****

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**Transformatory WN/SN**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**ENERGA-OPERATOR SA**

# Wymagania ogólne

## Transformator oraz wszystkie jego części, materiały i podzespoły użyte do budowy transformatora muszą być fabrycznie nowe i wyprodukowane nie wcześniej niż 12 miesięcy licząc od daty dostawy.

## Dostawca ma gwarantować jakość i zgodność z dokumentami odniesienia transformatorów WN/SN. Okres gwarancji nie może być krótszy niż 5 lat, licząc od daty odbioru końcowego.

## Dostawca ma zapewnić udział transformatorów pochodzących z państw członkowskich Unii Europejskiej lub państw, z którymi Wspólnota Europejska zawarła umowy o równym traktowaniu przedsiębiorców, na poziomie nie niższym niż 50 %.

## Transformator ma spełniać warunki określone w niniejszej specyfikacji i dokumentach normatywnych w niej wymienionych. W przypadku, gdy wymagania podane w niniejszej specyfikacji są bardziej rygorystyczne od wymagań zawartych w dokumentach normatywnych, należy wówczas stosować się do wymagań zawartych w specyfikacji.

## Transformator powinien być wykonany w sposób umożliwiający ustawienie na podłożu poziomym o tolerancji +/- 3%.

## Transformator powinien być wykonany w sposób umożliwiający podnoszenie przy użyciu podnośników hydraulicznych, suwnic lub dźwigów.

# Warunki klimatyczne

## Zakres temperatur otoczenia: od -25°C do +40°C.

## Wysokość pracy – nie więcej niż 1000 m n.p.m.

## Poziom zanieczyszczenia powietrza – III strefa zabrudzeniowa wg PN-E-06303:1998P Narażenie zabrudzeniowe izolacji napowietrznej i dobór izolatorów do warunków zabrudzeniowych.

# Sieć zasilająca, odbiorcza i ich parametry

## Sieć o napięciu znamionowym 110 kV trójfazowa, pracująca ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym (punkt neutralny (punkt gwiazdowy) transformatora po stronie GN może być uziemiany bezpośrednio lub pozostawać izolowany).

## Sieć o napięciu znamionowym 15 kV, trójfazowa, pracująca jako skompensowana lub pracująca z punktem neutralnym uziemionym przez rezystancję.

# Parametry transformatora i wyposażenie

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

## Parametry znamionowe transformatorów zestawiono w tablicach 1-4.

### Tablica 1 Parametry znamionowe transformatorów o mocy 16 MVA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Wartości znamionowe** |
| 1. | Moc | MVA | **16** |
| 2. | Górne napięcie (GN) | kV | 115 |
| 3. | Dolne napięcie (DN) | kV | 16,5/15,75\* |
| 4. | Częstotliwość | Hz | 50 |
| 5. | Regulacja napięcia po stronie GN o stałej mocy zaczepowej | % | -/+ 10\* |
| 6. | Układ połączeń | - | YNd11 |
| 7. | Rodzaj pracy | - | C |
| 8. | Napięcie zwarcia GN na zaczepie znamionowym oraz na zaczepach skrajnych | % | 11-15\* |
| 9. | Straty stanu jałowego na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną  tolerancją +0% | kW | ≤ 8,5 |
| 10. | Straty obciążeniowe na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną  tolerancją +0% | kW | ≤ 80 |
| 11. | Poziom izolacji zacisków GN | kV | LI550/AC230 |
| 12. | Poziom izolacji zacisku neutralnego GN | kV | LI325/AC140 |
| 13. | Poziom izolacji zacisków DN | kV | LI95/AC38 |
| 14. | Poziom wyładowań niezupełnych | pC | ≤ 100 |
| 15. | Poziom wyładowań niezupełnych izolatorów przepustowych | pC | ≤ 10 |
| 16. | Poziom zawilgocenia izolacji stałej | % | ≤ 1 |
| 17. | Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego | dB | ≤ 55 |
| 18. | Chłodzenie | - | ONAN |

