

EthosEnergy Poland S.A.

ul. Powstańców Śląskich 85
42-701 Lubliniec
Poland

☎ +48 34-3572-100

Faks +48 34-3563-517

✉ ethosenergy@ethosenergygroup.pl

Zlec. nr TP-PL-25/001

**DOKUMENTACJA PRZEGLĄDOWA
TRANSFORMATORA
TYPU TONRLa 115 000/220
Nr fabr. 250191**

Zarząd:
Janusz Osadnik
Prezes Zarządu
Bartłomiej Dośpiał
Członek Zarządu ds. Finansowych
Murat Demirel
Członek Zarządu

Sąd Rejonowy w Częstochowie
XVII Wydział Gospodarczy KRS
Rejestr Przedsiębiorców
nr 0000056279

Kapitał zakładowy/wpłacony 35 373 720 PLN
NIP 575-00-08-008
NIP UE PL5750008008
Regon 150058523
nr BDO 000000007

Zakład Generatorów
Tel. +48 34 357 24 30
Zakład Transformatorów
Tel. +48 34 357 24 30
Zakład Mechaniczny
Tel. + 48 34 357 24 85



Spółka posiada Zintegrowany System Zarządzania wg norm:
PN-EN ISO 9001:2015, PN-EN ISO 14001:2015, PN-ISO 45001:2018, ISO 50001:2018
certyfikowany przez TÜV NORD.

1. PODSTAWOWE DANE ZNAMIONOWE

Tab. 1.1 Dane znamionowe transformatora

TRANSFORMATOR TYPU TONRLa 115 000/220		
Nr fabryczny	250191	
Rok wykonania	2026	
Nr zlecenia	TP-PL-25/001	
Moc znamionowa GN/DN [MVA]	115	
Częstotliwość znamionowa [Hz]	50	
Przekładnia napięciowa GN/DN [kV]	226±15% (±10 st.) / 33	
Prąd GN/DN [A]	293,78 / 2011,98	
Układ i grupa połączeń	YNd11	
Napięcie zwarcia [%]	12	
Straty jałowe [kW]	50	
Straty obciążeniowe pary uzwojeń GN-DN odniesione do mocy 115 MVA [kW]	340	
Współczynnik PEI	≥ 99,776	
Chłodzenie	ONAN / ONAF	
Przyrost temp. uzwojeń [K]	≤ 65	
Przyrost temp. oleju [K]	≤ 60	
Przyrost najgorętszych miejsc uzwojeń [K]	≤ 78	
Poziomy izolacji	Zacisk liniowy GN (226 kV) 1U, 1V, 1W	Um245 / SI850 / LI1050 / IVPD 239 / AC 460 kV
	Zacisk punktu neutralnego GN-N	Um123 / LI550 / AC 230 kV
	Zacisk liniowy DN (33 kV) 2U, 2V, 2W	Um36 / LI170 / AC 700 kV 
Ciśnienie akustyczne [dB(A)]	80	

