem umieszczenia go na stanowisku pracy.

Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania autotransformatora podano niżej na rys. nr 1.



Rys. nr 1. Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania autotransformatora w kierunku wzdłużnym – a) i w kierunku poprzecznym –b). S – szyna jezdna, T – tor jezdny. Rysunek nie zachowuje skali.

Przy ustawieniu i przetaczaniu autotransformatora w kierunku poprzecznym (tj. prostopadłym do podłużnej osi kadzi) część kół jezdnych stoi na jednym torze jezdnym o prześwicie 1435 mm zaś część na drugim równoległym do niego, też o prześwicie 1435 mm. Osie tych torów są rozstawione na odległość 3*1505 = 4515 mm.

Zestawy kół jezdnych mają być tak zaprojektowane, aby nierównomierności szyn, po których jest przetaczana jednostka, nie powodowały ich zablokowania. Elementem wyposażenia autotransformatora (jego kół jezdnych) muszą być ograniczniki umożliwiające zablokowanie kół po ustawieniu na miejscu pracy.

Nie dopuszcza się zastosowania panelowych ekranów głuszących mocowanych do ścianek kadzi, lub (nawet częściowo) do pokrywy bądź ekranu akustycznego jako oddzielnego elementu (komory akustycznej) otaczającego kadź autotransformatora i znajdującego się w pewnej odległości od niego.

Nie dopuszcza się rozwiązań ze stosowaniem materiału wygłuszającego pomiędzy ścianami kadzi, w przypadku ich zastosowania nie dopuszcza się aby zewnętrzna ścianka kadzi była mocowana do kadzi w inny sposób, niż poprzez spawanie i miała pełną wytrzymałość na nadciśnienie i podciśnienie.

Autotransformator powinien być wyposażony w kieszeń olejową zlokalizowaną pod pokrywą kadzi, w której zostaną umieszczone próbki papieru, kawałek przewodu izolowanego papierem, fragmenty zastosowanych w izolacji elementów preszpanowych. Niniejsze próbki mają służyć ocenie zestarzenia izolacji stałej po długoletniej eksploatacji. Rozwiązanie techniczne kieszeni powinno umożliwić obranie próbki izolacji bez konieczności upuszczenia oleju z kadzi.

Szczegóły związane z kadzią i pokrywą autotransformatora podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.2 Uziemienia kadzi i innych elementów.

W dolnej części kadzi muszą się znajdować dwa występy z zaciskami uziemiającymi, odpowiednie do przyłączenia płaskownika miedzianego, miedziowanego lub z ocynkowanej taśmy stalowej (bednarki) o powierzchni 25x100 mm/mm.

Jeden zacisk uziemiający należy umieścić po prawej stronie patrząc od strony izolatorów przepustowych GN, drugi zacisk uziemiający – po drugiej stronie kadzi, po prawej stronie patrząc od strony izolatorów przepustowych DN. Obydwa zaciski należy tak umieścić, aby nie kolidowały z innymi elementami na kadzi.

Powierzchnia styków ma być zabezpieczona przed korozją w sposób zapewniający właściwy styk elektryczny.

Szafa sterownicza ma być uziemiona poprzez zastosowanie widocznego połączenia.

Przekładniki prądowe mają być uziemione w szafce połączeniowej do widocznego na zewnątrz, wspólnego zacisku uziemiającego o przekroju kabla uziemiającego co najmniej 25mm^2.

Wszystkie elementy metalowe niezespawane z kadzią muszą być uziemiane niezależnie i przyłączone do zacisków uziemiających.

Szczegóły związane z uziemieniem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.3 Zawory i armatura.

Kadź autotransformatora należy wyposażyć w następujące zawory i armaturę, przy czym ich rozmieszczenie oraz szczegóły konstrukcyjne powinny być zaakceptowane przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

Najważniejsze z nich wymieniono w poniższym wykazie.

1. Dwa złącza 25 mm (DN25) do pobierania próbek oleju z góry i dołu kadzi wyposażone w zawory kulowe oraz końcówki mosiężne umieszczone u dołu ścianki kadzi. Punkt pobierania próbki oleju z góry kadzi musi być doprowadzony do dołu, tak, aby był dostępny z poziomu ziemi. Zawory muszą być wyposażone w króćce umożliwiające pobieranie próbek oleju do strzykawki. Króćce muszą być wyposażone w nakręcane zaślepki w celu zapewnienia odpowiedniej czystości.
2. Złącze lub po dwa złącza DN25 (z zaworami i końcówkami) z każdej komory PPZ umożliwiające pobranie próbki oleju z komory PPZ bez konieczności wyłączenia jednostki z

poziomu obsługi (z góry do badań DGA, z dołu do badań właściwości fizykochemicznych) – w zależności od rozwiązania konstrukcyjnego PPZ.

3. Dwa złącza ściekowe (spustowe) 80 mm lub 50 mm (DN80 lub DN50) zlokalizowane na dolnej ściance kadzi na każdym końcu kadzi, wyposażone w zawory kulowe oraz mosiężne końcówki. Złącza te będą również wykorzystywane do napełniania kadzi olejem oraz do obiegowego uzdatniania oleju. Złącza mają być wprowadzone w kieszeń, lub znaleźć się możliwie blisko połączenia ścianki kadzi z dnem kadzi. Dostęp do nich musi być łatwy.
4. Dwa złącza 80 mm lub 50 mm (DN80 lub DN50) na pokrywie kadzi do napełniania olejem oraz do obiegowego uzdatniania oleju. Mają być one wyposażone w dwa 90^0 kolankowe zawory kulowe oraz mosiężne końcówki oraz umieszczone na przeciwległych krańcach pokrywy kadzi. Co najmniej jedno z nich musi być przystosowane do wytwarzania próżni w kadzi.
5. Jedno złącze 25 mm (DN25) wyposażone w zawór kulowy z mosiężną końcówką zlokalizowane na pokrywie kadzi w pionie powyżej złącza 25 mm do pobierania próbki oleju z dołu kadzi przeznaczone do przyłączenia przyrządu pomiarowego próżni oraz ciśnienia lub też wskaźnika poziomu (elastycznego węża z tworzywa sztucznego) przy napełnianiu próżniowym. Złącza z poz. 3 powyżej mogą spełniać tą funkcję, o ile oba są przystosowane do wytwarzania próżni.
6. Dwa złącza/korki ściekowe na dole kadzi, o ile złącze z poz. 2. nie daje pewności, że cały olej z kadzi zostanie usunięty.
7. Odpowiednie zawory z kryzami do przyłączenia urządzenia do monitorowania w trybie *on-line* zawartości w oleju, co najmniej trzech gazów palnych – patrz pkt 2.11.5 niniejszej specyfikacji. Parametry techniczne zaworu muszą być dostosowane do wymagań urządzenia do monitoringu.
8. Zastawki/zawory o odpowiedniej średnicy umieszczone na wlocie do każdego radiatora (baterii radiatorów) oraz na wylocie z każdego z nich umożliwiające odcięcie od kadzi i pozostałych radiatorów (baterii radiatorów).
9. Zawory do odcięcia kolektorów oleju od kadzi.
10. Korki (zawory) do odpowietrzania radiatorów, baterii radiatorów oraz kolektorów.
11. Korki (zawory) spustowe oleju z radiatorów, baterii radiatorów i kolektorów.
12. Kieszenie termometrowe na pokrywie do pomieszczenia oporowych czujników temperatury.

Każde złącze dostępne z poziomu ziemi musi być wyposażone w system zabezpieczenia przed nieuprawnionym poborem oleju (przystosowane do zamknięcia na kłódkę i do plombowania). Muszą być w nie wyposażone na dzień odbioru pomontażowego.

Wszystkie elementy i urządzenia związane z układem chłodzenia (zawory, pompy, czujniki, przekaźniki montowane na kadzi autotransformatora, grzejniki, separatory oleju itp.) muszą być opisane i oznaczone odpowiednim symbolem na wszystkich schematach ideowych i tabliczkach dotyczących autotransformatora (dla zaworów: nr zaworu zgodny z tabliczką zaworową wraz z nazwą funkcjonalną zaworu).

Autotransformatory transportowane z olejem zakrywającym rdzeń i uzwojenie mają mieć wskaźnik poziomu oleju na czas transportu.

Szczegóły w ww. sprawach zostaną omówione i uzgodnione w ramach przeglądu projektu.

Szczegóły związane z zaworami i armaturą podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.4 Włazy.

Na ścianach kadzi, a jeśli potrzeba to również na pokrywie należy przewidzieć włazy i otwory rewizyjne. Mają one umożliwiać łatwy dostęp celem sprawdzenia, naprawy lub wymontowania przekładników prądowych, elementów przełącznika zaczepów, połączeń uzwojeń jak również innych elementów wymagających rutynowego lub awaryjnego przeglądu.

Należy przewidzieć co najmniej jeden właz umożliwiający dostęp do wybieraka przełącznika zaczepów.

Włazy mają mieć wymiar 660x660 mm lub średnicę 660 mm celem umożliwienia łatwego dostępu do przełącznika zaczepów. Otwory rewizyjne mają mieć wymiar 300x600 mm lub średnicę 400 mm.

Wszystkie włazy, otwory rewizyjne oraz otwory izolatorów przepustowych umieszczone na pokrywie mają mieć kryzy, aby uniemożliwić dostanie się wody przez otwór powstały po zdjęciu ich pokryw.

Na pokrywie kadzi mają się znajdować, co najmniej dwa włazy celem umożliwienia dostępu do wnętrza bez potrzeby obniżania poziomu oleju poniżej górnej powierzchni rdzenia.

Połączenia wszystkich włazów, otworów oraz kominków izolatorów przepustowych z kadzią/pokrywą mają być śrubowe oraz mają mieć odpowiednie uszczelki i kryzy. Uszczelki muszą być wykonane z gumy olejoodpornej lub równoważnego materiału olejoodpornego. Należy zastosować połączenia wyrównawcze pomiędzy wszystkimi elementami przewodzącymi, których montaż został wykonany z użyciem elementów uszczelniających.

Wszędzie gdzie jest to możliwe należy stosować "O ringi" (pierścienie uszczelniające o przekroju kołowym) w przeznaczonych do rozmontowywania połączeniach kryzowych. Powierzchnie metalu muszą być starannie oczyszczone, aby zapobiec przywieraniu uszczelek. Należy stosować właściwe odboje przy uszczelkach celem uniknięcia nadmiernego ich ściśnięcia.

Kadź autotransformatora należy dostosować do zamontowania w niej sond do badania wyładowań niezupełnych metodą UHF. Dobór i rozmieszczenie zaworów należy wykonać zgodnie z zaleceniami ich producenta oraz przedstawić do zaakceptowania na przeglądzie projektu

Szczegóły związane z włazami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.5 Zawory przeciwwybuchowe.

Na kadzi należy umieścić co najmniej dwa zawory przeciwwybuchowe. Należy przewidzieć kierownice i odcinki rur uniemożliwiające w przypadku działania zaworów opryskanie osób, które znajdą się przy kadzi na poziomie ziemi, jeśli usytuowanie zaworów bez tych elementów umożliwiłoby takie opryskanie.

Każdy zawór musi mieć dwie pary styków wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

Szczegóły związane z zaworami przeciwwybuchowymi oraz ich lokalizacją podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.6 Konserwatory.

3.6.1. Budowa konserwatorów.

Autotransformator ma być wyposażony w konserwator główny połączony z kadzią za pomocą rury o średnicy wewnętrznej ok. 80 mm zaopatrzonej w zawór ze wskaźnikiem położenia zaworu z wydzielonym fragmentem dla podobciążeniowego przełącznika zaczepów.

Konserwator musi być szczelny i mieć olejoszczelny worek gumowy lub membranę połączone z atmosferą za pośrednictwem odwilżacza. Zabezpieczenie antykorozyjne konserwatorów mają spełniać wymagania nie mniejsze, niż zawarte p. 3.8 (C4-H).