### Tablica 2 Parametry znamionowe transformatorów o mocy 25 MVA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Wartości znamionowe** | |
| 1. | Moc | MVA | **25** | |
| 2. | Górne napięcie (GN) | kV | 115 | |
| 3. | Dolne napięcie (DN) | kV | 16,5/15,75\* | |
| 4. | Częstotliwość | Hz | 50 | |
| 5. | Regulacja napięcia po stronie GN o stałej mocy zaczepowej | % | -/+ 10\* | |
| 6. | Układ połączeń | - | YNd11 | |
| 7. | Rodzaj pracy | - | C | |
| 8. | Napięcie zwarcia GN na zaczepie znamionowym oraz na zaczepach skrajnych | % | 12-15\* | 15-17\* |
| 9. | Straty stanu jałowego na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną tolerancją +0% | kW | ≤ 10,5 | |
| 10. | Straty obciążeniowe na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną tolerancją +0% | kW | ≤ 115 | ≤ 125 |
| 11. | Poziom izolacji zacisków GN | kV | LI550/AC230 | |
| 12. | Poziom izolacji zacisku neutralnego GN | kV | LI325/AC140 | |
| 13. | Poziom izolacji zacisków DN | kV | LI95/AC38 | |
| 14. | Poziom wyładowań niezupełnych | pC | ≤ 100 | |
| 15. | Poziom wyładowań niezupełnych izolatorów przepustowych | pC | ≤ 10 | |
| 16. | Poziom zawilgocenia izolacji stałej | % | ≤ 1 | |
| 17. | Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego | dB | ≤ 60(ONAN), ≤ 64(ONAF) | |
| 18. | Chłodzenie | - | ONAN/ONAF\* | |

### Tablica 3 Parametry znamionowe transformatorów o mocy 31,5 MVA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Wartości znamionowe** | |
| 1. | Moc | MVA | **31,5** | |
| 2. | Górne napięcie (GN) | kV | 115 | |
| 3. | Dolne napięcie (DN) | kV | 16,5/15,75\* | |
| 4. | Częstotliwość | Hz | 50 | |
| 5. | Regulacja napięcia po stronie GN o stałej mocy zaczepowej | % | -/+ 10\* | |
| 6. | Układ połączeń | - | YNd11 | |
| 7. | Rodzaj pracy | - | C | |
| 8. | Napięcie zwarcia GN na zaczepie znamionowym oraz na zaczepach skrajnych | % | 12-15\* | 15-17\* |
| 9. | Straty stanu jałowego na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną tolerancją +0% | kW | ≤ 12 | |
| 10. | Straty obciążeniowe na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną tolerancją +0% | kW | ≤ 125 | ≤ 140 |
| 11. | Poziom izolacji zacisków GN | kV | LI550/AC230 | |
| 12. | Poziom izolacji zacisku neutralnego GN | kV | LI325/AC140 | |
| 13. | Poziom izolacji zacisków DN | kV | LI95/AC38 | |
| 14. | Poziom wyładowań niezupełnych | pC | ≤ 100 | |
| 15. | Poziom wyładowań niezupełnych izolatorów przepustowych | pC | ≤ 10 | |
| 16. | Poziom zawilgocenia izolacji stałej | % | ≤ 1 | |
| 17. | Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego | dB | ≤ 60(ONAN), ≤ 64(ONAF) | |
| 18. | Chłodzenie | - | ONAN/ONAF\* | |

### Tablica 4 Parametry znamionowe transformatorów o mocy 40 MVA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Wartości znamionowe** | |
| 1. | Moc | MVA | **40** | |
| 2. | Górne napięcie (GN) | kV | 115 | |
| 3. | Dolne napięcie (DN) | kV | 16,5/15,75\* | |
| 4. | Częstotliwość | Hz | 50 | |
| 5. | Regulacja napięcia po stronie GN o stałej mocy zaczepowej | % | -/+ 10\* | |
| 6. | Układ połączeń | - | YNd11 | |
| 7. | Rodzaj pracy | - | C | |
| 8. | Napięcie zwarcia GN na zaczepie znamionowym oraz na zaczepach skrajnych | % | 13-15\* | 15-18\* |
| 9. | Straty stanu jałowego na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną tolerancją +0% | kW | ≤ 14 | |
| 10. | Straty obciążeniowe na zaczepie znamionowym z dopuszczalną maksymalną tolerancją +0% | kW | ≤ 165 | ≤ 185 |
| 11. | Poziom izolacji zacisków GN | kV | LI550/AC230 | |
| 12. | Poziom izolacji zacisku neutralnego GN | kV | LI325/AC140 | |
| 13. | Poziom izolacji zacisków DN | kV | LI95/AC38 | |
| 14. | Poziom wyładowań niezupełnych | pC | ≤ 100 | |
| 15. | Poziom wyładowań niezupełnych izolatorów przepustowych | pC | ≤ 10 | |
| 16. | Poziom zawilgocenia izolacji stałej | % | ≤ 1 | |
| 17. | Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego | dB | ≤ 64 | |
| 18. | Chłodzenie | - | ONAF | |

*\*) wartość DN, ilość stopni regulacji, wartość napięcia zwarcia na zaczepie znamionowym oraz rodzaj chłodzenia zostały określone w SIWZ*