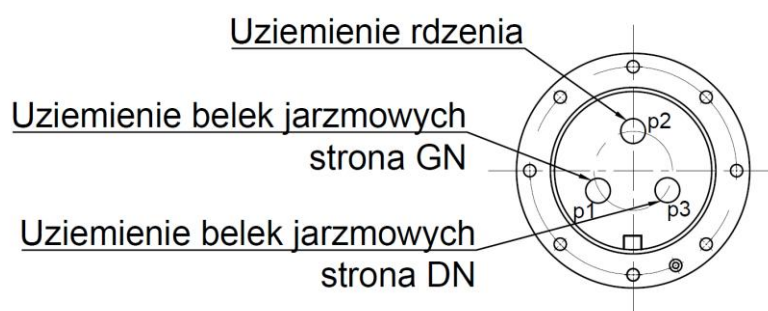
2. OPIS BUDOWY

2.1. Rdzeń

Jednoramowy, trójkolumnowy rdzeń wykonano z blachy o ziarnie zorientowanym, ulepszonej laserowo typu H085-23 o stratności 0,85 W/kg przy indukcji 1,7 T. Blachy rdzenia są ukosowane pod kątem 45° w narożach i węźle środkowym oraz zaplatane w systemie step-lap. Kolumny rdzenia są prasowane bandażami z włókna szklanego. Łączniki belek wykonane są ze stali magnetycznej. Pomiedzy poszczególnymi stopniami kolumn i jarzm zastosowano kanały chłodzące. Łącznik belek oddzielono od rdzenia kanałem olejowym. Belki jarzmowe prasujące jarzma rdzenia oraz stanowiące konstrukcję wsporczą dla układu uzwojeń transformatora łączone są ze sobą w oknach taśmami z włókna szklanego, ściągаныmi odpowiednimi elementami śrubowymi. Prasowanie kolumn i jarzm taśmami syconymi żywicą epoksydową zapewnia niski poziom strat jałowych i hałasu. Dodatkowo rdzeń jest odseparowany od kadzi za pomocą elementów wytłumiających i materiału niehigroskopijnego.

Rdzeń jest odizolowany elektrycznie od kadzi i pokrywy. W jego konstrukcji można wyróżnić trzy odrębnie uziemione obwody. Pierwszy to rdzeń, drugi stanowią belki jarzmowe górne i dolne (patrząc od strony wyprowadzeń GN), a trzeci belka jarzmowa górna i dolna (patrząc od strony wyprowadzeń DN). Przewody uziemiające te obwody wyprowadzone są za pomocą izolatorów umieszczonych w skrzynce uziemień rdzenia na pokrywę i połączone na wspólnej listwie uziemiającej (rys. 4.1.1.).

Po zakończeniu pomiarów uziemień części aktywnej zaciski są zmostkowane za pomocą zwór i połączone z kostką uziemiającą za pomocą linki miedzianej.

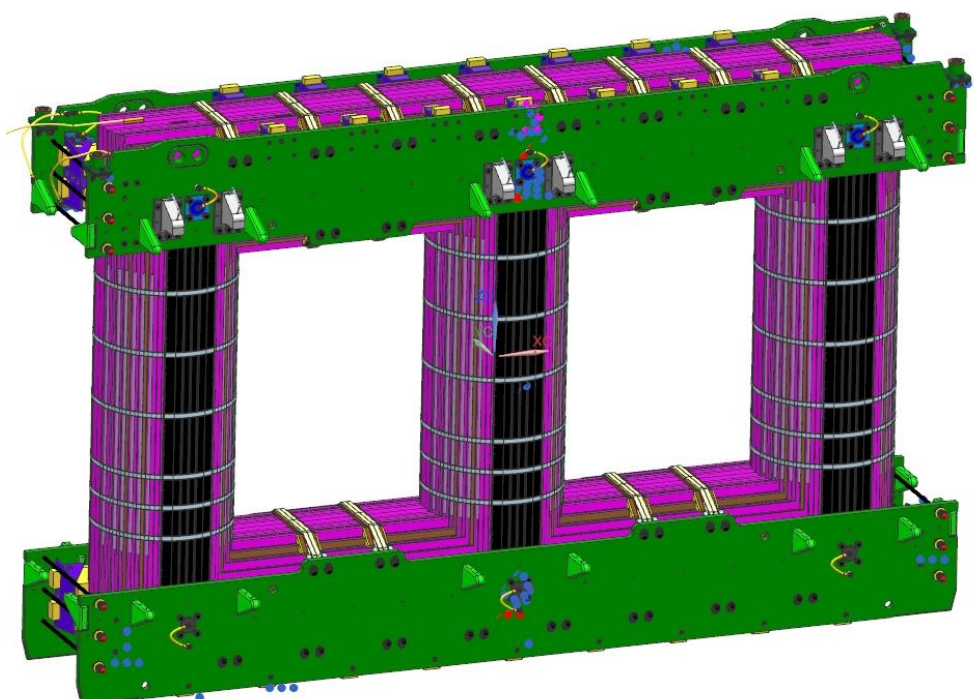


Rys. 2.1.1. Wyprowadzenia skrzynki uziemień rdzenia i jego konstrukcji

Rdzeń posadowiony jest w kadzi na elemencie izolacyjnym, wykonanym z materiału niehigroskopijnego. Rdzeń i jego izolację zaprojektowano w klasie izolacji A. Izolacja rdzenia wytrzymuje napięcie co najmniej 2500 V, a zmierzona rezystancja nie może być mniejsza niż

100 M Ω . Do podnoszenia rdzenia służą cztery ucha przyspawane do górnych belek jarzmowych.

Wszystkie elementy belek jarzmowych będące w sąsiedztwie z odpływami wysokonapięciowymi posiadają zaokrąglenia.



