

Nazwa kwalifikacji: **Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek przesyłowych  
w systemach energetycznych**

Oznaczenie kwalifikacji: **ELE.06**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

ELE.06-01-22.06-SG

## EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2022

**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2019**

### Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 8 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

**Powodzenia!**

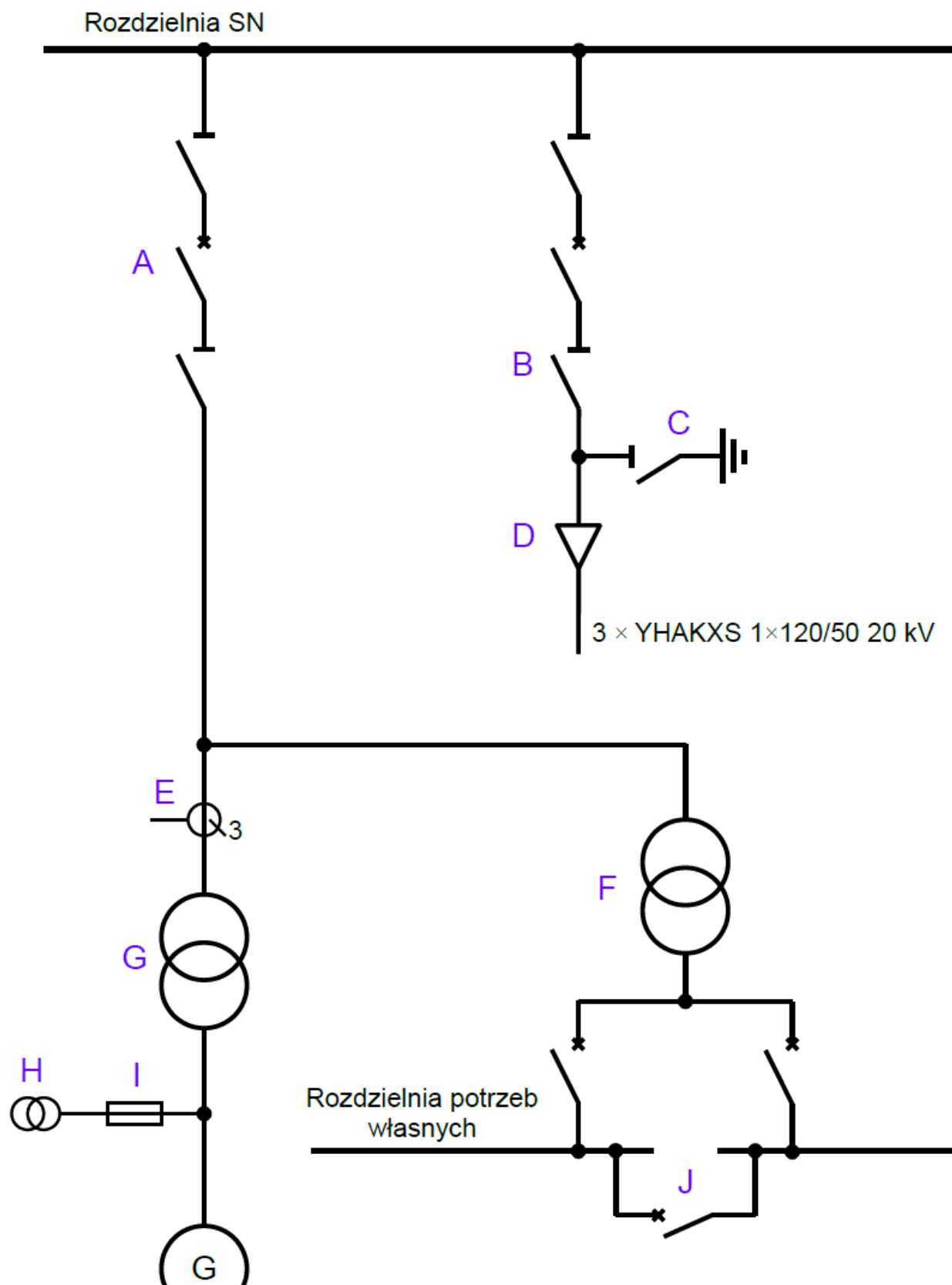
\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