## Część aktywna transformatora:

1. rdzeń:
   * rdzeń wykonany z blachy transformatorowej,
   * zablokowany w celu zapewnienia niezmienności właściwości mechanicznych w trakcie transportu i eksploatacji,
2. uzwojenia GN i DN:
   * wykonane z przewodów z miedzi elektrolitycznej,
   * połączenia zamocowane w sposób zapewniający niezmienność właściwości mechanicznych w trakcie transportu i eksploatacji, w szczególności podczas zwarć jedno- i wielofazowych,
3. izolatory przepustowe GN o napięciu znamionowym 123 kV (konkretne rozwiązania w SIWZ),
   * suche, o izolacji papierowej nasączonej żywicą epoksydową w osłonie kompozytowej,
   * olejowe, kondensatorowe o izolacji zewnętrznej porcelanowej lub kompozytowej, wyposażone w zaciski pomiarowe oraz w zaciski do pionowego podłączania przewodów,
4. izolator przepustowy GN punktu neutralnego o napięciu znamionowym 72,5 kV, kondensatorowy o izolacji   
   zewnętrznej porcelanowej lub kompozytowej, wyposażony w zacisk pomiarowy oraz w zacisk do pionowego   
   podłączania przewodów,
5. izolatory przepustowe DN (konkretne rozwiązania w SIWZ):

- wtykowe o stożku wewnętrznym – umożliwiające podłączenie do 3 kabli na fazę oraz zainstalowanie ogranicznika przepięć. W ramach dostawy przepust ma być wyposażony w ogranicznik przepięć i co najmniej jedną zaślepkę izolacyjną.

- porcelanowe napowietrzne

Izolatory przepustowe mają spełniać wymagane normy PN‑EN 60137:2018-02E Izolatory przepustowe na napięcia przemienne powyżej 1 000 V oraz umożliwiać podłączenie mostu kablowego wykonanego 2 lub 3 kablami jednożyłowymi o izolacji XLPE i o przekroju miedzianej żyły roboczej do 300 mm2 oraz ograniczników przepięć SN i zaślepek izolacyjnych (wchodzą w zakres dostawy) na gniazda rezerwowe.

W komplecie z izolatorami przepustowymi DN, wykonanymi jako porcelanowe, powinny być zaciski o budowie monolitycznej, wykonane z mosiądzu w technologii kutej lub ze stopów aluminium w technologii cieplnej poddanej obróbce plastycznej zgodnie z normami: PN-EN 61238-1:2004E Zaciskowe i mechaniczne złącza kabli energetycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 36 kV (Um = 42 kV) - Część 1: Metody badania i wymagania, PN-EN 60068-2-52:2001P Badania środowiskowe - Próby - Próba Kb: Mgła solna, cykliczna (roztwór chlorku sodu) – w zakresie odporności na korozję, PN-EN 60947-1:2010P+A1:2011E+A2:2014-12 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa - Część 1: Postanowienia ogólne – w zakresie próby na zginanie.

Zaciski na izolatorach przepustowych DN powinny być wyposażone w osłony izolacyjne przeciw ingerencji ptaków i zwierząt, odporne na działanie promieni UV i zmiany temperatur, wykonane z tworzyw bezhalogenkowych, samogasnących o kategorii palności nie gorszej niż V1 zgodnie z normą PN-EN 60695-11-10:2014-02E Badanie zagrożenia ogniowego - Część 11-10: Płomienie probiercze - Metody badania płomieniem probierczym 50 W przy poziomym i pionowym ustawieniu próbki. Zastosowane osłony powinny zapewniać ich wielokrotny montaż   
i demontaż.

## Kadź transformatora powinna zapewniać szczelność i wytrzymałość mechaniczną i być badana defektoskopowo przed procesem malowania: ultradźwiękowo, penetracyjnie i magnetyczno-proszkowo zgodnie z normami: PN-EN ISO 5817:2014-05E Spawanie - Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) - Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych oraz PN-EN ISO 16810:2014-06E Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Część 1: Zasady ogólne i PN-EN ISO 16811:2014-06E Badania nieniszczące - Badania ultradźwiękowe - Część 2: Nastawianie czułości i zakresu obserwacji.

## Kadź ma być wyposażona w:

1. podwozie umożliwiające przesuwanie w kierunku podłużnym i poprzecznym o rozstawie kół: 3010mm x 1505mm,
2. konserwator dwukomorowy ze szczelnymi komorami: podobciążeniowego przełącznika zaczepów i kadzi transformatora, wyposażonymi we wskaźnik poziomu oleju oraz niezależne bezobsługowe odwilżacze sprowadzone do poziomu obsługi, wypełnione silikażelem oraz w kulowe zawory i wlewy do spuszczania i napełniania oleju,
3. radiatory wykonane z blachy ocynkowanej (nie malowane) wyposażone w motylkowe zastawki na wlocie i wylocie (umożliwiające demontaż pojedynczego radiatora bez spuszczania oleju z kadzi) oraz korkami do spustu, napełniania oleju i odpowietrzania radiatora.
4. pokrywę kadzi połączoną z kadzią transformatora poprzez spawanie, wyposażoną we wlew oleju do podłączenia pompy próżniowej,
5. zawory probiercze lub kulowe umożliwiające pobieranie próbek oleju do badań (z góry i z dołu) oraz umożliwiające zamontowanie urządzenia do pomiaru zawartości gazów rozpuszczonych (gwint 1,5”) np. typu Hydrocal, Calisto lub Qualitrol (dotyczy tylko zaworu z dołu),
6. dwa zaciski uziemiające usytuowane w dolnej części ścian kadzi przy podwoziu do uziemienia transformatora, oznaczone właściwym symbolem,
7. przykręcane do pokrywy transformatora konstrukcje do montażu ograniczników przepięć strony GN,
8. przykręcane do pokrywy transformatora konstrukcje wsporcze zapewniające mechaniczne podtrzymanie kabli mostu kablowego SN.