Rys. 2.1.2 Widok rdzenia

2.2. Uzwojenia

Uzwojenie DN typu wywrotkowego. W uzwojeniu DN zastosowano przewód miedziany CTC. W uzwojeniu DN zastosowano przewody o wytrzymałości mechanicznej $\sigma_{0,2} \geq 80$ MPa i klejonych według technologii LOW CHIP Epoxy (patent firmy ASTA, przewody przeznaczone do uzwojeń wysokonapięciowych) przewodach elementarnych. Zastosowano papier izolacyjny termicznie ulepszony.

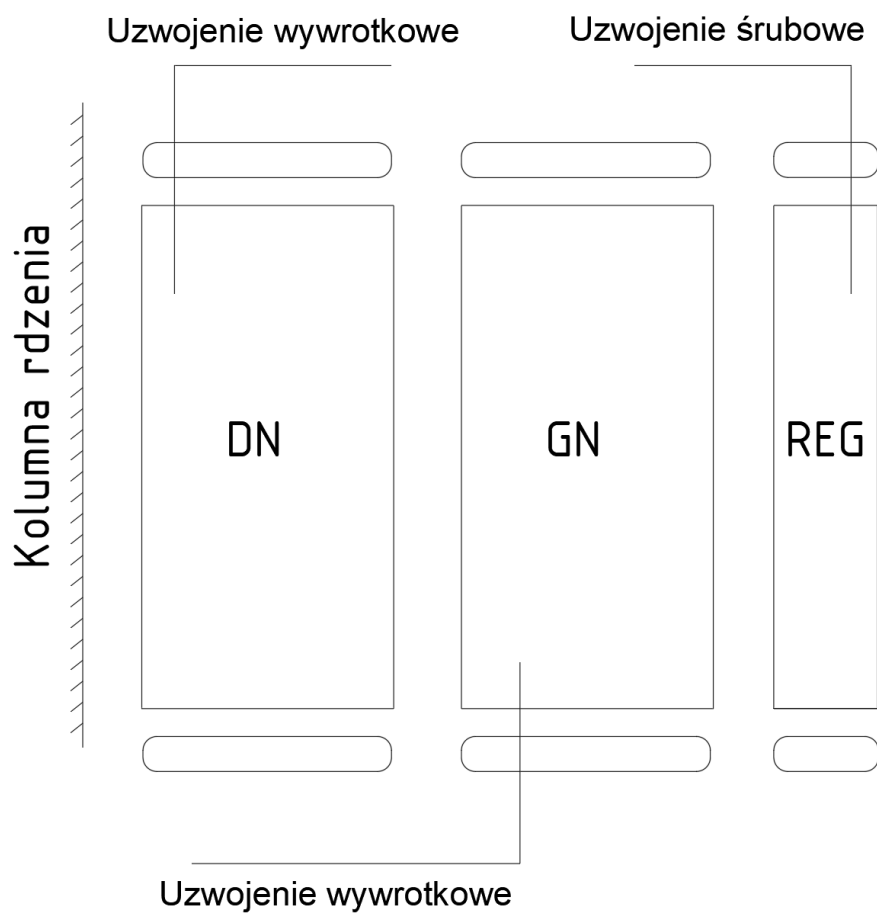
Masa dla 3 faz: ~6,4 t.

Uzwojenie GN typu wywrotkowego. W uzwojeniu GN zastosowano przewód miedziany CTC. W uzwojeniu GN zastosowano przewody o wytrzymałości mechanicznej $\sigma_{0,2} \geq 80$ MPa i klejonych według technologii LOW CHIP Epoxy (patent firmy ASTA, przewody przeznaczone do uzwojeń wysokonapięciowych) przewodach elementarnych. Zastosowano papier izolacyjny termicznie ulepszony.

Masa dla 3 faz: ~10,3 t.

Uzwojenie REG typu śrubowego nawinięte przewodem miedzianym CTC. W uzwojeniu REG zastosowano przewody o wytrzymałości mechanicznej $\sigma_{0,2} \geq 80$ MPa i klejone według technologii LOW CHIP Epoxy. Zastosowano papier izolacyjny termicznie ulepszony.