Objętość konserwatora głównego musi być adekwatna do zmian objętości oleju, które mogą pojawić się w eksploatacji pomiędzy skrajnymi stanami autotransformatora, a mianowicie stanem jednostki niepracującej i temperaturze otoczenia - 30°C oraz stanem jednostki pracującej przy pełnym obciążeniu w temperaturze otoczenia + 40°C. Przy temperaturze otoczenia - 30°C i wyłączonym autotransformatorze poziom oleju musi być widoczny we wskaźniku poziomu oleju. Przy temperaturze otoczenia +40ºC i maksymalnym obciążeniu autotransformatora w stanach ustalonych poziom oleju nie może przekraczać poziomu dopuszczalnego i również musi być widoczny we wskaźniku poziomu oleju.

Do DTR należy przedstawić tabelkę wskazującą poziom oleju w konserwatorze w zależności od jego temperatury.

Wymagania dotyczące analogowego nadajnika poziomu oleju, będącego częścią wskaźnika poziomu oleju podano w pkt 2.12.4 niniejszej specyfikacji.

3.6.2. Wyposażenie konserwatorów.

Każdy konserwator musi być wyposażony w następujące akcesoria:

1. Przyłącze do napełniania olejem wprowadzone na dole konserwatora i przedłużone w jego wnętrzu tak aby sięgać do wysokości około 40 mm od góry konserwatora.
2. Odpowiednio zamocowaną rurę z zaworem o średnicy 50 mm lub 80 mm (DN50, lub DN 80) oraz mosiężną końcówką, biegnącą od góry konserwatora do kadzi autotransformatora tak, aby można było napełniać kadź z tego miejsca.
3. Połączenie do opróżniania o średnicy 25 mm wyposażone w zawór DN25 oraz mosiężną końcówkę.
4. Oddzielne odwilżacze silikażelowe worka powietrznego konserwatora głównego i konserwatora przełącznika zaczepów.
5. Właz u góry konserwatora głównego.
6. Niezależne wskaźniki poziomu oleju części kadzi głównej oraz PPZ widoczne z poziomu ziemi lub sprowadzone do poziomu obsługi.
7. Ucha do podnoszenia.

W połączeniu olejowym pomiędzy kadzią a konserwatorem głównym należy zainstalować dwustopniowy przekaźnik gazowo-przepływowy (Buchholza) a między każdą komorą przełącznika mocy a konserwatorem przełącznika zaczepów jednostopniowy przekaźnik przepływowy. Wymagania dotyczące tych przekaźników podano w pkt 2.12.3 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły związane z konserwatorami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.7 Drabina i pomost.

Autotransformator należy wyposażyć w drabinę z pomostem (podestem) mocowanymi do kadzi i pokrywy. Mają one ułatwić dostęp do pokrywy oraz obserwację pokrywy, a szczególnie przekaźnika gazowo – przepływowego. Pomost należy usytuować prostopadle do podłużnej osi kadzi nad szafą sterowniczą, tj. od strony konserwatora głównego. Może on znajdować się całkowicie lub częściowo poza obrysem kadzi i nie może ograniczać swobodnego dostępu do przekaźników przepływowych ppz i zaworów przeciwwybuchowych ppz. Musi także umożliwiać wyjęcie głowic przełącznika zaczepów bez demontażu podestu i jego elementów. Jego długość nie może być mniejsza od szerokości (obrysu) kadzi. Pomost musi mieć barierkę o wysokości min. 1100 mm lub system asekuracji przed upadkiem [74], co najmniej na swym końcu oraz od strony przeciwnej niż pokrywa kadzi. Barierki podestu należy wyposażyć w bortnice podestowe. Minimalna szerokość pomostu to 600 mm.

Drabinę należy usytuować tak, aby umożliwiała ona wygodne i bezpośrednie wejście na ww. pomost. W górnej części drabina ma mieć zabezpieczenie przed przypadkowym odpadnięciem od niej wchodzącego człowieka. Dolna część drabiny musi się kończyć na poziomie pomostu przy szafie sterowniczej (jeśli taki zastosowano) lub tuż nad poziomem tłucznia w misie olejowej. Dolną części drabiny należy wyposażyć w element(y) zabezpieczające przed nieuprawnionym wejściem. Klapa zamykająca podest musi być zamykana na kłódkę ze stali nierdzewnej (INOX) wyposażoną w komplet 3 kluczy.

Zabezpieczenie antykorozyjne drabiny i pomostu mają spełniać wymagania nie mniejsze, niż zawarte p. 3.8 (C4-H).

Pomost wraz z drabiną powinien zostać zamontowany na czas realizacji prób FAT- próby typu..

Szczegóły związane z drabiną i pomostem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.8 Wykończenie oraz ochrona przed korozją.

Zewnętrzną powierzchnię kadzi, pokrywy, konserwatora, rurociągów, kolektorów, szafy sterowniczej itp. należy starannie wyczyścić, a następnie pomalować farbą wodoodporną (farbami wodoodpornymi) o wysokiej trwałości zgodnie z normą [37] o korozyjności kategorii C4-H.

Radiatory mają być bardzo starannie ocynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461, lub też pomalowane identycznie jak ww. elementy.

Wszystkie elementy łączące narażone na wpływy atmosferyczne muszą być galwanizowane lub kadmowane.

Na wszystkich etapach produkcji należy upewniać się, czy chropowate miejsca, takie jak spawy zostały starannie wyczyszczone i pomalowane. Powłoki antykorozyjne muszą zapewnić trwałość ochrony przez minimum 55 lat. Kadź ba być koloru jasnoszarego (RAL 7032)

Wnętrze kadzi ma być wykończone za pomocą farby odpornej na olej, która nie zanieczyszcza oleju i nie powoduje generacji w oleju tzw. gazów pasożytniczych [37], [73]. Wykonawca musi zapewnić farbę na poprawki lakiernicze po zainstalowaniu autotransformatora. Wnętrze kadzi powinno zostać pomalowane na jasny kolor (biały lub inny zbliżony do białego) i przedstawiony do akceptacji zamawiającego.

Wszystkie połączenia śrubowe mają być wykonane z materiałów odpornych na korozję klasy A4 [72], potwierdzony certyfikatem producenta..

Szczegóły związane z ochroną przed korozją podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.9 Ogólne wymagania dotyczące połączeń spawanych.

Dostawca zapewni wykonanie wszelkich złączy spawanych z uwzględnieniem wymagań normy: [65] lub [66].

Każde połączenie spawane powinno zostać wykonane w oparciu o WPQR i WPS. Kwalifikowanie połączeń spawanych należy przeprowadzić zgodnie z normami: [47] (stal), [48] (miedź).

Spawacze i operatorzy spawalniczy powinni posiadać w chwili wykonywania połączeń spawanych ważne Świadectwa zgodnie z normami: [49] (dla stali) i [50] (dla miedzi) oraz [51].

Dostawca przekaże Zamawiającemu po zakończeniu procesu produkcji wraz ze zgłoszeniem gotowości do Odbioru Fabrycznego zestawienie materiałowe wszelkich użytych materiałów z odniesieniem do pozycji rysunkowych dokumentacji uzgodnionej z Zamawiającym. Dla wszelkich materiałów metalowych użytych do produkcji Urządzenia Dostawca przekaże Zamawiającemu Świadectwa odbioru 3.1 lub 3.2 wg [52]. Wyjątkiem są materiały dodatkowe użyte do spawania oraz elementy złączne dla których akceptowalne są Atesty 2.2 wg [52].

Połączenia spawane powinny spełniać wymagania poziomu jakości „B” – dla połączeń odpowiedzialnych za szczelność, nośność, sztywność oraz wytrzymałość na nadciśnienie i podciśnienie oraz uszy do podnoszenia kadzi - wg [53], połączenia spawane elementów doczepianych (wsporniki, szafki, prowadzenie tras kablowych, rurki odpowietrzające i łączące kadź z wyposażeniem autotransformatora, itp.) powinny spełniać wymagania poziomu jakości „C” wg [53].

Personel badań nieniszczących powinien posiadać odpowiednie uprawnienia wg normy [54].

Wszystkie połączenia spawane powinny zostać poddane badaniu wizualnemu VT (z ang. Visual Test) zgodnie z normą [64] a stwierdzone niezgodności spawalnicze powinny zostać ocenione zgodnie z normą [53].

Badania penetracyjne PT (z ang. Dye Penetrant Test) powinny zostać wykonane wg [55] a wskazania powinny zostać ocenione wg [56].

Badania magnetyczno proszkowe MT (z ang. Magnetic Particle Test) powinny zostać wykonane wg [57] wskazania powinny zostać ocenione wg [58].

Badania radiologiczne RT (z ang. Radiographic Test) powinny zostać wykonane wg [59] a wskazania powinny zostać ocenione wg [60].

Badania ultradźwiękowe UT (z ang. Ultrasonic Test) powinny zostać wykonane wg [61] a wskazania powinny zostać ocenione wg [62] oraz [63].

3.10 Stopień ochrony szafek sterowniczych oraz innych elementów i urządzeń instalowanych na autotransformatorze.

Szafki sterownicze oraz inne elementy i urządzenia instalowane na autotransformatorze muszą mieć stopień ochrony (IP) [27], co najmniej: IP 54 .

3.11 Tabliczka znamionowa i schematowa oraz oznaczenia.

Wszystkie tabliczki (znamionowe, schematowe, oznaczeniowe) muszą być w języku polskim. Mają być one odporne na czynniki zewnętrzne.

Autotransformator należy wyposażyć w dwie tabliczki:

1. Tabliczkę znamionową zawierającą dane zgodnie z [2] z uwzględnieniem:
   a) Schematu połączeń uzwojeń z zaznaczeniem wszystkich przekładników prądowych.
   b) Oznaczenia zacisków przekładników prądowych i ich parametrów (w tym i zwojów pomiarowych).
   c) Schematycznego rozmieszczenia zacisków uzwojeń na kadzi oraz przełączników zaczepów.
   d) Tabela z parametrami przeciążalności zawierająca informacje zgodnie z p. 6.2.1 pp. 1-4;

   Dopuszcza się podział tabliczki znamionowej na dwie oddzielne części. Jedna zawierającą dane znamionowe i drugą zawierającą schemat elektryczny.
2. Tabliczkę połączeń rurowych oraz zaworów i zastawek wraz z podaniem ich położenia w różnych reżimach pracy, np. praca normalna, napełnianie olejem, itp.

Wymiary tabliczek z poz. 1 i 2 oraz napisy na nich mają być takie, aby możliwy był odczyt gołym okiem z odległości, co najmniej 1 metra. Wysokość każdej tabliczki ma być większa niż jej szerokość. Szerokość każdej z nich (mniejszy wymiar) ma wynosić co najmniej 600 mm, zaś wszystkie napisy na nich były grawerowane na dostateczną głębokość. Tabliczki muszą być wykonane z laminatu dwuwarstwowego biało – czarnego, stali nierdzewnej lub aluminium, odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Omawiane tabliczki należy mocować do zewnętrznej powierzchni drzwi szafy sterowniczej w sposób trwały – np. za pomocą połączeń śrubowych lub nitów.

Izolatory przepustowe mają mieć własne tabliczki oznaczeniowe. Należy je mocować do kominków w przypadku izolatorów liniowych uzwojeń GN i DN, oraz na kadzi (pokrywie) w pozostałych przypadkach.

Oznaczenie zacisków liniowych ma być następujące:

uzwojenie GN 1U, 1V, 1W;

uzwojenie DN 2U, 2V, 2W;

uzwojenie TN 3U, 3V, 3W.

Oznaczenie punktu neutralnego: N.

Zaciski liniowe uzwojenia GN oraz zaciski uzwojenia TN numeruje się, patrząc od strony tego uzwojenia poczynając od lewa na prawo. Numeracja zacisków liniowych uzwojenia DN wynika z przyjętej grupy połączeń.

Zawory i przyłącza wymienione w pkt 3.3 muszą mieć tabliczki oznaczeniowe zawierające oznaczenie słowne i kodowe (numerowe), zgodne z oznaczeniami podanymi na rysunkach i w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej oraz na tabliczce podającej połączenia rurowe (ppkt 2 powyżej). Analogicznie należy oznaczać wsporniki do lewarowania i ucha do przeciągania (przetaczania). Należy oznaczać miejsca przyłączenia uziemień.

Należy również oznaczać za pomocą tabliczek oznaczeniowych inne elementy, zwłaszcza służące do przyłączania obwodów, jak np. oporowe czujniki temperatury, zaciski do uziemienia rdzenia i jego konstrukcji, itp. Tabliczki mogą podawać tylko oznaczenie kodowe (numer), zgodne z rysunkami, schematami połączeń elektrycznych i Dokumentacją Techniczno-Ruchową.