## Wszystkie powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne kadzi transformatora, pokrywy, konserwatora, połączeń rurowych mają posiadać zabezpieczenie antykorozyjne klasy C3, sklasyfikowane zgodnie z PN EN ISO 12944-2:2018-02E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 2: Klasyfikacja środowisk. Powierzchnie wewnętrzne mają być zabezpieczone przed korozją przez pomalowanie farbą gruntową (stykającą się z olejem) o grubości powłoki co najmniej 60 µm, a powierzchnie zewnętrzne mają być zabezpieczone przed korozją przez pomalowanie farbą gruntową i nawierzchniową, odporną na mineralny olej elektroizolacyjny, w kolorze RAL 6003, o grubości powłoki co najmniej 120 µm. Powierzchnie do malowania mają być przygotowane zgodnie z PN EN ISO 8501-1:2008P Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Wzrokowa ocena czystości powierzchni - Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok. Powłoki malarskie wykonać zgodnie z normami PN- EN ISO 12944: 2018E Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Części od 1 do 7.

## Transformator ma być napełniony mineralnym olejem elektroizolacyjnym, nieinhibitowanym, spełniającym wymagania norm: PN-EN 60156:2008P Ciecze elektroizolacyjne - Określanie napięcia przebicia przy częstotliwości sieciowej - Metoda badania, PN‑EN 60247:2008P Ciecze elektroizolacyjne - Pomiar przenikalności elektrycznej względnej, współczynnika strat dielektrycznych (tg delta) i rezystywności przy prądzie stałym, PN-EN 60296:2012E Ciecze stosowane w elektrotechnice - Świeże mineralne oleje elektroizolacyjne do transformatorów i aparatury łączeniowej, PN-EN 60814:2002E Ciecze izolacyjne - Papier i preszpan nasycane olejem - Oznaczanie wody za pomocą automatycznego miareczkowania kulometrycznego Karla Fischera, PN‑EN 61181:2007+A1:2012E Urządzenia elektryczne z olejem mineralnym - Zastosowanie analizy gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) przy próbach fabrycznych urządzeń elektrycznych.

## Podobciążeniowy przełącznik zaczepów do regulacji pod obciążeniem, z komorami próżniowymi, montowany w kadzi transformatora, produkcji Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, typu VACUTAP®, o trwałości elektrycznej elementów przełączających min. 600 tys. cykli i trwałości mechanicznej min. 1.200 tys. cykli, lub innego typu, produkcji innej firmy, o nie gorszych parametrach i funkcjonalności. Przełącznik ma być zgodny z PN-EN 60214-1:2014-12E Przełączniki zaczepów- Część 1: Wymagania i metody badań.

## Napęd podobciążeniowego przełącznika zaczepów sterowany przemiennym napięciem znamionowym: zdalnie (automatyczna regulacja napięcia lub ręczna z nastawni) lub lokalnie (z szafy napędu lub w razie potrzeby ręcznie za pomocą korby).

## Szafa napędu podobciążeniowego przełącznika zaczepów, o stopniu ochrony IP54, zabezpieczona przed korozją w taki sam sposób jak powierzchnie zewnętrzne kadzi transformatora, ma być wyposażona w:

#### mechaniczny licznik przełączeń,

#### wskaźnik położenia: lokalny i zdalny,

#### elektryczne gniazdo wtykowe zabezpieczone zabezpieczeniem nadmiarowo prądowym 16A,

#### oświetlenie po otwarciu drzwi,

#### grzejnik antykondensacyjny,

#### mechanizm ręcznego przestawiania zaczepów wraz z odłączaną korbą oraz blokadą sterowania elektrycznego,

#### tabliczka znamionowa i schemat,

#### nadajnik sygnałów w kodzie BCD (27 styków i matryca) wraz z odbiornikiem sygnałów do nastawni,

#### standardowe otwory zaślepione dławicami umożliwiające wprowadzenie kabli sterowniczych.

## Urządzenia zabezpieczające i wskaźniki:

1. jeden przekaźnik gazowo-przepływowy dla kadzi i jeden przekaźnik przepływowy dla komory przełącznika   
   zaczepów zamontowane wyżej niż największy poziom oleju odpowiednio w kadzi i komorze łącznika oraz poniżej minimalnego poziomu oleju w odpowiednich częściach konserwatora:
   * dwustopniowy przekaźnik kadzi zainstalowany w połączeniu olejowym pomiędzy kadzią i konserwatorem (obustronnie z kulowymi zaworami odcinającymi), wyposażony we wskaźniki umożliwiające obserwację zgromadzonej objętości gazu do poziomu alarmowego oraz wyposażony w dwie pary elektrycznie odizolowanych zestyków kontaktronowych (wyprowadzonych na listwę zaciskową szafy sterowniczej) zamykających się odpowiednio: przy powolnym nagromadzeniu się gazu i przy gwałtownym przepływie oleju.
   * jednostopniowy przekaźnik przełącznika zaczepów zainstalowany w połączeniu olejowym pomiędzy komorą łącznika, a częścią przełącznikową konserwatora, z kulowym zaworem odcinającym od strony konserwatora, wyposażony we wskaźniki zgromadzonej objętości gazu do poziomu alarmowego oraz wyposażony   
     w zestyki kontaktronowe (wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej) zamykające się przy gwałtownym przepływie oleju.
2. ciśnieniowy zawór bezpieczeństwa o zintegrowanej obudowie kierunkowej wykonanej ze stali nierdzewnej, umożliwiającej bezpośrednie połączenie z systemem rurowym wykonanym ze stali nierdzewnej, o średnicy   
   co najmniej 80 mm, kierującej strumień oleju ku dołowi w obrębie stanowiska transformatora, wyposażony   
   w 2 oddzielne pary styków zadziałania (sygnalizacja/wyłączenie), zamontowany na boku kadzi,
3. wskaźnik poziomu oleju ze sprzęgłem magnetycznym separującym element czujnika od wyświetlacza,   
   ze szkłem wyświetlacza z filtrem UV, wyposażony w 3 styki sygnalizujące poziom oleju: wysoki, niski, krytycznie niski (High-Low-Critical Low) oraz dodatkowo umożliwiający przesłanie sygnału do zdalnego odczytu poziomu oleju przez system dyspozytorski SCADA (wyj. 4-20 mA),
4. wskaźniki temperatury:
   * oleju - termometr tarczowy czterokontaktowy ze szkłem wyświetlacza z filtrem UV, z kapilarą wykonaną   
     z miedzi lub stopu miedzi i niklu z płaszczem ze stali nierdzewnej (kapilara umieszczona w kieszeni termometrowej, w pokrywie kadzi w sposób zapewniający tłumienie drgań pochodzących od transformatora),   
     z utrwaleniem maksymalnej pomierzonej temperatury (tzw. maksigraf lub wskazówka wleczona), umożliwiający przesłanie sygnału do zdalnego odczytu temperatury przez system dyspozytorski SCADA   
     (wyj. 4‑20 mA),
   * oleju - przy wykorzystaniu czujnika termoelektrycznego (czujnik termoelektryczny umieszczony w kieszeni termometrowej w pokrywie kadzi w sposób zapewniający tłumienie drgań pochodzących od transformatora) umożliwiający wyświetlenie temperatury przez cyfrowy wskaźnik zainstalowany w nastawni,
   * uzwojenia transformatora – przy wykorzystaniu termometru z kapilarą wykonaną z miedzi lub stopu miedzi i niklu z płaszczem ze stali nierdzewnej (kapilara umieszczona w kieszeni termometrowej w pokrywie kadzi w sposób zapewniający tłumienie drgań pochodzących od transformatora), z przetwornikiem z wbudowanym modelem cieplnym zaprogramowanym na podstawie próby cieplnej, przy wykorzystaniu przekładników prądowych DN zamontowanych w transformatorze,
   * uzwojenia transformatora - przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury gorącego punktu (hot-spot) dla transformatora o mocy znamionowej 40 MVA (zamontowany tylko system bez miernika temperatury),
   * rdzenia transformatora – przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury gorącego punktu (hot-spot) dla transformatora o mocy znamionowej 40 MVA (zamontowany tylko system bez miernika temperatury),
   * temperatury zewnętrznej - przy wykorzystaniu światłowodowego systemu pomiaru temperatury dla transformatora o mocy znamionowej 40 MVA (zamontowany tylko system bez miernika temperatury).