Masa dla 3 faz: ~1,9 t.



Rys. 4.2.1 Usytuowanie uzwojeń transformatora w oknie rdzenia

Oznaczenia:

REG - uzwojenie regulacyjne,

DN - uzwojenie 33 kV,

GN - uzwojenie 226 kV.

2.3. Opis kadzi z pokrywą

Kadź transformatora wykonana jest z blachy stalowej, usztywnionej kształtownikami stalowymi pionowymi i poziomymi zapewniającymi odpowiednią wytrzymałość mechaniczną.

Kadź wytrzymuje podciśnienie -999 hPa i nadciśnienie +500 hPa.

Na kadzi znajdują się:

- wsporniki mocujące napęd podobciążeniowego przełącznika zaczepów,
- kołnierze przyłączeniowe rurociągów układu chłodzenia,
- ucho do podnoszenia transformatora,
- podstawa do lewarowania w postaci czterech płyt podnośnikowych,
- stopy do transportu burtowego (kolejowego lub kołowego),
- drabina do wejścia na pokrywę,
- włącz kontroli podobciążeniowych przełączników zaczepów,
- konstrukcja mocująca konserwator.

Kadź posiada po dwa zaciski uziemiające umieszczone na obu dłuższych bokach w jej dolnej części.

Pokrywa transformatora wykonana jest z elementów stalowych wzmocnionych kształtownikami.

Na pokrywie kadzi znajdują się:

- kominki z izolatorami str. GN i DN, GN-N. W kominkach GN, DN oraz GN-N, zamontowano przekładniki prądowe oraz skrzynki zaciskowe przekładników prądowych. Na kominkach zainstalowano włązy rewizyjne,
- głowica i przekładnia napędu podobciążeniowego przełącznika zaczepów z zaworem nadciśnieniowym komory przełącznika,
- trzy punkty do instalacji zabezpieczeń przed upadkiem dla obsługi,
- kieszenie termometrów i czujników temperatury oleju,
- zawory górne i dolne do obiegowego suszenia oleju,
- skrzynka uziemienia rdzenia i jego konstrukcji,
- otwory do podnoszenia pokrywy, umieszczone we wzmocnieniach przyspawanych do pokrywy,
- skrzynka wyprowadzeń termometrów oporowych rdzenia TRD1 – TRD4,
- dwa zawory upustowe bezpieczeństwa,

Po montażu części aktywnej pokrywa jest spawana z kołnierzem na kadzi.

3. UKŁAD CHŁODZENIA

3.1 Opis układu chłodzenia

Ciepło wydzielające się z transformatora odprowadzane jest przez 18 radiatorów zainstalowane wzdłuż dłuższych boków kadzi na wspornikach. Radiatory połączone zostały w dwie baterie po jednej na każdą boku autotransformatora (2 x 9 sztuk). Każda z baterii pracuje na wspólnym kolektorze dolotowym i wylotowym. Radiatory podłączone są do kolektora poprzez zastawki. Wloty oleju do kolektora dolotowego (górnego) połączone są rurociągami z pokrywą kadzi skąd gorący olej dopływa do radiatorów. Schłodzony olej kolektorem dolnym doprowadzany jest do kadzi.

3.2 Elementy układu chłodzenia

Głównymi elementami układu chłodzenia transformatora są:

- 18 radiatorów podzielone na dwie baterie,
- 8 wentylatorów W1-W8,
- szafa sterownicza układu chłodzenia,
- 36 zastawek odcinających radiatory,
- termometr kontaktowy temperatury oleju,
- termometr kontaktowy temperatury uzwojenia.

3.3 Charakterystyka układu chłodzenia

Układ chłodzenia pracuje w czterech stopniach intensyfikacji chłodzenia (warianty pracy):

ONAN: przepływ oleju i powietrza chłodzącego jest naturalny, powstały na skutek różnicy gęstości ciepłego i schłodzonego czynnika chłodzącego,

ONAF: przepływ oleju jest naturalny, przepływ powietrza wymuszany jest wentylatorami (8 szt.).

4. PODOBCIĄŻENIOWY PRZELĄCZNIK ZACZEPÓW (PPZ)

W transformatorze zastosowany zostanie trójfazowy podobciążeniowy przełącznik zaczepów z komorami próżniowymi typu VUCGRN 650/450/III firmy Hitachi Energy połączony za pomocą wałów i przekładni napędowych z szafą napędową typu BUL2. Parametry przełącznika pokazano w tabeli nr 4.1.