Dane wymagane zgodnie z [39], tj. minimalna wartość PEI, materiał uzwojeń (np. „Cu”), materiał rdzenia (np. „$Fe+Si_{3\%}+C_{0,05\%}$”), znak CE, Wykonawca umieści w wydzielonym i opisanym obszarze na tabliczce znamionowej.

Szczegóły związane z tabliczkami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU.

Kadź autotransformatora należy zaprojektować i wykonać tak, aby możliwy był załadunek jednostki, jej transport i wyładunek z wagonu kolejowego oraz przyczepy drogowej spełniających wymagania przepisów dotyczących środków transportowych obowiązujących w Polsce. Autotransformator musi być wykonany w sposób umożliwiający jego transportowanie co najmniej na wagonie kolejowym burtowym oraz na odpowiednim do obciążenia zestawie niskopodwoziowym w przypadku transportu drogowego.

Konstrukcja i wykonanie autotransformatora oraz jego kół jezdnych musi umożliwiać jego przetaczanie na własnych kołach w obrębie stacji elektroenergetycznej w stanie kompletnego zmontowania w kierunku podłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tj. osi) na odległość do ok. 50 m celem umieszczenia go na stanowisku pracy. W trakcie przetaczania należy przewidywać zmianę kierunku przetaczania.

W celach transportowych autotransformator musi mieć zamontowane mechaniczne wskaźniki/rejestratory wstrząsów (*shock indicator*) występujących w płaszczyznach X, Y, Z. Wykonawca w ramach przeglądu projektu przedstawi Zamawiającemu dopuszczalne wartości przyśpieszeń występujące w płaszczyznach X/Y/Z. Informacje te zostaną również wpisane do DTR-ki jednostki.

Rejestratory wstrząsów należy zamontować i uruchomić przed rozpoczęciem prac załadunkowych i wyłączyć oraz zdemontować po montażu autotransformatora na docelowym stanowisku.

Rejestracja wstrząsów musi odbywać się w sposób ciągły. Zarejestrowane wyniki wraz z ich analizą należy udokumentować w protokole z przebiegu transportu, wraz oświadczeniem o prawidłowym bądź nieprawidłowym (pod względem wartości przemieszczeń) przebiegu transportu. Rejestracja wstrząsów musi odbywać się w sposób ciągły. Zarejestrowane wyniki wraz z ich analizą należy udokumentować w protokole z przebiegu transportu, wraz oświadczeniem o prawidłowym bądź nieprawidłowym (pod względem wartości przemieszczeń) przebiegu transportu.

Wykonawca przekaże wskazania rejestratorów i manometru sprzed wyruszenia transportu oraz po dotarciu na miejsce dostawy w postaci *Raportu* z odczytu wskaźników wraz z oceną tych odczytów. W zależności od wskazań przyrządów będą podejmowane dalsze decyzje na stacji, w tym o odbiorze jednostki.

Wykonawca jest zobowiązany, również przez cały okres transportu autotransformatora, do kontrolowania i zapisywania – nie rzadziej niż raz na dobę – parametrów panujących wewnątrz i na zewnątrz kadzi: temperatury, ciśnienia suchego powietrza lub azotu, wilgotności powietrza. Wyniki sprawdzeń należy udokumentować w protokole.

Szczegóły związane z przystosowaniem autotransformatora do transportu podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

5. OSPRZĘT.

Autotransformator musi być wyposażony co najmniej w następujące elementy:

1. Komplet izolatorów przepustowych zacisków liniowych uzwojeń GN i DN oraz ich punktu neutralnego.
2. Komplet izolatorów przepustowych wyprowadzenia uzwojenia TN.
3. Komplety ograniczników przepięć stron GN, DN i TN autotransformatora wraz z licznikami zadziałań (wymagania szczegółowe wg pkt. 2.2.6 oraz pkt. 2.6 przedmiotowej specyfikacji).
4. Konserwator główny (dzielony: dla części aktywnej oraz podobciążeniowego przełącznika zaczepów)

5. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze głównym ze stykami dla zdalnego wskazywania minimalnego i maksymalnego poziomu oleju.
6. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze przełącznika zaczepów ze stykami dla zdalnego wskazywania minimalnego i maksymalnego poziomu oleju.
7. Włazy oraz otwory rewizyjne.
8. Dwustopniowy przekaźnik gazowy (przekaźnik Buchholza), typ o średnicy 80 mm, umieszczony między kadzią a konserwatorem głównym z dwoma stykami na każdym stopniu.
9. Zamykane ręcznie zawory (przed i za przekaźnikiem Buchholza) odcinające konserwator główny i kadź, umożliwiające wymianę przekaźnika Buchholza kadzi.
10. Komplet przełączników zaczepów z napędem.
11. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze przełącznika zaczepów.
12. Jednostopniowe przekaźniki przepływowe przełączników zaczepów oraz zawory ciśnieniowe (przeciwwybuchowe).
13. Cztery płyty podnośnikowe (wsporniki do lewarowania).
14. Ucha do podnoszenia kadzi za pomocą liny.
15. Ucha do podnoszenia pokrywy.
16. Co najmniej cztery ucha do przetaczania w obu kierunkach,
17. Blokada kół do przetaczania.
18. Drabinę do wejścia na górę kadzi i pomost.
19. Ucha do wyjmowania rdzenia z uzwojeniami z kadzi.
20. Odwilżacze silikażelowe konserwatorów głównego i przełącznika zaczepów.
    a. Wymaganym jest stosowanie tradycyjnych odwilżaczy silikażelowych PPZ.
    b. Wymaganym jest stosowanie tradycyjnych, sekcjonowanych (zamiast jednego dużego) odwilżaczy silikażelowch kadzi głównej.
21. Termometr z podziałką temperatury oleju w górnej warstwie z czterema nastawialnymi parami styków oraz trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju w górnej warstwie.
22. Jeden rozszerzalnościowy termometr oleju w górnej warstwie z czterema nastawialnymi parami styków do sterowania układem chłodzenia.
23. Trójprzewodowy dwukanałowy oporowy czujnik temperatury oleju PT100 w górnej warstwie
24. Zawory oraz pozostały osprzęt kadzi autotransformatora.

25. Dwa analogowe rozszerzalnościowe modele cieplne - jeden z dwoma, drugi z czterema nastawialnymi parami styków.
26.
27. Radiatory (baterie radiatorów) i wentylatory.
28. Zastawki na wlocie i wylocie z radiatorów (baterii radiatorów), pomp olejowych oraz kolektorów oleju, odejmowalnych na czas transportu.
29. Pompy oleju oraz wskaźniki kierunku przepływu oleju.
30.
31. Przynajmniej dwa zawory przeciwwybuchowe ze stykami.
32. Występy do transportu na platformie drogowej burtowej lub burtowym wagonie kolejowym.
33. Korki (zawory) odpowietrzające i do opróżniania radiatorów (baterii radiatorów) oraz kolektorów.
34. Czujnik do monitorowania *on-line* gazów palnych oraz wody - rozpuszczonych w oleju.
35. Szafę sterowniczą.
36. Obwody pomiarowe, sterowania i sygnalizacyjne.
37. Zaciski uziemiające na kadzi autotransformatora (dwie sztuki).
38. Zaciski uziemiające szafy napędu przełącznika mocy oraz szafy sterowniczej układem chłodzenia.
39. Szybko działający zawory nadciśnieniowe (przeciwwybuchowe) komory przełącznika zaczepów.
40. Tabliczki znamionowe i oznaczeniowe wg pkt 3.11.
41. Układ monitoringu on-line izolatorów przepustowych GN i DN.

Zainstalowany na autotransformatorze osprzęt oraz puszki zaciskowe muszą być tak zaprojektowane, zbudowane i zamontowane aby zadziałanie instalacji gaszeniowej autotransformatora nie powodowało żadnych uszkodzeń lub zagrożeń dla tych elementów, nawet w przypadku kiedy dysze tryskaczy znajdować się będą się w ich bezpośrednim sąsiedztwie (w odległości nie mniejszej niż 200 mm). Stopień ochrony tych elementów – co najmniej IP 54.

Szczegóły związane z osprzętem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

6. PRÓBY.

6.1. Wymagania ogólne

Próby wykonuje się na kompletnie zmontowanym autotransformatorze. Wszystkie podstawowe elementy takie jak izolatory przepustowe, złącza konektorowe i podobciążeniowe przełączniki zaczepów oraz przekładniki muszą być w pełni zbadane przed ich zamontowaniem do autotransformatora, zgodnie z normami przedmiotowymi a raporty z ich prób typu i wyrobu muszą być przedstawione podczas prób fabrycznych autotransformatora i być dołączone do protokołu z tych prób.

W ramach prób fabrycznych należy dokonać przeglądu tabliczek znamionowych, schematowych i oznaczeń wyposażenia i okablowania AT oraz potwierdzić zgodność tych oznaczeń z projektem wykonawczym i DTR.

Przed montażem izolatorów przepustowych należy wykonać ich pomiar pojemności i współczynnika strat dielektrycznych w powietrzu, a wyniki porównać z wynikami fabrycznymi, po przeliczeniu do temperatury odniesienia

Wszystkie pomocnicze urządzenia i obwody powinny być sprawdzone funkcjonalnie. Sprawdza się izolację oraz ciągłość obwodów pomocniczych zgodnie ze schematem połączeń. Protokoły z wynikami sprawdzenia oprzewodowania oraz prób funkcjonalnych należy dołączyć do protokołu z prób fabrycznych autotransformatora.

Próby zakwalifikowane jako próby typu wykonuje się na pierwszym egzemplarzu zamówionej serii (pakietu) autotransformatorów danego typu. Zakres tych prób podano w punkcie. 6.2.

Próby zakwalifikowane jako próby wyrobu wykonuje się na wszystkich dostarczanych egzemplarzach zamówionej serii autotransformatorów. Zakres tych prób podano w punkcie 6.3.

Próby dielektryczne należy wykonać po próbie nagrzewania.

Dla pomiarów strat jałowych oraz obciążeniowych należy podać błąd pomiarowy. Informację wraz ze schematem pomiarowym układu należy zamieścić w protokole z prób fabrycznych. Wykonawca przedstawi aktualne certyfikaty wzorcowania i kalibrowania urządzeń pomiarowych.

Próby na wszystkich dostarczanych egzemplarzach zamówionej serii autotransformatorów muszą być wykonane w obecności przedstawicieli Zamawiającego. Zamawiający zdecyduje osobno dla każdego autotransformatora, w których próbach z zakresu wykonywanego na tym autotransformatorze, będą uczestniczyć jego przedstawiciele.

W protokole z prób fabrycznych każdego autotransformatora należy zawrzeć informację o tym, którzy przedstawiciele Zamawiającego uczestniczyli w których próbach. Informacja ta powinna być w postaci obustronnie podpisanej notatki, potwierdzającej kto przy jakiej próbie uczestniczył (bez określenia jej rezultatu). Potwierdzenie dotyczy jedynie spełnienia wymagań normy, określającej daną próbę.

Szczegóły związane z zakresem i harmonogramem prób fabrycznych podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

6.2.Próby typu.

6.2.1. Próba nagrzewania.

Próbę przeprowadza się w według [2] oraz [7]. Próba uzupełniona obliczeniami dokonanymi w oparciu o jej wyniki oraz o dane konstrukcyjne ma jednoznacznie wykazać, że autotransformator jest zdolny do przenoszenia obciążenia określonego w Tabl. nr 2. Lp. 11, oraz w Tabl. nr 2. Lp. 22. PWT. Temperaturę najgorętszego miejsca, o ile nie jest wyznaczana bezpośrednio pomiarowo, szacuje się w oparciu o wyniki próby nagrzewania.

Próba (próby) ma również dostarczyć danych do wyznaczania operacyjnej obciążalności przy różnej skuteczności układu chłodzenia. Ma również stanowić podstawę do doboru temperatury załączania poszczególnych pomp olejowych i grup wentylatorów oraz temperatury na poziomie ostrzegawczym i alarmowym.