Światłowodowy system pomiaru temperatury ma składać się z następujących elementów: 8 sond światłowodowych (światłowód posiadający nacięcie pozwalające na odprowadzenie powietrza podczas próżni): 6 do temperatury uzwojeń, 1 do temperatury rdzenia, o dokładności ±1°C, odpornych na rozpuszczalniki i środki chemiczne, posiadających jednolitą osłonę umożliwiającą równomierne nasycenie olejem oraz 1 sondy światłowodowej temperatury zewnętrznej, 8 przepustów optycznych sond światłowodowych zapewniających łączenie   
i uszczelnienie bez uszczelek i elementów epoksydowych oraz szczelnej skrzynki przyłączeniowej światłowodów kształtem dopasowanej do kadzi transformatora posiadającej połączenie ze światłowodem ST (do połączenia z przepustem i/lub urządzeniami odczytującymi/rejestrującymi). Światłowody ST wyprowadzić w szafce sterowniczej transformatora w sposób pozwalający na przyłączenie przenośnego miernika w czasie pracy transformatora. Światłowodowy system pomiaru temperatury ma umożliwiać podłączenie przenośnego miernika zasilanego bateriami/akumulatorami i pozwalającego zapisywać na karcie pamięci wyniki pomiarów. W skład zestawu nie wchodzi moduł optyczny gorących punktów jak i również światłowodowy przenośny miernik temperatury.

Sondy powinny być rozmieszczone w następujący sposób:

* + po jednej sondzie na każdej fazie uzwojenia, umieszczonej w górnej części uzwojenia GN (w najcieplejszym miejscu uzwojenia – tzw. Hot-spot),
  + po jednej sondzie na każdej fazie uzwojenia, umieszczonej w górnej części uzwojenia DN1 i DN2 (w najcieplejszym miejscu uzwojenia – tzw. Hot-spot).
  + jedna sonda umieszczona w rdzeniu transformatora w górnej części środkowego jarzma. Aby nie dopuścić do uszkodzenia sondy, w zależności od konstrukcji rdzenia, sondę należy umieścić w zablokowanym kanale chłodzącym lub jeśli taki nie występuje, sondę umieszczoną w przekładce należy przykleić do rdzenia   
    w środkowej górnej części.

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

#### oświetlenie po otwarciu drzwi,

#### grzejnik z termostatem,

#### tabliczkę znamionową i schemat,

Dopuszcza się, jako alternatywne rozwiązanie, stosowanie dwóch szaf: sterowniczej i sterowania wentylatorami,   
po spełnieniu powyższych wymagań dla każdej z nich.

# Oznakowanie

## Wszystkie znaki oraz napisy informacyjne lub ostrzegawcze powinny być wykonane i przymocowane w sposób trwały.

## Wszelkie napisy na transformatorze i w dokumentacji technicznej powinny być w języku polskim.

## Tabliczka znamionowa powinna być zamocowana do radiatora oraz zawierać dane techniczne wymagane normą, pomierzone straty stanu jałowego i straty obciążeniowe, rodzaj zastosowanego oleju, a także pełną nazwę i adres fabryki wytwórcy transformatora.

## Niezależnie od tabliczki znamionowej numer fabryczny transformatora ma być:

### wytłoczony na pokrywie transformatora,

### umieszczony na transformatorze, którego lokalizację i wielkość należy uzgodnić z ENERGA‑OPERATOR SA.

## Na pokrywie ma być umieszczone oznakowanie zacisków DN, GN i N, zgodne z dokumentacją transformatora. Ponadto przy zacisku uziemiającym powinien znajdować się symbol uziemienia lub napis „zacisk uziemiający”.

# Wymagana dokumentacja techniczna

### Wszelka dokumentacja techniczna ma być napisana w języku polskim lub przetłumaczona na język polski.

### Na etapie poszczególnych odbiorów (szczegółowo określonych w umowie) wymagane są następujące dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań technicznych:

### Dokumentacja Techniczno-Ruchowa (DTR), dostarczona dla każdego transformatora, w wersji papierowej i na płycie CD/DVD jako pliki w wersji pdf, zawierająca szczegółowy opis użytkowania i eksploatacji wszystkich dostarczonych urządzeń wraz z opisem konstrukcji każdego elementu oraz zalecaną metodykę obsługi, prób i czynności eksploatacyjnych,

### Karta Charakterystyki zastosowanego oleju elektroizolacyjnego,

### protokoły z następujących prób wyrobu transformatora wykonanych zgodnie z normą: PN-EN 60076-1:2011E Transformatory – Wymagania ogólne:

### pomiar rezystancji uzwojeń,

### pomiar przekładni napięciowej i sprawdzenie grupy połączeń,

### pomiar napięcia zwarcia i strat obciążeniowych,

### pomiar strat i prądu stanu jałowego,

### próby napięciem udarowym piorunowym,

### próba wytrzymałości elektrycznej – próby wyrobu,

### próba podobciążeniowego przełącznika zaczepów,

### protokół z nadciśnieniowej próby szczelności kadzi zmontowanego i zalanego olejem transformatora,

### protokoły z następujących prób specjalnych transformatora wykonanych zgodnie z normą: PN-EN 60076-1:2011E Transformatory – Wymagania ogólne:

### próby wytrzymałości elektrycznej – próby specjalne,

### określenie pojemności doziemnej uzwojeń oraz pojemności między uzwojeniami,

### wyznaczenie charakterystyki przenoszenia przepięć,

### pomiar impedancji kolejności zerowej,

### wyznaczenie poziomu ciśnienia akustycznego,

### pomiar harmonicznych prądu stanu jałowego,

### pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych.

### protokoły z prób wyrobu z niżej wymienionymi normami:

### podobciążeniowego przełącznika zaczepów - PN-EN 60214-1:2014-12E Przełączniki zaczepów - Część 1: Wymagania i metody badań,

### izolatorów przepustowych GN i DN - PN-EN 60137:2018-02E Izolatory przepustowe na napięcia przemienne powyżej 1 000 V,

### protokoły pomiaru mineralnego oleju elektroizolacyjnego (napięcia przebicia, DGA, tg delta, rezystywność, zawartość wody),

### deklaracje zgodności z niżej wymienionymi normami:

### przekaźników gazowo-przepływowych - PN-EN 50216-2:2004P Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 2: Przekaźnik gazowo-przepływowy do transformatorów i dławików olejowych z konserwatorem,

### czujników temperatury - PN-EN 50216-11:2009E Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 11: Czujniki temperatury oleju i uzwojeń,

### wentylatorów - PN-EN 50216-12:2011E Wyposażenie transformatorów i dławików - Część 12: Wentylatory**,** o ile występują,

### radiatorów - PN-EN 50216-6:2004P Wyposażenie transformatorów i dławików – Część 6: Urządzenia chłodzące - Odejmowalne radiatory transformatorów olejowych.

### protokoły z wykonania następujących wzorcowych badań diagnostycznych, tzw. odcisk palca (finger print):

### pomiar prądu magnesującego przy napięciu 230 V,

### oscylogram wzorcowych rozkładów odpowiedzi częstotliwościowej transformatora, wykonany dla każdego uzwojenia GN i DN analizatorem częstotliwościowym w zakresie (peak-to-peak) metodą Sweep Frequency Response Analysis (SFRA),

### ocena zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej metodą łączoną: pomiaru napięcia powrotnego (RVM - Recovery Voltage Method) i prądów polaryzacji i depolaryzacji elektrycznej (PDC ‑ Polarization and Depolarization Current),

### pomiar wyładowań niezupełnych metodą elektryczną zgodnie z [PN‑EN 60270:2003](https://sklep.pkn.pl/?a=show&m=product&pid=461331&page=1)/A1:2016-04P Wysokonapięciowa technika probiercza - Pomiary wyładowań niezupełnych.

### pomiar zawartości gazów rozpuszczonych w oleju elektroizolacyjnym, metodą Dissolved Gas Analysis (DGA) zgodnie z PN-EN 61181:2007/A1:2012E Urządzenia elektryczne z olejem mineralnym- Zastosowania analizy gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) przy próbach fabrycznych urządzeń elektrycznych, oznaczenie zawartości polichlorowanych bifenyli (PCB) i produktów podobnych- Część 1: Rozdzielanie i oznaczanie wybranych kongenerów PCB metodą chromatografii gazowej (GC) z zastosowaniem detektora wychwytu elektronów (ECD), a obliczenia wykonać zgodnie z PN-EN 12766-2:2011P Przetwory naftowe i oleje zużyte – Oznaczanie polichlorowanych bifenyli (PCB) i produktów podobnych – Część 2: Obliczanie zawartości polichlorowanych bifenyli (PCB). Dopuszcza się oznaczenie polichlorowanych bifenyli (PCB) zgodnie z wycofaną normą PN-IEC 997: 1998P. Oznaczanie zawartości polichlorowanych pochodnych bifenylu (PCB) w olejach elektroizolacyjnych metodą chromatografii gazowej,

### oscylogram pomiaru strat stanu jałowego i obciążeniowych w funkcji mocy w zakresie (0,1‑1,2)Pn,

### protokoły z pomiarów systemu monitorowania temperatury (karta odbioru pozwalająca na jednoznaczną ocenę poprawności zainstalowania systemu, wg. wzorcowego dokumentu producenta systemu monitorowania temperatury) uzupełniane każdorazowo przy następujących etapach:

### - po instalacji światłowodów w uzwojeniach,

### - po ściskaniu uzwojeń,

### - po wygrzewaniu transformatora,

### - po montażu światłowodu na rdzeniu,

### - przed połączeniem światłowodów z przepustami,

### - po połączeniu z przepustami,

### - przed próbami cieplnymi,

### - przy odbiorze końcowym.

### protokoły z wykonania następujących pomontażowych badań diagnostycznych po dostawie i ustawieniu na stanowisku:

### - pomontażowych badań zgodnie z PN-E-04700:1998+Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych - Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych,