Korzystając z danych podanych w treści zadania wykonaj następujące czynności:

- przyporządkuj oznaczenia literowe nazwom elementów układu elektrycznego elektrowni przedstawionego na rysunku 1 i zapisz je w tabeli 1,
- określ wybrane parametry transformatora potrzeb własnych o tabliczce znamionowej przedstawionej na rysunku 2 i zapisz je w tabeli 2,
- zgodnie z instrukcją przeglądu transformatora potrzeb własnych, którego tabliczkę znamionową przedstawiono na rysunku 2, uzupełnij:
  - tabele 3 i 4 dotyczące pomiarów rezystancji tego transformatora,
  - tabelę 5 dotyczącą oceny wyników badania oleju tego transformatora i przydatności oleju do eksploatacji.

Wyniki obliczeń zapisz w tabelach z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.



Rysunek 1. Schemat połączeń układu elektrycznego elektrowni

| TRANSFORMATOR OLEJOWY TRÓJFAZOWY                                                                                                                                                                                          |                  |                                    |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------|----------------------|---|------|---|------|---|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Typ                                                                                                                                                                                                                       |                  | TNOSCT - 630/6,3 PNS DTSP -L 3M128 |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Norma                                                                                                                                                                                                                     |                  | PN-EN 60076                        | Nr 1LPL633123        |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Rok produkcji                                                                                                                                                                                                             |                  | 2006                               |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Moc znamionowa                                                                                                                                                                                                            |                  | 630 kVA                            | Układ połączeń Dyn 5 |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Napięcie znamionowe [kV]                                                                                                                                                                                                  |                  | Prąd [A]                           | Poziom izolacji      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| GN                                                                                                                                                                                                                        | 6,3 + 2,5 - 2,5% | 57,7                               | L160AC20             |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| DN                                                                                                                                                                                                                        | 0,4              | 909                                | AC8                  |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Poz prz</th> <th>Nap GN [V]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6458</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6300</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6143</td> </tr> </tbody> </table> |                  | Poz prz                            | Nap GN [V]           | 1 | 6458 | 2 | 6300 | 3 | 6143 | Znamionowe zmierzone<br>Napięcie zwarcia 5,57 %<br>Straty zwarcia 6526 W<br>Straty jałowe 951 W<br>Częstotliwość znam. 50 Hz<br>Chłodzenie ONAN |  |
| Poz prz                                                                                                                                                                                                                   | Nap GN [V]       |                                    |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                         | 6458             |                                    |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                         | 6300             |                                    |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| 3                                                                                                                                                                                                                         | 6143             |                                    |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Maks. temp. otoczenia 40 °C                                                                                                                                                                                               |                  | Masa oleju                         | 350 kg               |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Dopuszczalny przyrost temp:                                                                                                                                                                                               |                  |                                    |                      |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Uzwojeń                                                                                                                                                                                                                   | 65 K             | Masa części wyjm.                  | 1170 kg              |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Oleju                                                                                                                                                                                                                     | 60 K             | Masa całkowita                     | 1890 kg              |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |
| Typ oleju NYNAS - NYTRO 10GEN                                                                                                                                                                                             |                  | Olej wg                            | IEC 295              |   |      |   |      |   |      |                                                                                                                                                 |  |

Rysunek 2. Tabliczka znamionowa transformatora potrzeb własnych SN/nN

### Instrukcja przeglądu transformatora

#### 1. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń

Pomiar rezystancji izolacji wykonuje się odpowiednim miernikiem o napięciu probierczym 2 500 V.

Transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie jego zaciski od sieci. Na czas pomiaru każdy transformator musi być uziemiona. Uzwojenia, których izolacja ma być mierzona należy uziemić na czas minimum 2 minuty przed pomiarem. Następnie wykonać pomiary według następujących kombinacji połączeń:

- uzwojenie GN względem uzwojenia DN i uziemionej kadzi,
- uzwojenie DN względem uzwojenia GN i uziemionej kadzi.