Należy przeprowadzić następujące cykle (obciążenia) próby autotransformatora:

1) Przy najniższej skuteczności chłodzenia (ONAN), przy stratach odpowiadających najwyższej mocy pary uzwojeń podstawowych, przy której mają one pracować przy tej skuteczności wg Tabl. nr 2. Lp.11 PWT oraz mocy referencyjnej (znamionowej) uzwojenia TN.
2) Przy maksymalnej skuteczności chłodzenia i stratach odpowiadających mocy maksymalnego, długotrwałego obciążenia awaryjnego pary uzwojeń podstawowych podanego w Tabl. 3, Lp.1 PWT oraz mocy referencyjnej (znamionowej) uzwojenia TN.
3) Przy skuteczności chłodzenia i przy stratach odpowiadających mocy referencyjnej (znamionowej) pary uzwojeń podstawowych oraz uzwojenia TN.
4) Przy pośredniej skuteczności chłodzenia i przy najwyższej mocy pary uzwojeń podstawowych, przy której mają one pracować przy tej skuteczności chłodzenia oraz mocy referencyjnej (znamionowej) uzwojenia TN.

Próby mają trwać aż do ustalenia się przyrostów temperatury oleju w górnej warstwie zgodnie z wymaganiami norm, ale nie krócej niż 12 godzin.

Podczas cyklu wymienionego w pkt. 2) powyżej, przełącznik zaczepów musi być ustawiony na pozycji, przy której występuje największy strumień rozproszenia, tj. gdy wg obliczeń należy oczekiwać najwyższej temperatury kadzi i elementów konstrukcyjnych rdzenia.

Próby mają umożliwiać wyznaczenie ustalonej temperatury oleju oraz stałej czasu oleju/autotransformatora. Mają też umożliwiać wyznaczenie przyrostu temperatury każdego z uzwojeń (szeregowego, wspólnego, regulacyjnego, pomocniczego) oraz ich stałych czasu. Stąd też

konieczne jest przeprowadzenie nagrzewania uzwojeń na różnych pozycjach przełącznika zaczepów. Ekstrapolację średniego przyrostu temperatury uzwojeń na moment wyłączenia należy wykonać za pomocą ekstrapolacji numerycznej z zastosowaniem funkcji dwuwykładniczej.

W końcowym okresie nagrzewania próby wg pkt. 2) powyżej należy monitorować temperaturę na powierzchni kadzi oraz temperaturę zacisków elektrycznych za pomocą kamery na podczerwień celem wykazania, że temperatury te nie są niebezpieczne w przypadku obciążeń określonych w PWT – Tabl. nr 3, tj. nie przekracza wartości podanych w poz. 5 i 6 tejże tabeli.

Wyniki monitorowania temperatur podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego. W przypadku wątpliwości cykle te powtarza się celem dokonania powtórnego monitorowania lokalnych temperatur kadzi.

Przed i po zakończonych próbach nagrzewania wymagane jest pobranie próbki oleju do analizy rozpuszczonych związków furanu (2-FAL, 5-HMF, 2-FOL, 2-ACF, 5-MEF).

Zasady pobierania próbek do analizy zawartości gazu rozpuszczonego w oleju podczas próby oraz kryteria oceny podano w pkt. 6.4 niniejszej specyfikacji.

Na podstawie wyników próby nagrzewania wykonanej przy określonych wyżej warunkach, Wykonawca wyliczy operacyjną obciążalność autotransformatora w trybie obciążenia awaryjnego długotrwałego, dla każdej przewidywanej skuteczności chłodzenia, pozycji PPZ: skrajnych i środkowej, temperatur otoczenia: -30ºC, -15ºC, -5ºC, +5ºC, +10ºC, +15ºC, +20ºC, +25ºC, +30ºC, +35ºC, +40ºC oraz dwóch wariantów obciążenia uzwojenia TN:

a) Wariant I: obciążenie uzwojenia TN jego mocą referencyjną (znamionową);
b) Wariant II: obciążenie uzwojenia TN mocą równą 1 MVA;

Wyniki ww. obliczeń, w postaci stosownych tabel i wykresów, Wykonawca zamieści w protokole z prób fabrycznych prototypu, a także w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej każdego autotransformatora.

6.2.2. Wyznaczenie poziomu dźwięku.

Pomiary należy wykonać zgodnie z [9]. Do prób autotransformator ma być w stanie kompletnego zmontowania (jak w warunkach eksploatacyjnych), z układem chłodzenia, szafą sterowniczą, wskaźnikami itp.

Poziom mocy akustycznej L_{WA} należy obliczać na podstawie pomiaru średniego skorygowanego poziomu A ciśnienia akustycznego z uwzględnieniem poprawki środowiskowej L_{pA} oraz ze średniego skorygowanego poziomu natężenia dźwięku L_{IA}. wykorzystując zależności z normy [9]. Jako wynik pomiaru należy podać większą z obliczonych wartość poziomu mocy akustycznej. Dodatkowo wynik wyznaczania poziomu mocy akustycznej powinien być przedstawiony osobno dla każdego z pasm oktawowych.

Wyniki pomiarów mają wykazać, iż wymaganie podane w Tabl. nr 2, Lp 14. PWT jest spełnione. W tym celu należy wykonać co najmniej dwie serie pomiarów:

1) W stanie jałowym, przy wystąpieniu w rdzeniu indukcji znamionowej.
2) W stanie zwarcia, przy prądzie zasilanego uzwojenia odpowiadającemu mocy referencyjnej (znamionowej).

Poziom mocy akustycznej samych urządzeń chłodzących należy określić w odrębnej serii pomiarowej, lub załączyć je przy pomiarach wg serii 2) - powyżej.

W celu uzyskania rzetelnych wyników pomiarów, poziom tła hałasu w laboratorium, w którym przeprowadza się pomiar nie może być większy niż 50 dB(A). W przypadku przekroczenia tej wartości producent zaproponuje nowy termin wykonania pomiaru. Powtórne przekroczenie wyznaczonego poziomu stanowi podstawę do odstąpienia od prób.

6.2.3. Wytrzymałość kadzi na próżnię.

W badanej kadzi należy obniżyć ciśnienie do wartości poniżej 200 Pa i utrzymywać je na tym poziomie przez cały czas trwania próby. Czas ten musi wynosić 1 minutę na każdy 1 m^3 objętości kadzi.

W trakcie próby nie mogą wystąpić trwałe odkształcenia kadzi.

6.2.4. Pomiar impedancji dla składowej zerowej.

Ogólne wymagania podaje [2]. Pomiaru dokonuje się na zaczepie znamionowym.

6.2.5. Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych.

Pomiar poboru mocy należy wykonać przy załączonych wszystkich wentylatorach i pompach olejowych.

6.2.6. Pomiar przepięć piorunowych przenoszonych do uzwojenia TN.

Celem pomiarów jest oszacowanie wartości (i kształtu) przepięć piorunowych przenoszonych od strony zacisków liniowych GN i DN do uzwojenia TN, poprzez sprzężenia pojemnościowe. Pomiary mają być wykonywane przy połączeniu autotransformatora jak do normalnej pracy na czterech charakterystycznych położeniach przełączników zaczepów, tj. znamionowej najechanej od „0+" oraz „0-" i skrajnych. W trakcie pomiarów zacisk neutralny uziemia się. Udar pełny i ucięty doprowadza się do jednego zacisku liniowego GN pozostawiając odpowiadający mu zacisk liniowy DN wolny, i odwrotnie. Nieatakowane zaciski liniowe GN i DN, oraz zaciski TN pozostają wolne.

Pomiary te wraz z obliczeniami dokonanymi przez Wykonawcę będą podstawą do weryfikacji, czy dobrane poziomy izolacji uzwojenia TN zapewniają dostateczny margines bezpieczeństwa.

Wartość przepięć przenoszonych nie może przekroczyć w żadnej próbie wytrzymałości znamionowej izolacji uzwojenia TN.

Szczegółowe ustalenia odnośnie parametrów niniejszej próby zostaną ustalone na etapie przeglądu projektu.

6.3. Próby wyrobu.

6.3.1. Pomiar rezystancji uzwojeń.

Rezystancję wszystkich uzwojeń mierzy się według [2]. Należy zmierzyć rezystancję każdej fazy pomiędzy zaciskami liniowymi GN i DN, między zaciskiem liniowym uzwojenia DN i punktem neutralnym. W przypadku uzwojenia TN mierzy się rezystancję pomiędzy zaciskami liniowymi. Pomiary wykonuje się na wszystkich pozycjach przełącznika zaczepów. W protokole z próby należy podać wyniki pomiarów oraz wartości przeliczone na temperaturę 20 °C.

6.3.2. Pomiar przekładni napięciowej i grupy połączeń.

Ogólne wymagania podaje norma [2]. Przekładnia napięciowa par uzwojeń z zaczepami musi być sprawdzona na wszystkich pozycjach przełącznika zaczepów.

6.3.3. Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników.

Należy sprawdzić przekładnie zainstalowanych przekładników wykorzystując uzwojenia pomiarowe, sprawdzić biegunowości względem zacisków autotransformatora oraz zmierzyć ich charakterystykę magnesowania. Pomiary wykonać zgodnie z [2], [32], [33].

6.3.4. Sprawdzenie przełączników zaczepów.

Funkcjonalnego sprawdzenia dokonuje się zgodnie z [2], zaś obwody pomocnicze sprawdza się zgodnie z [4].

Ponadto należy wykonać oscylograficzne sprawdzenie kolejności (cyklu) przełączania z pomiarem czasów własnych przełącznika oraz wykonanie pomiaru/rejestracji mocy pobieranej przez silnik napędowy PPZ. Wyniki dwóch ostatnich pomiarów służą jako wartości odniesienia („*finger – print*”) przy badaniach w eksploatacji.

6.3.5. Pomiar strat i prądu stanu jałowego.

Ogólne wymagania podaje [2]. Pomiary należy wykonać na zaczepie znamionowym, przy wyłączonych pompach układu chłodzenia – jeśli występują (układ ON).

Przed próbą napięciem piorunowym dokonuje się pomiary, co najmniej przy napięciu 100% napięcia znamionowego. Po zakończeniu prób dielektrycznych pomiary wykonuje się przy napięciu równym 90%, 95%, 100%, 105%, i 110% napięcia znamionowego. Przy wszystkich pomiarach należy rejestrować współczynnik kształtu. Pomiaru harmonicznych prądu stanu jałowego dokonuje się tylko

przy 100% i 105% napięcia znamionowego. Przy wszystkich pomiarach należy sprawdzać współczynnik kształtu krzywej napięcia.

Wzrost strat stanu jałowego po próbie napięciem piorunowym może wskazywać na uszkodzenie rdzenia. Wzrost strat stanu jałowego po próbie napięciem piorunowym w stosunku do pomierzonych przed tą próbą nie może przekroczyć 4%.

Jako wartość znamionową przyjmuje się straty jałowe zmierzone na zakończenie długotrwałej próby stanu jałowego wg p. 6.3.11. poniżej przy napięciu 100% napięcia znamionowego.

6.3.6. Pomiar strat i impedancji zwarcia.

Ogólne wymagania wykonywania pomiarów podano w [2]. Pomiary należy wykonać na zaczepie znamionowym, zaczepach skrajnych oraz co najmniej na jednym zaczepie pośrednim. Straty obciążeniowe oraz napięcie zwarcia należy przeliczyć na temperaturę odniesienia 75 °C. Pomiary należy wykonać przy prądzie nie mniejszym od 90% prądu znamionowego.

W raporcie z prób należy zawrzeć informacje o maksymalnej wartości symetrycznego prądu zwarciowego na zaciskach TN, obliczonej na podstawie impedancji zwarcia uzwojeń GN-TN i DN-TN wyznaczonych na podstawie wyników uzyskanych podczas tej próby.

6.3.7. Próba napięciem udarowym, piorunowym LI, LIC.

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą [4]. Próba obejmuje zarówno udary pełne jak i ucięte na grzbiecie o regulowanym i powtarzalnym czasie do ucięcia. Należy stosować dwie metody detekcji. Detekcja przy udarze uciętym ma być oparta na porównaniu przebiegów zarejestrowanych przy udarach probierczych, jeśli różnica czasu do ucięcia między udarem obniżonym, a udarami probierczymi to umożliwiają. W przeciwnym razie, przez porównanie przebiegów zarejestrowanych przy udarze pełnym.