### - pomiar prądu magnesującego przy napięciu 230 V,

### - oscylogram wzorcowych rozkładów odpowiedzi częstotliwościowej transformatora, wykonany dla każdego uzwojenia GN i DN analizatorem częstotliwościowym (peak-to-peak) metodą Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) zgodnie z normą PN-EN 60076-18:2013-05E Transformatory – Część 18 Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej,

### - pomiar zawartości gazów rozpuszczonych w oleju elektroizolacyjnym metodą Dissolved Gas Analysis (DGA), o ile po dostawie i ustawieniu na stanowisku transformator był zalewany olejem.

### Protokoły pomiarów z prób: wyrobu i specjalnych muszą być poświadczone przez jednostkę certyfikującą akredytowaną w tym zakresie.

### Sposób podawania numerów referencyjnych norm uwzględnia jedynie zmiany do norm publikowane oddzielnie (oznaczenie A) oraz zmiany krajowe publikowane oddzielnie (oznaczenie Az), natomiast nie uwidacznia poprawek do norm publikowanych oddzielnie (oznaczenie AC) oraz poprawek krajowych do norm publikowanych oddzielnie (oznaczenie Ap), które należy uwzględnić przy wykorzystaniu normy. Nie wymaga się podawania ww. poprawek do norm publikowanych oddzielnie na protokołach badania i certyfikatach zgodności w przeciwieństwie do zmian do norm publikowanych oddzielnie.

### Certyfikaty zgodności muszą być wydane producentowi, importerowi lub jego upoważnionemu przedstawicielowi przez akredytowane jednostki certyfikujące w tym zakresie na podstawie badań typu potwierdzających zgodność z normą aktualną w dniu zakończenia wykonania badań w laboratoriach akredytowanych w tym zakresie.

### Certyfikaty zgodności wydane przed datą publikacji ww. norm, w oparciu o normy aktualne w dniu wydania certyfikatu, są traktowane na równi z certyfikatami zgodności z ww. normami, do daty wskazanej przez jednostkę certyfikującą, lecz nie dłużej niż do daty utraty aktualności norm stosowanych w ocenie zgodności podanej w Komunikacie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w sprawie stosowania Polskich Norm wycofanych jako dokumentów odniesienia w ocenie zgodności.

### Protokoły badania typu potwierdzające zgodność z normą oraz badania potwierdzające spełnienie przez wyroby innych wymagań technicznych muszą być wydane producentowi, importerowi lub jego upoważnionemu przedstawicielowi przez laboratoria akredytowane w tym zakresie. Jeżeli zmiana do normy publikowana oddzielnie wprowadza istotne zmiany wymagające wykonania nowych badań typu (jednej lub więcej prób) to badania typu należy powtórzyć lub uzupełnić nie później niż w 3 lata daty od opublikowania oddzielnie zmiany do normy o ile wcześniej nie zostanie wydana norma z włączoną do treści zmianą. Wówczas utrata aktualności norm stosowanych w ocenie zgodności zostanie na nowo podane w Komunikacie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w sprawie stosowania Polskich Norm wycofanych jako dokumentów odniesienia w ocenie zgodności.

### Protokoły badania typu wydane producentowi, importerowi lub jego upoważnionemu przedstawicielowi przed datą publikacji ww. norm, w oparciu o normy aktualne w dniu wykonywania badań, są taktowane na równi z protokołami badania typu poświadczającymi zgodność z ww. normami, ale nie dłużej niż do daty utraty aktualności norm stosowanych w ocenie zgodności podanej w Komunikacie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w sprawie stosowania Polskich Norm wycofanych jako dokumentów odniesienia w ocenie zgodności. ENERGA-OPERATOR SA zastrzega sobie prawo wglądu w oryginały certyfikatów, prawo wglądu do raportu z badań oraz pełnych protokołów z badań.

### Normy równoważne są traktowane na równi z normami zatwierdzonymi przez Polski Komitet Normalizacyjny. Za normę równoważną uważa się normę, zawierającą w całości treść normy EN lub dokumentu harmonizacyjnego HD, zatwierdzoną przez krajowy komitet normalizacyjny członka CENELEC Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki lub normę zatwierdzoną przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną, która bez jakichkolwiek zmian została wprowadzona jako norma EN lub dokument harmonizacyjny HD.

### Użyte terminy: akredytowane jednostki certyfikujące, laboratoria akredytowane, certyfikaty, badanie (typu), rozumiane są zgodnie z definicjami zawartymi w ustawie z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (tekst jednolity Dz.U. 2017 poz. 1226, z późniejszymi zmianami).