Wykonanie pomiaru rezystancji izolacji uzwojeń transformatora w dwóch momentach czasowych po 15 s ( $R_{15}$ ) i po 60 s ( $R_{60}$ ) - umożliwi obliczenie współczynnika absorpcji  $K_a$  charakteryzującego stan dielektryczny oleju transformatorowego, ze wzoru:

$$K_a = \frac{R_{60}}{R_{15}}$$

Doświadczenia eksploatacyjne pozwoliły na ustalenie granicznych dopuszczalnych wartości wskaźników izolacji, w zależności od mocy i napięć znamionowych transformatorów.

Według PN-E-04700 wartość współczynnika absorpcji  $K_a$  nie powinna być mniejsza niż:

- 1,15 dla transformatorów grupy III o mocy 1,6 MVA i mniejszej,
- 1,2 dla rezystancji uzwojeń w stosunku do ziemi i 1,4 dla rezystancji między uzwojeniami transformatorów grupy II o mocy większej od 1,6 MVA a nie należących do grupy I,
- 1,3 dla rezystancji uzwojeń w stosunku do ziemi i 2,0 dla rezystancji między uzwojeniami transformatorów grupy I o napięciu znamionowym 220 kV i mocy 100 MVA i większej.

## 2. Pomiar rezystancji uzwojeń

Pomiar wykonuje się przeznaczonym do tego miernikiem pozwalającym zmierzyć rezystancje o małych wartościach. Przed przystąpieniem do pomiarów transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie zaciski uzwojeń od sieci (zarówno po stronie GN jak i DN).

Rezystancję uzwojeń mierzy się między wszystkimi zaciskami liniowymi transformatora po stronie GN i DN, czyli:  $R_{AB}$ ,  $R_{BC}$ ,  $R_{CA}$ . Do oceny wyników pomiarów potrzebne są wartości rezystancji fazowych, które dla uzwojeń skojarzonych w trójkąt oblicza się z następujących wzorów:

$$R_A = \frac{2R_{CA}R_{BC}}{R_{CA} + R_{BC} - R_{AB}} - \frac{R_{CA} + R_{BC} - R_{AB}}{2}$$

$$R_B = \frac{2R_{AB}R_{CA}}{R_{AB} + R_{CA} - R_{BC}} - \frac{R_{AB} + R_{CA} - R_{BC}}{2}$$

$$R_C = \frac{2R_{AB}R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}} - \frac{R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}}{2}$$

Odchyłka procentowa w rezystancji uzwojeń fazowych:

$$\delta_R = \frac{|R_{f \max} - R_{f \text{śr}}|}{R_{f \text{śr}}} \cdot 100 \%$$

gdzie:

$R_{f \max}$  – rezystancja uzwojenia fazowego najbardziej różniąca się od wartości średniej,

$R_{f \text{śr}}$  – średnia rezystancja uzwojenia fazowego.

Dopuszczalna odchyłka procentowa w rezystancji uzwojeń fazowych wynosi wg normy 3 %.

## 3. Badanie oleju

Badanie oleju wykonuje się w przeznaczonych do tego laboratoriach. Badanie oleju polega na przeprowadzeniu:

- sprawdzenia zawartości wody i ciał stałych,
- sprawdzenia napięcia przebicia oleju,
- pomiaru rezystywności oleju.

Wyniki badań uznaje się za pozytywne, jeżeli olej nie zawiera ciał stałych i wody, napięcie przebicia jest nie niższe niż 40 kV przy temperaturze 20 °C oraz rezystywność oleju przy temperaturze 50 °C jest nie niższa niż 20 GΩm.

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenie będzie podlegać 6 rezultatów:**

- przyporządkowanie oznaczeń literowych nazwom elementów układu elektrycznego elektrowni – tabela 1,
- parametry transformatora potrzeb własnych – tabela 2,
- ocena rezystancji izolacji uzwojeń transformatora – tabela 3,
- wyniki obliczeń rezystancji fazowych transformatora – tabela 4,
- ocena wartości rezystancji uzwojeń transformatora – tabela 4,
- oceny wyników badania oleju transformatorowego i jego przydatności do eksploatacji – tabela 5.