Wartości napięć probierczych podano w Tab. nr 4, Lp. 3 w dokumencie PWT.

Aby możliwa była weryfikacja i ocena parametrów prezentowanego przebiegu, każdy oscylogram musi mieć własny niepowtarzalny numer (cechę) nadawany przez urządzenie rejestrujące (np. kolejny numer zdjęcia) oraz widoczną i czytelną skalę na obu osiach. Dodatkowo Zamawiający wymaga, aby Wykonawca każdorazowo (dla danej fazy) dokonał porównania przebiegów (nałożenie na siebie w odpowiedniej skali) napięć i prądów dla pierwszego w sekwencji udaru LI (50% U_r) oraz ostatniego udaru LI (100% U_r). Przebiegi mają przedstawiać cały przebieg udarów, oraz w pierwsze 15 μs (stan nieustalony).

6.3.8. Próba napięciem łączeniowym (SI).

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą [4]. W przypadku autotransformatorów 400/220 kV pozycję przełącznika zaczepów przy próbie należy dobrać tak, aby napięcie doziemne zacisków

liniowych uzwojenia DN było możliwie najbliższe wymaganemu, w odniesieniu do tych zacisków, które podano w Tab. nr 4. Lp.4 PWT.

Aby możliwa była weryfikacja i ocena parametrów prezentowanego przebiegu, każdy oscylogram musi mieć własny niepowtarzalny numer (cechę) nadawany przez urządzenie rejestrujące (np. kolejny numer zdjęcia) oraz widoczną i czytelną skalę na obu osiach.

6.3.9. Próba napięciem przyłożonym (AV).

Próbę należy wykonać zgodnie z [4] p.10.

6.3.10. Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niezupełnych.

Ogólne wymagania podaje [3].

Pozycję przełącznika zaczepów do próby należy dobrać tak, aby napięcie doziemnie zacisków liniowych uzwojenia DN było możliwie najbliższe wymaganemu w odniesieniu do tych zacisków wg Tab. nr 4, Lp. 5 i 6 PWT.

Wartości napięć probierczych podano w Tab. nr 4, Lp. 5 i 6 PWT.

Próbę uważa się za wykonaną z wynikiem pozytywnym, jeśli:

1. Nie wystąpiło załamanie się napięcia.
2. Ustabilizowany poziom ładunku pozornego w trakcie całego godzinnego okresu doprowadzania napięcia U_2 nie przekracza wartości podanej w pkt Tab. 4, Lp. 7 PWT, w żadnym z kanałów pomiarowych.
3. Wyładowania niezupełne nie wykazują tendencji ciągłego wzrostu przy U_2
4. Ustabilizowany poziom wyładowań niezupełnych przy 1,2 U_r /√3 nie przekracza 2/3 wartości podanej, Tab. 4, Lp. 7 PWT.

Jednocześnie z pomiarem wyładowań niezupełnych konwencjonalną metodą elektryczną należy rejestrować wyniki (w mV lub μV) uzyskane przy wykorzystaniu zainstalowanych sond UHF (o ile są zainstalowane), co pozwoli na określenie przybliżonej korelacji wyników uzyskanych dwoma metodami w badanym autotransformatorze.

W celu uzyskania rzetelnych wyników pomiarów, poziom wyładowań niezupełnych musi być mierzony dla autotransformatora w izolowanym elektrycznie laboratorium wysokonapięciowym z poziomem tła nie większym niż 30 pC. W przypadku przekroczenia tej wartości producent zaproponuje nowy termin wykonania pomiaru. Powtórne przekroczenie wyznaczonego poziomu stanowi podstawę do odstąpienia od prób.

6.3.11. Próba długotrwałego stanu jałowego.

Po zakończeniu wszystkich prób dielektrycznych oraz próby nagrzewania wykonuje się długotrwałą próbę stanu jałowego w warunkach określonych w punkcie 6.3.5. Czas trwania wynosi co najmniej 6 godzin, zaś wartość napięcia jest równa 110% napięcia znamionowego.

Na początku i na końcu próby odnotowuje się straty stanu jałowego przy napięciu równym 100% i 110 % napięcia znamionowego. W trakcie próby należy okresowo (np. co ok. 30 minut) notować wartość parametrów na zasilaniu autotransformatora, tzn. moc czynną, prąd, napięcie oraz temperaturę rdzenia mierzoną za pomocą czujników w nim zainstalowanych. Wyniki podaje się w protokole z prób.

Straty stanu jałowego przy napięciu 100% pomierzone na końcu próby porównuje się ze stratami pomierzonymi przed próbami wytrzymałości elektrycznej. Jeśli odchyłka wynosi 3% lub więcej, nie więcej jednak niż 4%, to próbę wydłuża się do 12 godzin. Na końcu takiej wydłużonej próby ponownie mierzy się straty stanu jałowego przy napięciu 100% i porównuje ze stratami pomierzonymi przed próbami wytrzymałości elektrycznej.

Jeśli odchyłka strat stanu jałowego pomierzonych przy napięciu 100% na końcu długotrwałej próby stanu jałowego w stosunku do strat stanu jałowego pomierzonych przy napięciu 100% przed próbami dielektrycznymi wynosi 4% lub więcej, autotransformator nie spełnia wymagań i nie może być przyjęty przez Zamawiającego.

Jeśli w trakcie próby odnotuje się wzrost strat przy napięciu 110% o więcej niż 2,5% w stosunku do pomierzonych na samym początku próby, to próbę przedłuża się, tak aby od momentu odnotowania wzrostu strat o więcej niż 2,5% trwała ona 12 godzin. Na końcu takiej wydłużonej próby ponownie mierzy się straty stanu jałowego przy napięciu 110% i porównuje ze stratami pomierzonymi na samym początku próby. Jeśli odchyłka wynosi 3% lub więcej, autotransformator nie spełnia wymagań i nie może być przyjęty przez Zamawiającego.

Jako wartość znamionową przyjmuje się straty stanu jałowego pomierzone na zakończenie długotrwałej próby stanu jałowego przy napięciu 100% napięcia znamionowego.

6.3.12. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych tgδ i pojemności uzwojeń C_x.

Pomiary należy wykonać zgodnie z [70] pomiędzy każdym z uzwojeń a ziemią oraz pomiędzy uzwojeniami. Pomierzone wartości wraz z temperaturą zamieszcza się w protokole z pomiaru.

Rezystancja izolacji mierzona jest przy napięciu stałym 5 kV przez czas 60 s, (odczyty wartości mierzonych po czasie 15 s i 60 s).

Współczynnik strat dielektrycznych i pojemności należy mierzyć przy napięciu przemiennym 10 kV.

Pomierzone wartości należy przeliczyć na umowną temperaturę 30˚C, zgodnie z tabelą 3. Wyniki pomiarów wraz z temperaturą oleju zamieszcza się w protokole. Służą one jako wielkości odniesienia do pomiarów realizowanych w eksploatacji.

Tabela 3. Współczynniki przeliczeniowe korygujące wyniki pomiarów rezystancji izolacji R_{iz60} i tgδ w temperaturach różnych od 30°C.

$$R_{iz60(30℃)} = k_1 \cdot R_{iz60(\theta)}; \qquad tg\delta_{(30℃)} = k_2 \cdot tg\delta_{(\theta)}$$

Temperatura oleju w czasie pomiaru θ (°C)	**k_1**	**k_2**
5	0,32 *)	2,35 *)
10	0,39 *)	2,00 *)
15	0,50	1,68
18	0,57	1,52
21	0,66	1,36
24	0,76	1,22
27	0,87	1,10
30	1,00	1,00
33	1,14	0,90
36	1,32	0,81
39	1,52	0,73
42	1,74	0,66
45	2,00	0,59
50	2,52 *)	0,50 *)
55	3,18 *)	0,42 *)

*) wartości orientacyjne

6.3.13. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych GN i DN.

Pomiary należy wykonać zgodnie z [20], [84]. Przed montażem izolatorów przepustowych należy wykonać w powietrzu pomiar pojemności C_1 i C_2 oraz współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta_1$ i tgδ2 dla wszystkich izolatorów przepustowych wyposażonych w zacisk pomiarowy lub konstrukcyjnie posiadających ekran wewnętrzy i wyprowadzony wyizolowany zacisk (np. uziemiający), a uzyskane wyniki należy porównać z badaniami fabrycznymi ich Producenta. Przy każdym z pomiarów podane w tabeli tolerancje dla pomierzonych wartości muszą być zgodne z DTR Producenta izolatorów przepustowych.

Podczas pomiaru należy zachować takie odległości od innych elementów aby nie wpływać na wynik pomiaru.

Po montażu izolatorów przepustowych na autotransformatorze należy wykonać pomiar pojemności i współczynnika strat dielektrycznych między zaciskiem wysokonapięciowym i pomiarowym przy napięciu 10 kV oraz między zaciskiem pomiarowym i uziemionym kołnierzem napięciem 2 kV dla wszystkich izolatorów przepustowych wyposażonych w zacisk pomiarowy lub konstrukcyjnie posiadających ekran wewnętrzy i wyprowadzony wyizolowany zacisk (np. uziemiający). W protokole z pomiaru musi znaleźć się informacja, że jest to pomiar odniesienia (po przeliczeniu do temperatury 20˚C) do wszystkich następnych pomiarów eksploatacyjnych autotransformatora. Przy każdym z pomiarów podane w tabeli tolerancje dla pomierzonych wartości muszą być zgodne z DTR Producenta izolatorów przepustowych.

6.3.14. Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych.

Pomiary należy wykonać zgodnie z [2] i [84]. Należy wykonać pomiary rezystancji następujących fragmentów izolacji przy napięciu co najmniej 2,5 kV DC przez czas 60 s;:

a) pomiędzy rdzeniem a kadzią,
b) pomiędzy rdzeniem a jarzmem,
c) pomiędzy kadzią a jarzmem.

Zmierzona rezystancja nie może być mniejsza niż 100 MΩ.

6.3.15. Próba szczelności.

Kadź autotransformatora, spawy, radiatory, zawory oraz pozostałe elementy stanowiące całość zestawu poddaje się próbie na szczelność olejową oraz wytrzymałość zgodnie z p. 11.8 [2]. Próbę szczelności całkowicie zmontowanego autotransformatora napełnionego olejem wykonuje się w temperaturze pokojowej. Wytwarza się nadciśnienie 50 kPa u góry kadzi i utrzymuje przez 24 godziny. Nie dopuszcza się żadnych wycieków podczas całej próby. Jeśli wystąpi wyciek to po jego usunięciu próbę należy powtórzyć.

6.3.16. Pomiar funkcji przenoszenia FRA (*Frequency Response Analysis*).

Pomiar funkcji przenoszenia metodą SFRA oraz protokoły pomiarowe należy wykonać zgodnie z aktualną wersją [10] oraz pozostałymi wymaganiami niniejszego standardu.

Wyniki tych pomiarów stanowią wielkości odniesienia (*finger-print*) rezultatów badań realizowanych w trakcie eksploatacji. Pomiarów dokonuje się przy zasilaniu napięciem sinusoidalnym o stałej amplitudzie modulowanym częstotliwościowo w zakresie co najmniej od 20 Hz do około 2 MHz (w miarę możliwości do 10 MHz).