Tab. 4.1 Parametry podobciążeniowego przełącznika zaczepów (PPZ)

Opis parametru	Parametry znamionowe	Parametry rzeczywiste (występujące w transformatorze)
Producent	Hitachi Energy	
Typ	VUCGRN 650/450/III	
Liczba właściwych pozycji PPZ	± 10 (21 stopni)	
Znamionowy prąd przechodni	450 A	345,6 A
Znamionowe napięcie stopniowe	3500 V	1957,2 V

5. PRZEKŁADNIKI PRĄDOWE

W transformatorze na wyprowadzeniach poszczególnych uzwojeń zabudowane zostaną przekładniki prądowe o parametrach zgodnych z specyfikacją. W tabelach 5.1 – 5.2 przedstawiono parametry przekładników. Dla rdzeni przekładników parametr ext. = 150%.

Tab.5.1 Przekładniki prądowe po stronie GN (226 kV) 1V – 1 szt.

Rdzeń:		I *)	II *)
Przekładnia prądowa:	346 A /	2 A	2 A
Klasa dokładności:		1FS10	1FS10
Moc znamionowa:		15 VA	15 VA

*) Rdzeń do termometru kontaktowego temp. uzwojeń (modelu cieplnego)

Tab. 5.2 Przekładniki prądowe punktu neutralnego GN 1N – 1 szt.

Rdzeń:		I	II
Przekładnia prądowa:	? A**) /	? A**)	? A**)
Klasa dokładności:		5P20	5P20
Moc znamionowa:		30 VA	30 VA

**) Nie podano wartości przekładni prądowej

Przekładniki wyposażone będą w tzw. uzwojenia do prób (zwoje probiercze) dla sprawdzenia przekładni prądowej przekładników. Liczba zwojów uzwojenia do prób jest tak dobrana, aby przy prądzie w tym uzwojeniu równym 10A w uzwojeniach wtórnych przekładnika popłynął prąd znamionowy (tj. 1A lub 2A). Uzwojenie do prób obejmuje wszystkie rdzenie danej grupy.

6. WYKAZ WYPOSAŻENIA TRANSFORMATORA

Tab. 6.1 Wykaz wyposażenia

Symbol	Nazwa	Typ	Producent	Szt.
1U,1V,1W	Izolatory przepustowe GN	STARIP Si+ 245-800	TRENCH	3
2U,2V,2W	Izolatory przepustowe DN	36-3150/P4	Hitachi Energy	3
N	Izolatory przepustowe punktu neutralnego GN-N	STARIP Si+ 123-800	MR	1
T1, T2	Oporowy czujnik temperatury oleju	TP621-Pt100-2-100-G3/4" 3-przewodowy, podwójny	Czaki	2
TK1	Termometr kontaktowy temp. oleju	BETECH	Messko	1
TK2, TK3	Termometr kontaktowy temp. uzwojenia	BETECH	Messko	2
TRD1-TRD2	Oporowe czujniki temperatury rdzenia	P100	Ampero	2
EGB	Światłowodowy system pomiaru temperatury uzwojeń	EasyGrid Base	Fiso	1
BG	Przełącznik gazowo-przepływowy (Buchholza)	MSafe	Messko	1
BP	Przełącznik zabezpieczający przełącznika zaczeów	-	Comem	1
WP1, WP2	Wskaźnik przepływu oleju	Flow Relay	Messko	2
ZUB1, ZUB2	Zawory upustowe bezpieczeństwa	170SC	Comem	2
ZUB3	Zawór upustowy bezpieczeństwa dla przełącznika zaczeów	MPreC	Messko	1
MWP1	Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze dla kadzi	MTO-Axial	Messko	1
MWP2	Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze dla przełącznika	MTO-Radial	Messko	1
W1 – W8	Wentylatory	FC100-NDL.7M.A7	Ziehl-Abegg	8

7. ZAŁĄCZNIKI

- 1) Rysunek wymiarowy
- 2) Rysunek transportowy
- 3) Schemat układu chłodzenia transformatora
- 4) Karty katalogowe izolatorów przepustowych