**Tabela 1. Przyporządkowanie oznaczeń literowych nazwom elementów układu elektrycznego elektrowni**

| Lp. | Nazwa elementu                 | Oznaczenie elementu na rysunku 1 niebieską literą |
|-----|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1   | Transformator blokowy          |                                                   |
| 2   | Transformator potrzeb własnych |                                                   |
| 3   | Wyłącznik blokowy              |                                                   |
| 4   | Odłącznik liniowy              |                                                   |
| 5   | Łącznik sprzęgłowy             |                                                   |
| 6   | Głowica kablowa                |                                                   |
| 7   | Przekładnik prądowy            |                                                   |
| 8   | Przekładnik napięciowy         |                                                   |
| 9   | Uziemnik                       |                                                   |
| 10  | Bezpiecznik                    |                                                   |

**Tabela 2. Parametry transformatora potrzeb własnych**

| Lp.                               | Parametr                                                             | Wartość | Jednostka miary |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|
| 1                                 | Znamionowa moc transformatora                                        |         |                 |
| 2                                 | Znamionowe napięcie pierwotne                                        |         |                 |
| 3                                 | Znamionowe napięcie wtórne                                           |         |                 |
| 4                                 | Maksymalne napięcie pierwotne                                        |         |                 |
| 5                                 | Liczba pozycji przełącznika zaczeów                                  |         |                 |
| 6                                 | Kąt pomiędzy wektorem napięcia międzyfazowego strony górnej i dolnej |         |                 |
| 7                                 | Procentowe napięcie zwarcia                                          |         |                 |
| 8                                 | Całkowite straty transformatora                                      |         |                 |
| <b>Sposób skojarzenia uzwojeń</b> |                                                                      |         |                 |
| 9                                 | Pierwotnego                                                          |         |                 |
| 10                                | Wtórne                                                               |         |                 |

Tabela 3. Ocena rezystancji izolacji uzwojeń transformatora

| Układ pomiarowy | Rezystancja izolacji przy temperaturze 24 °C w MΩ |         | Współczynnik $K_a$ | Wartość dopuszczalna według normy PN-E-04700 | Ocena (wpisz <i>pozytywna</i> lub <i>negatywna</i> ) |
|-----------------|---------------------------------------------------|---------|--------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                 | po 15 s                                           | po 60 s |                    |                                              |                                                      |
| GN/DNz          | 14 000                                            | 25 000  |                    |                                              |                                                      |
| DN/GNz          | 13 000                                            | 30 000  |                    |                                              |                                                      |

Tabela 4. Rezystancja uzwojeń transformatora wraz z oceną

| Uzwojenie GN zaczepek | $R_{AB}$ | $R_A$ | $R_{BC}$ | $R_B$ | $R_{CA}$ | $R_C$ | $R_{f\text{ śr}}$ | $\delta_R$ | Ocena spełnienia normy (wpisz <i>pozytywna</i> lub <i>negatywna</i> ) |
|-----------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                       | mΩ       | mΩ    | mΩ       | mΩ    | mΩ       | mΩ    | mΩ                | %          |                                                                       |
| 1                     | 529,8    |       | 529,8    |       | 529,5    |       |                   |            |                                                                       |
| 2                     | 519,8    |       | 514,2    |       | 513,5    |       |                   |            |                                                                       |
| 3                     | 503,6    |       | 497,9    |       | 497,0    |       |                   |            |                                                                       |
| Uzwojenie DN          | -        | 1,31  | -        | 1,27  | -        | 1,26  |                   |            |                                                                       |

Tabela 5. Ocena wyników badania oleju transformatorowego i jego przydatności do eksploatacji

| Lp. | Wynik badania oleju transformatorowego                                                                                         | Ocena wyniku badania (wpisz <i>pozytywny</i> lub <i>negatywny</i> ) |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1   | Olej nie zawiera wody                                                                                                          |                                                                     |
| 2   | Olej nie zawiera ciał stałych                                                                                                  |                                                                     |
| 3   | Napięcie przebicia przy temperaturze 20 °C wynosi 44 kV                                                                        |                                                                     |
| 4   | Rezystywność oleju przy temperaturze 50 °C wynosi 35 GΩm                                                                       |                                                                     |
| 5   | Wynik badań oleju                                                                                                              |                                                                     |
| 6   | Badany olej transformatorowy <b>spełnia / nie spełnia</b> * wymagania norm i <b>nadaje / nie nadaje</b> * się do eksploatacji. |                                                                     |

\* właściwe należy podkreślić

**Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie**