Pomiary funkcji przenoszenia należy wykonać przynajmniej w układach pomiarowych zestawionych w tabeli: 4

Tabela 4. Zestawienie układów pomiarowych wymagane do pomiarów funkcji przenoszenia (SFRA)

	Pozycja przełącznika zaczepów	Numer testu	Pomiar na zaciskach	Pozycja przełącznika zaczepów	Numer testu	Pomiar na zaciskach
Pomiar uzwojenia szeregowego (1U-1V-1W-N). Wszystkie inne zaciski nie zwarte i nie uziemione.	1	1	1U-N	ostatni	19	1U-N
	1	2	1V-N	ostatni	20	1V-N
	1	3	1W-N	ostatni	21	1W-N
Pomiar uzwojenia wspólnego (2U-2V-2W-N). Wszystkie inne zaciski nie zwarte i nie uziemione.	1	4	2U-N	ostatni	22	2U-N
	1	5	2V-N	ostatni	23	2V-N
	1	6	2W-N	ostatni	24	2W-N
Pomiar uzwojenia szeregowego. Mierzone - 1U-1V-1W-N Nie zwarte i nie uziemione 2U-2V-2W Zwarte i nie uziemione 3U-3V-3W	1	7	1U-N	ostatni	25	1U-N
	1	8	1V-N	ostatni	26	1V-N
	1	9	1W-N	ostatni	27	1W-N
Pomiar uzwojenia wspólnego. Mierzone - 2U-2V-2W-N Nie zwarte i nie uziemione 1U-1V-1W Zwarte i nie uziemione 3U-3V-3W	1	10	2U-N	ostatni	28	2U-N
	1	11	2V-N	ostatni	29	2V-N
	1	12	2W-N	ostatni	30	2W-N
Pomiar uzwojenia trójnego (3U-3V-3W). Wszystkie inne zaciski nie zwarte i nie uziemione.	1	13	3U-3W			
	1	14	3V-3U			
	1	15	3W-3V			
Pomiar uzw. trójnego (3U-3V-3W). Mierzone - 3U-3V-3W Nie zwarte i nie uziemione 2U-2V-2W Zwarte i nie uziemione 1U-1V-1W-N	1	16	3U-3W			
	1	17	3V-3U			
	1	18	3W-3V			

Zwraca się uwagę na przejrzystość i staranność protokołu z pomiaru tak, aby możliwa była powtarzalność pomiarów w trakcie eksploatacji. W protokole z pomiarów należy zamieścić, oprócz informacji wymaganych przez normę [10], także rozdzielczość (liczbę punktów pomiarowych), z jaką był wykonany pomiar. Zalecana rozdzielczość to 1800 punktów pomiarowych w całym zakresie częstotliwości. Ponadto w protokole z pomiarów należy zamieścić zarówno oscylogramy oraz dostarczyć pliki źródłowe w formacie przyrządu pomiarowego, jakim wykonano pomiary (oraz zapisane w innym powszechnie znanym formacie plików - csv) podające wartość sygnału przenoszenia w funkcji częstotliwości. Pomiary SFRA jako element prób wyrobu są pomiarami odniesienia do wszystkich

następnych pomiarów wykonywanych na autotransformatorze zgodnie z powyższymi warunkami. W przypadku wystąpienia jakichkolwiek różnic dla każdego następnego przeprowadzonego pomiaru z pomiarem odniesienia (próbami wyrobu), należy opisać przyczyny ich powstania oraz ich ewentualny wpływ na stan części aktywnej autotransformatora.

Pomiary należy wykonać na każdej jednostce.

6.3.17. Badanie próbek oleju

W celu wykonania badań parametrów oleju, w tym analizy chromatograficznej gazów rozpuszczonych w oleju zgodnie z [30] w trakcie przeprowadzania prób na autotransformatorze pobiera się w sposób opisany w [28] następujące próbki:

1. Niezwłocznie przed próbami wymagającymi doprowadzenia mocy (próbka odniesienia) oraz po ich zakończeniu.
2. Niezwłocznie przed rozpoczęciem i tuż po zakończeniu każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania wyszczególnionego w pkt 6.2.1 niniejszej specyfikacji, jak również w trakcie jego trwania.
3. Niezwłocznie przed rozpoczęciem prób dielektrycznych (pkt. 6.3.7) i tuż po ich zakończeniu (pkt 6.3.9).
4. Niezwłocznie przed rozpoczęciem długotrwałej próby stanu jałowego i tuż po jej zakończeniu, jak również w trakcie jej trwania (pkt. 6.3.10).

Przed i po zakończonych próbach nagrzewania wymagane jest pobranie próbki oleju do analizy rozpuszczonych związków furanu (2-FAL, 5-HMF, 2-FOL, 2-ACF, 5-MEF).

W trakcie każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania należy pobierać próbki pośrednie w odstępach czasowych zalecanych w [30]. Ich analizę wykonuje się wtedy, gdy wystąpią nieprawidłowości i wątpliwości co do wyników otrzymanych z próbek pobranych na początku i na końcu danego cyklu obciążenia próby nagrzewania.

Również w trakcie trwania długotrwałej próby stanu jałowego należy pobierać próbki pośrednie w odstępach czasu ok. 2 ÷ 3 godz. Ich badanie wykonuje się wtedy, gdy wystąpią nieprawidłowości i wątpliwości co do wyników otrzymanych z próbek pobranych na początku i na końcu próby.

Jeśli odstęp czasu między kolejnymi ww. próbami jest pomijalnie krótki, to liczba pobieranych próbek ulega odpowiedniemu zmniejszeniu.

Pomiary zawartości gazów rozpuszczonych w oleju wykonuje się zgodnie z [28].

Protokoły z wynikami pomiarów, w szczególności zawartości gazów rozpuszczonych w oleju, Wykonawca zamieści w protokole z prób fabrycznych. Podlegają one ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego.

Pomiar współczynnika strat dielektrycznych tgδ w temperaturze otoczenia oraz w 90°C i rezystywności w 90°C, napięcia przebicia [77], zawartości wody metodą Karla Fischera oraz ilości zanieczyszczeń stałych wykonuje się wg normy [25].

Zamawiający zastrzega sobie prawo do pobierania próbek oleju, poprzez wyznaczonego przez siebie przedstawiciela, w dowolnym momencie trwania prób. Próbki mogą być pobierane do analizy DGA jak również fizykochemiczne i związków furanu. Badania próbek zostaną przeprowadzone przez niezależne od wykonawcy laboratorium, na koszt Zamawiającego.

6.3.18. Badanie zawartości wilgoci metodą spektroskopii dielektrycznej (FDS, PDC i RVM) oraz metodą Karla Fischer'a.

Badanie FDS (ang. Frequency Domain Spectroscopy) jest badaniem stanu izolacji metodą spektroskopii dielektrycznej, polegającym na wyznaczeniu charakterystyk współczynnika stratności dielektrycznej tgδ oraz pojemności układu izolacyjnego w funkcji częstotliwości. Metoda bazuje na zjawiskach polaryzacyjnych (głównie polaryzacji makroskopowej i dipolowej) w dielektrykach wchodzących w skład układu izolacyjnego, gdzie przebieg ww. charakterystyk zależy od zawartości wilgoci i zanieczyszczeń w składowych elementach tego układu. Oceny dokonuje się poprzez porównanie otrzymanych charakterystyk z charakterystykami wzorcowymi sporządzanymi (przez dostawców aparatury do pomiarów FDS) dla układu izolacyjnego o zbliżonej do badanego topologii i znanej zawartości wilgoci.

Zawartość wilgoci w uzwojeniach i całej części aktywnej należy sprawdzić podczas prób fabrycznych metodą FDS (metoda spektroskopii dielektrycznej), metodami polaryzacyjnymi PDC i RVM oraz metodą Karla Fischer'a na podstawie badania próbki preszpanu suszonej razem z częścią aktywną. W przypadku różnic miarodajny jest wynik z badania próbki metodą Karla Fischer'a. Zawartość wilgoci nie może być wyższa niż 0,5%.

Wynik FDS/PDC/RVM należy traktować jako „finger print" do badań eksploatacyjnych.

W protokołach z oceny zawilgocenia izolacji należy przedstawić kompletne informacje o przyjętych parametrach do modelowania odpowiedzi dielektrycznej, tj. w zależności od metody: temperatura, układ geometryczny X-Y - procentowy udział barier i odstępników, parametry dielektryczne oleju oraz niepewność pomiarową.

Ze względu na możliwość dokładnego porównywania wyników wszystkie badania metodą FDS/PDC/RVM na danym autotransformatorze należy wykonać sprzętem pomiarowym tego samego

typu, w tym samym układzie geometrycznym izolacji (X – Y), a ocenę wyników (poziom zawilgocenia) należy wykonywać z wykorzystaniem tych samych algorytmów.

Dla autotransformatorów pomiar zawilgocenia należy wykonać w 4 układach pomiarowych (2 ekranowych i 2 doziemnych):

1. CTH oraz CHG
2. CTH oraz CTG,

gdzie:
H – uzwojenie GN+DN autotransformatora (wyprowadzenia GN+DN+N)
T – uzwojenie TN (wyprowadzenia TN).
G – ziemia (uziemienie)
W ocenie zawilgocenia izolacji, należy wyciągnąć średnią z uzyskanych wyników pomiarów uzyskanych we wskazanych układach pomiarowych

6.3.18.1. Badanie zawartości wilgoci izolacji stałej metodą Karla Fischer'a.

Badanie należy wykonać zgodnie z normą [45]. Należy pobrać próbki papieru (gładki, marszczony), preszpanu i elkonu oraz innych materiałów zawierających celulozę. Po zakończeniu procesu suszenia próbki należy umieścić w oleju, w którym jest znana zawartość wody. Następnie z próbek należy ekstrahować wilgoć, i wykonać pomiar zawartości wilgoci w próbkach metodą Karla-Fishera. Zawartość wilgoci nie może być wyższa niż 0,5%..

6.4. Dopuszczalny poziom zawartości gazów w oleju

Poziom odniesienia przed próbami

Niżej podano dopuszczalne zawartości gazów rozpuszczonych w oleju w próbce pobranej bezpośrednio przed próbą nagrzewania w ppm (v/v).

dwutlenek węgla	CO_2	100 ppm
tlenek węgla	CO	30 ppm
wodór	H_2	5 ppm
metan	CH_4	0,5 ppm
etan	C_2H_6	0,3 ppm
etylen	C_2H_4	0,3 ppm
acetylen	C_2H_2	< 0,1 ppm

Po próbach nagrzewania

Dopuszczalne przyrosty zawartości gazów rozpuszczonych w oleju [ppm/h] podczas każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania, nie mogą przekraczać wartości typowych podanych w normie [30].

Po długotrwałym stanie jałowym

Dopuszczalne przyrosty gazów w oleju [ppm/h] podczas długotrwałego stanu jałowego nie mogą przekraczać wartości typowych podanych w normie [30] dla próby nagrzewania

Po zakończeniu montażu

Dopuszczalna zawartość gazów rozpuszczonych w oleju po zakończeniu montażu na stanowisku pracy zmierzona w trakcie prób pomontażowych wg p 6.5 poniżej nie może przekroczyć wartości jak przed przystąpieniem do prób (tj. dla próbki odniesienia powyżej), zaś dopuszczalna ilość rozpuszczonego powietrza w oleju nie może przekraczać 0,5% [V/V].

W eksploatacji

Dopuszczalna zawartość lub przyrosty gazów rozpuszczonych w oleju mierzone w trakcie eksploatacji nie mogą przekroczyć wartości podanych w IET dla jednostek transformatorowych w eksploatacji.

6.5. Próby pomontażowe na stanowisku pracy

Zakres, oraz wymagania odnośnie prób SAT został podany osobno da każdego PWT, wra z odnośnikami do dokumentów zawierających sposób pomiarów i kryteria.

Przed montażem izolatorów przepustowych należy wykonać ich pomiar pojemności i współczynnika strat dielektrycznych w powietrzu, a wyniki porównać z wynikami fabrycznymi (u producenta izolatorów oraz w fabryce transformatora przed montażem), po przeliczeniu do temperatury odniesienia.

Po całkowitym zmontowaniu autotransformatora na stanowisku, przed jego uruchomieniem wykonuje się próby pomontażowe, mające wykazać, że autotransformator może być załączony pod napięcie. Ogólne zasady podaje norma [67].

Należy wykonać , co najmniej próby wymienione w IET jako pomontażowe, w tym w szczególności:

1. Oględziny autotransformatora oraz jego elementów.
2. Sprawdzenie protokołów prób fabrycznych, w tym protokołów/certyfikatów wyposażenia i podstawowych elementów oraz dokumentu zatwierdzenia protokołów prób przez Zamawiającego oraz protokołu odbioru po próbach fabrycznych.
3. Pomiar rezystancji uzwojeń na wszystkich zaczepach;
4. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń; w układach doziemnych i miedzy uzwojeniami; uzyskane wyniki pomiarów wskaźnika R_{60} należy przeliczyć do temperatury odniesienia wynoszącej 30 °C
5. Pomiar prądów magnesujących;
6. Pomiar przekładni i sprawdzenie grupy połączeń;
7. Pomiar pojemności i współczynnika stratności dielektrycznej tgδ uzwojeń; uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury odniesienia wynoszącej 30 °C;
8. Pomiar pojemności C_1 i C_2 i współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta_1$ i $tg\delta_2$ kompletu izolatorów przepustowych (wyposażonych w zaciski pomiarowe); uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury odniesienia wynoszącej 20 °C zgodnie z wytycznymi producenta izolatorów;

Uwaga! Izolatory przepustowe należy zmontować w kolejności zgodnej z montażem podczas prób fabrycznych.

9. Pomiar rezystancji izolacji elementów rdzenia oraz pomiar rezystancji oporników uziemiających pakiety i belki rdzenia;
10. Sprawdzenie przekładników prądowych w kominkach (rezystancja izolacji, wyznaczenie krzywej magnesowania, sprawdzenie przekładni – dla przekładników wyposażonych w zwoje pomiarowe),
11. Badanie zawilgocenia izolacji stałej autotransformatora metodami: FDS, PDC i RVM; wraz z wynikami należy dostarczyć plik źródłowy oraz opisać parametry układu X-Y; Wyniki należy porównać z próbami fabrycznymi.

Dla autotransformatorów pomiar zawilgocenia należy wykonać w 4 układach pomiarowych (2 ekranowych i 2 doziemnych):

1. CTH oraz CHG
2. CTH oraz CTG,

gdzie:

H – uzwojenie GN+DN autotransformatora (wyprowadzenia GN+DN+N)

T – uzwojenie TN (wyprowadzenia TN).

G – ziemia (uziemienie)

W ocenie zawilgocenia izolacji, należy wyciągnąć średnią z uzyskanych wyników pomiarów uzyskanych we wskazanych układach pomiarowych

Stwierdzony wzrost zawilgocenia względem badań fabrycznych (uwzględniając niepewność pomiarową), przy wykorzystaniu tych samych parametrów układu izolacyjnego może świadczyć o nieprawidłowościach na etapie transportu lub montażu autotransformatora

12. Badanie właściwości fizykochemicznych oleju:
    a. wygląd,
    b. temperatura zapłonu,
    c. zawartość wody określona metodą Karla Fischera (podana wartość zmierzona oraz skorygowana do równoważnej wartości przy 20 °C),
    d. napięcie przebicia (z podaniem względnego odchylenia standardowego pomiaru w [%]),
    e. liczba kwasowa,
    f. współczynnik stratności dielektrycznej tgδ oleju w kadzi w temp. 20 °C, 50 °C i 90 °C,
    g. lepkość kinematyczna w temp. 20 °C,
    h. gęstość w temp. 20 °C,

i. rezystywność w temp. 20 °C, 50 °C i 90 °C,
j. napięcie powierzchniowe,
k. ilość zanieczyszczeń stałych,
l. zawartość inhibitora (w przypadku olejów inhibitowanych),

13. Analiza chromatograficzna na chromatografie gazowym składu gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) – próbka oleju z kadzi głównej, w zakresie następujących gazów: H_2, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2, C_3H_8, C_3H_6, CO, CO_2, O_2, N_2, ΣCG;
14. Badanie PPZ (pomiar czasów własnych przełącznika mocy, sprawdzenie ciągłości prądowej klatki wybierakowej, sprawdzenie charakterystyki i pomiar prądów/mocy pobieranej przez napęd),
    Badanie właściwości fizykochemicznych oleju, badanie DGA oleju z komory PPZ
15. Pomiar stanu mechanicznego uzwojeń metodą analizy odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA) – na skrajnych pozycjach ppz w układach zgodnych z fabrycznymi; wraz z wynikami należy dostarczyć plik źródłowy w formatach *.xls, *.csv;
    Pomiar SFRA przeprowadzić zgodnie z zasadami określonymi w IET [84]
16. Sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej szaf sterowniczych i uziemienia kadzi;
    a. pomiar rezystancji izolacji elektrycznej instalacji zasilającej, sterowniczej, pomiarowej i sygnalizacyjnej oraz wszystkich obwodów szafy sterowniczej; pomiary należy wykonać zgodnie z wymaganiami aktualnej normy [67]
    b. pomiar ochrony przeciwporażeniowej instalacji nn – pomiar należy wykonać zgodnie z wymaganiami aktualnej normy [68] oraz [69].
17. Sprawdzenie odpowietrzenia transformatora, chłodnic, pomp, izolatorów przepustowych, konserwatora, przełącznika zaczepów, itp.;
18. Sprawdzenie działania przekaźników Buchholza;
19. Sprawdzenie stanu absorbentu w odwilżaczu.
20. Próby funkcjonalne i sprawdzenie poprawności przesyłu sygnałów z transformatora do listwy zaciskowej.
21. Inne, niewymienione wyżej prace, konieczne do prawidłowej realizacji przedmiotu zamówienia.

Dopuszczalna zawartość gazów rozpuszczonych w oleju po zakończeniu montażu na stanowisku pracy pomierzona w trakcie prób pomontażowych nie może przekroczyć wartości jak przed przystąpieniem do prób (tj. w próbce odniesienia), zaś dopuszczalna ilość rozpuszczonego powietrza w oleju nie może przekraczać 0,5% [V/V].

Uzyskane wyniki pomiarów należy porównać z wynikami uzyskanymi podczas prób fabrycznych.

7. Przegląd projektu

W trakcie projektowania części mechanicznej i elektrycznej zgodnie z niniejszymi wymaganiami oraz całością dokumentów dostarczonych przez Zamawiającego, przed rozpoczęciem produkcji, Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia przeglądu projektu przedmiotowego autotransformatora regulowanego. Celem przeglądu projektu jest m.in.:

- weryfikacja zgodności projektu z wymaganiami;
- zapewnienie obustronnego jednakowego zrozumienia zawartych wymagań;
- weryfikacja wymagań i wyznaczenie obszarów wymagających szczególnej uwagi na etapie dalszych prac.

Przeglądowi projektu podlegają wszystkie wymagane przez Zamawiającego parametry autotransformatora mające wpływ na jego prawidłową i bezawaryjną pracę w tym w szczególności: szczegółowy projekt rdzenia i uzwojeń z uwzględnieniem rozkładu pola magnetycznego, granicznych naprężeń elektrycznych i mechanicznych; obliczenia cieplne i związane z tym przyjęte przez producenta założenia, olej elektroizolacyjny, osprzęt zastosowany w autotransformatorze, projektowane rozmieszczenie poszczególnych elementów autotransformatora, zakres i metodologia przeprowadzenia fabrycznych prób odbiorczych oraz badań pomontażowych.

Ponadto podczas przeglądu projektu Wykonawca przedstawi i omówi uproszczony model RLC przedmiotowego autotransformatora.

Szczegóły dotyczące przeglądu projektu zostały określone w tabeli 5.

Tabela 5. Zestawienie zagadnień do omówienia w ramach przeglądu projektu.

Punkt KEP	Przedstawić	Strona
2.1. Wymagania ogólne	Obliczenia czasu życia części aktywnej autotransformatora	12/84
	uproszczony model RLC autotransformatora	12/84
2.2. Rdzeń	Przedstawić rozwiązanie konstrukcyjne rdzenia oraz jakość jego wykonania mają zapewniać w całym okresie eksploatacji:	12/84
	Gwarantowany poziom strat i prądu stanu jałowego oraz poziom mocy akustycznej autotransformatora.	12/84
	Wytrzymywanie naprężeń statycznych i dynamicznych, które mogą wystąpić w czasie transportu i eksploatacji w stanach normalnej pracy autotransformatora, w stanach przejściowych spowodowanych zakłóceniami w sieci oraz przepięciami.	12/84
	Gwarantowany poziom maksymalnej temperatury, która może wystąpić w rdzeniu podczas pracy. W razie zaistnienia takiej potrzeby, w rdzeniu i jego elementach konstrukcyjnych należy zastosować rozwiązania prowadzące do ograniczenia wydzielających się w nich strat od strumienia rozproszenia	12/84
	Nazwę handlową i pochodzenie materiału niehigroskopijnego zastosowanego jako izolację doziemną rdzenia (bariery, osłony przegród itp.)	12/84
	maksymalną wytrzymywaną wartość probierczego napięcia AC izolacji rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych;	12/84
	maksymalną wytrzymywaną wartość temperatury izolacji rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych;	12/84
	sposób przyłączenia do uziemienia przewodów uziemiających (np. poprzez oporniki lub bezpośrednio)	12/84
	sposób mocowania rdzenia do dna kadzi wraz ze szkicami pokazującymi szczegóły tego mocowania	13/84
	Wyniki obliczeń rdzenia potwierdzające spełnienie wymagań, przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne np. stratność blach, masa rdzenia (uzbrojonego), ilość, średnice, wysokość kolumn głównych i jarzm, wysokość i rozstaw osi kolumn, grubość oraz długość rdzenia, przekroje czynne kolumn, materiał bandażu kolumn, napięcia zwojowe, ilość kanałów chłodzących i wewnętrznych sworzni jarzmowych, a także szkice przekroju kolumny i rdzenia z wymiarami oraz zestawienia indukcji dla wybranych wartości napięcia (np. 0,90–1,20 Un)	13/84

Punkt KEP	Przedstawić	Strona
2.2.1. Budowa uzwojeń	Projekt autotransformatora, który będzie wytrzymywał skutki cieplne i mechaniczne prądów zwarciowych oraz siły dynamiczne podczas zwarć zewnętrznych. Wymagana jest metodyka obliczeń zgodna z normą [6] oraz wyniki obliczeń sił i naprężeń, nieprzekraczające dopuszczalnych wartości. Wykonawca powinien przedstawić dokumentację potwierdzającą wytrzymałość zwarciową oraz opcjonalnie raporty z prób na transformatorach o podobnych parametrach. Zamawiający może żądać wyjaśnień dotyczących przedstawionych danych.	15/84
2.2.3. Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń	Projekt izolacji uzwojeń autotransformatora tak, aby spełniała wymagania wytrzymałości dielektrycznej zgodnie z punktem [4] i Tabelą nr 4 PWT. Obliczyć naprężenia dielektryczne, powiększyć je o 15% i sprawdzić, czy nie przekraczają dopuszczalnych wartości przy założonym współczynniku bezpieczeństwa (safety factor), opartym na danych fabrycznych z ostatnich 5 lat. Prawdopodobieństwo trwałego uszkodzenia izolacji nie może przekroczyć 0,001.	18/84
	W dokumentacji projektowej należy zawrzeć szczegółową metodykę obliczeń, informacje o użytym oprogramowaniu (nazwa i wersja), dane wejściowe do obliczeń, przyjęte maksymalne wartości naprężeń dielektrycznych, źródło współczynnika bezpieczeństwa, rozkład statystyczny oraz wyniki obliczeń (tabele, wykresy). Wszystkie te informacje podlegają ocenie przez Zamawiającego w zakresie zgodności z normami [3], [4] i PWT.	
2.2.4. Suszenie i impregnacja uzwojeń	Metodę suszenia i impregnacji uzwojeń, wybraną przez Wykonawcę zgodnie z tabelą danych gwarantowanych	17/84
2.2.5. Strumień rozproszenia uzwojeń	Obliczenia rozkładów pola magnetycznego rozproszenia dla autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia oraz informacje o używanych narzędziach obliczeniowych (w szczególności nazwę i wersję oprogramowania komputerowego używanego do obliczeń).	18/84
2.2.6. Integralne ograniczniki przepięć oraz rozwiązania ograniczające prąd zwarciowy w uzwojeniu TN	Wykonawca musi dobrać i zamontować zewnętrzne ograniczniki przepięć dla uzwojeń TN, dostosowane do sieci o izolowanym punkcie neutralnym i napięciu 17,5 kV. Dodatkowo, izolacja uzwojenia TN musi być dobrana na przepięcia przenoszone z pozostałych uzwojeń, a impedancje zwarcia między uzwojeniami GN-TN i DN-TN muszą umożliwiać spełnienie wymagań z Lp. 17, tab. 2, pkt. 2.2 PWT bez dodatkowych elementów, takich jak autotransformator. W dokumentacji Projektu należy przedstawić obliczenia potwierdzające, że wartość prądu zwarciowego na zaciskach uzwojenia TN nie przekracza dopuszczalnych parametrów.	18/84
2.4. Olej elektroizolacyjny	Szczegółowe informacje i wytyczne odnośnie badań oleju oraz ewentualne wskazówki do postępowania w eksploatacji (jeśli zostały określone przez producenta oleju)	19/84

Punkt KEP	Przedstawić	Strona
2.5.1. Zdolność do obciążania	Autotransformator musi być zdolny do przenoszenia wszystkich wymaganych obciążeń określonych w PWT bez przekroczenia dopuszczalnych temperatur, a jego elementy konstrukcyjne nie mogą ograniczać tej możliwości. Sygnały o przekroczeniu dopuszczalnej temperatury uzwojenia lub oleju mają być traktowane jako alarmy wymagające pilnego sprawdzenia przez operatora, bez natychmiastowego wyłączania urządzenia, z minimalnym czasem reakcji 30 minut. W dokumentacji technicznej należy zawrzeć procedury i diagramy postępowania w przypadku alarmów oraz obliczenia cieplne i opis układu chłodzenia potwierdzające zdolność transformatora do pracy przy zadanych obciążeniach.	20/84
2.5.2. Charakterystyka układu chłodzenia	Wykonawca wybiera i projektuje układ chłodzenia autotransformatora spośród określonych wariantów, uwzględniając minimalizację starzenia izolacji i zużycia energii. Należy przedstawić obliczenia potwierdzające poprawność doboru elementów układu chłodzeia, ich lokalizację oraz tabelę z wartościami dopuszczalnych obciążeń dla poszczególnych stopni chłodzenia.	21/84
2.5.3. Budowa układu chłodzenia	Rozwiązanie techniczne układu chłodzenia, zastosowane elementy układu chłodzenia oraz ich lokalizację	21/84
2.5.4. Sterowanie układem chłodzenia	Szczegółowe rozwiązania sterowania układem chłodzenia, w tym schemat działania automatycznego i ręcznego trybu pracy oraz sposób ich przełączania. Wymagane jest pokazanie doboru i lokalizacji czujników temperatury, systemu monitorowania przepływu oleju, mechanizmów rotacji pracy wentylatorów i pomp oraz pełnej sygnalizacji alarmowej. Konieczne jest również uzasadnienie zastosowanych rozwiązań w zakresie sterowania i ochrony, tak aby spełniały wymagania techniczne i eksploatacyjne określone przez Zamawiającego.	23/84
2.6. Napowietrzne izolatory przepustowe	Parametry, elektryczne i mechaniczne izolatorów przepustowych, -ich konstrukcję, typ, zastosowane materiały (RIP, RIS), osłony oraz sposób sterowania rozkładem pola elektrycznego.	25/84
	Sposób montażu i demontażu izolatorów przepustowych oraz przekładników prądowych bez zdejmowania górnej pokrywy autotransformatora , obniżania poziomu oleju poniżej górnego poziomu uzwojeń.	
	Propozycję dodatkowych osłon izolacyjnych trzpieni izolatorów punktu neutralnego i ograniczników przepięć wraz z rozwiązaniem izolowanego połączenia pomiędzy zaciskami izolatorów a ogranicznikami przepięć	
	Metodologię pomiarów, przeliczeń współczynników korygujących tgδ i pojemności, sposób monitorowania temperatury izolatorów oraz graniczne wartości parametrów pomiarowych	
	Projekt tabliczki znamionowej izolatorów wraz z pełnym zakresem wymaganych danych technicznych.	
	Certyfikaty dotyczące zastosowanych materiałów ich dopuszczenia do pracy w warunkach napowietrznych.	
	Potwierdzenie, że izolatory umożliwiają transport i przechowywanie w dowolnej pozycji zgodnie z wymaganiami specyfikacji.	

Punkt KEP	Przedstawić	Strona
2.7.1. Budowa OLTC	Rozwiązanie techniczne przełączników zaczepów wraz z uzasadnieniem zastosowanego typu (próżniowego lub olejowego) oraz sposobem realizacji lokalnego i zdalnego sterowania. sposób pobierania próbek oleju, zabezpieczenia ciśnieniowe i przekaźnik przepływowy z wyprowadzeniem styków. Należy przedstawić również parametry eksploatacyjne przełączników, w tym trwałości i dopuszczalnej liczby przełączeń - na zgodność z zapisami PWT	28/84
2.7.2. Szafa sterownicza OLTC.	Dokumentację projektową układu zasilania, sterowania, kontroli szafy sterowniczej podobciążeniowego przełącznika zaczepów.	29/84
2.8. Przekładniki prądowe	Schematy elektryczne podłączenia, usytuowanie wyprowadzeń uzwojeń wtórnych przekładników na listwie zaciskowej w szafie sterowniczej, oznaczenie poszczególnych przekładników oraz liczbę przekładników prądowych, ich rozmieszczenie i oprzewodowanie, jak również dobór parametrów technicznych przekładników prądowych do modelu cieplnego.	29/84
2.9. Szafa sterownicza	Schemat elektryczny szafy sterowniczej wraz z kompletnym wyposażeniem, rozwiązaniem zasilania i układem monitoringu. Dołączyć obliczenia bilansu cieplnego oraz potwierdzenie odporności szafy na warunki środowiska zewnętrznego	33/84
2.10. System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora (STiPC)	System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora, który przetwarza sygnały pierwotne z obwodów wtórnych na sygnały cyfrowe i przesyła je światłowodami do dalszego wykorzystania, np. w systemie monitoringu stanu technicznego jednostki. W ramach dostawy Wykonawca autotransformatora musi doprowadzić sygnały do listwy zaciskowej w szafie sterowniczej, dostarczyć i uruchomić podstawowy i rezerwowy koncentrator danych oraz system STiPC, wraz z modułami komunikacyjnymi obsługującymi wymagane przez Zamawiającego protokoły. Elementy systemu STiPC powinny być zainstalowane w wyznaczonej części szafy sterowniczej, z zapewnioną odpowiednią przestrzenią montażową, a sygnały z urządzeń zewnętrznych muszą być doprowadzone do koncentratorów danych. Należy uwzględnić sposób integracji systemu STiPC z systemami stacyjnymi poprzez łącza światłowodowe oraz potwierdzić zgodność komunikacji z wymaganymi standardami.	35/84
2.11. Ograniczniki przepięć.	Dobór, lokalizację oraz wyniki obliczeń doboru ograniczników przepięć do ochrony uzwojeń GN, DN i TN autotransformatora. Wykonawca musi zapewnić, że ograniczniki i ich przyłączenie spełniają wymagania techniczne, umożliwiają diagnostykę oraz łatwy demontaż, a liczniki zadziałań będą dostępne do odczytu bez wyłączania autotransformatora. Ponadto należy potwierdzić prawidłowe rozmieszczenie ograniczników na konstrukcji kadzi autotransformatora godnie z PWT	37/84

Punkt KEP	Przedstawić	Strona
2.12 Pozostałe urządzenia do kontroli stanu autotransformatora w eksploatacji	Rozwiązania techniczne - schematy, dokumentację następujących elementów:	
	2.12.1. Oporowe czujniki do pomiaru temperatury.	38/84
	2.12.2. Światłowodowy system do pomiaru temperatury	38/84
	2.12.3. Przekaźnik gazowo-przepływowy kadzi głównej oraz przekaźnik przepływowy PPZ	39/84
	2.12.4. Wskaźniki poziomu oleju.	40/84
	2.12.5. Monitorowanie on-line zawartości gazów palnych oraz wody w oleju.	41/84
	2.12.6. Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych	42/84
	2.12.7. Monitorowanie on-line wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHF.	42/84
2.13. Kable i przewody	Szczegółowe rozwiązania dotyczące doboru i sposobu ułożenia przewodów i kabli, w tym ich oznaczenia, kolorystykę, przekroje oraz sposób prowadzenia i mocowania. Należy uwzględnić organizację listew zaciskowych, podział obwodów według funkcji oraz zapewnienie odpowiedniego dostępu do połączeń. Wymagana jest również prezentacja rozwiązań dotyczących uszczelnień przepustów kablowych i przygotowania miejsca pod kable dostarczane przez Zamawiającego. Wszystkie zaproponowane rozwiązania muszą być zgodne z wymaganiami technicznymi Zamawiającego	43/84
2.14. Układ transformatora i wybranych elementów kadzi	Na rysunku tehcnicznym przedstawić rozmieszczenie podstawowych elementów autotransformatora, takich jak przepusty GN, DN, TN, N, konserwator, radiatory, czujniki.	
3.1. Kadź i pokrywa	Kompletne rysunki techniczne kadzi i pokrywy autotransformatora, uwzględniające wymiary, rozmieszczenie uchwytów, elementów transportowych, miejsc montażu ograniczników przepięć oraz detale pokrywy z uwzględnieniem odprowadzenia wody i uchwytów bezpieczeństwa. Przedstawienie mapy spawów, z podziałem na spoiny konstrukcyjne i uszczelniające oraz technologii ich wykonania. Należy przedstawić rozwiązania umożliwiające transport, lewarowanie i montaż autotransformatora wraz z systemem kół jezdnych, uchwytami transportowymi i ogranicznikami kół. Omówienie konstrukcji kieszeni olejowej służącej do pobierania próbek izolacji bez spuszczania oleju. Omówić materiały zastosowane do budowy kadzi, pokrywy i uszczelnień, potwierdzające odporność na olej transformatorowy i wymagania temperaturowe.	45/84
3.2. Uziemienie Kadzi i innych elementów.	Omówić rozmieszczenie zacisków uziemiających kadzi oraz sposób uziemienia pozostałych elementów.	45/84

Punkt KEP	Przedstawić	Strona
3.3. Zawory i armatura	Spis wraz z certyfikatami typu elementów wyposażenia opisanych w p. 3.3 - wymaganych przez Zamawiającego. Przedstawione tam wyposażenie, należy traktować jako minimalne wymagane przez Zamawiającego. Jeśli kadź będzie wyposażona w dodatkowe zawory - należy przedstawić ich charakterystykę.	49/84
3.4. Włazy	Przedstawić szczegółowe rysunki techniczne kadzi i pokrywy autotransformatora, w tym lokalizację i wymiary wszystkich włazów, otworów rewizyjnych oraz kominków przepustowych z widocznymi kryzami. Konieczne jest także pokazanie doboru i rozmieszczenia zaworów zgodnie z zaleceniami producenta oraz przedstawienie mapy spawów, zwłaszcza w obszarach połączeń konstrukcyjnych. Należy zaprezentować rozwiązania uszczelnień, w tym typy zastosowanych materiałów olejoodpornych oraz detale stosowania pierścieni uszczelniających "O-ring". Dodatkowo, należy przedstawić sposób wykonania połączeń wyrównawczych wszystkich elementów przewodzących	50/84
3.5 Zawory przeciwwybuchowe.	Szczegóły związane z rozmieszczeniem typem (wraz z dokumentacją) zaworów przeciwwybuchowych.	51/84
3.6.1 Konserwatory	Rysunki techniczne wraz z wymiarowaniem, projektu konserwatorów (kadzi oraz podobciążeniowego przełącznika zaczepów) wraz ze sposobem zabezpieczenia antykorozyjnego.	52/84
3.7. Drabina i pomost	Rysunki techniczne związane z miejscem instalacji, rozmieszczeniem drabiny oraz pomostów.	53/84
3.8.Wykończenie oraz ochrona przed korozją.	Szczegóły związane z zabezpieczeniem antykorozyjnym wszystkich elementów autotransformatora (kadź, pokrywa, konserwatory, szafy itp..	53/84
3.9 Ogólne wymagania dotyczące połączeń spawanych	Mapę spawów, rozmieszczenie poszczególnych elementów łączony za pomocą spawania, sposoby kontroli jakości połączeń spawanych.	51/84
3.11 Tabliczka znamionowa, schematowa oraz oznaczenia	Szczegóły (rysunki) tabliczek jakie zostaną zastosowane na autotransformatorze.	51/84
4. Wymagania dotyczące transportu	Omówić sposób transportu autotransformatora na miejsce zainstalowania - czym będzie wypełniona kadź, jakie są dopuszczalne maksymalne przyśpieszenia występujące w płaszczyznach X,Y,Z. Ile i jakiego typu czujniki przyśpieszeń zostaną zainstalowane na czas transportu.	57/84