

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

Symbol 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.06-01-25.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2025

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 11 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

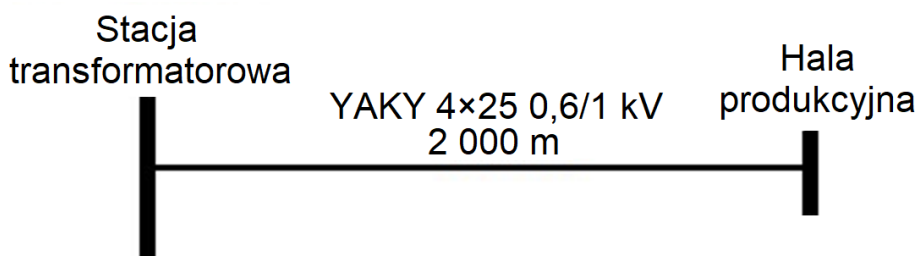
Zadanie egzaminacyjne

Firma świadcząca usługi elektroenergetyczne otrzymała zlecenie położenia w ziemi kabla elektroenergetycznego pomiędzy stacją transformatorową a nowo powstałą halą produkcyjną, zlokalizowaną na gruntach podmokłych. Dodatkowo, w celu skompletowania dokumentacji powykonawczej, powierzono pracownikom firmy wykonanie pomiarów:

- rezystancji izolacji położonego kabla,
- rezystancji uziomu instalacji elektrycznej hali metodą techniczną,
- impedancji pętli zwarcia instalacji elektrycznej hali.

Korzystając z danych zawartych w treści zadania, opracuj dokumentację związaną z wykonaniem zlecenia. W tym celu:

- uzupełnij tabelę A z doбором maszyn, narzędzi, materiałów i przyrządów do wykonania prac związanych z ułożeniem kabla w ziemi,
- uzupełnij protokół z pomiarów rezystancji izolacji kabla – tabela B,
- uzupełnij protokół z pomiaru rezystancji uziemienia – tabela C,
- uzupełnij protokół z pomiarów impedancji pętli zwarcia – tabela D.



Rysunek 1. Schemat ideowy przyłącza elektrycznego hali produkcyjnej

Tabela 1. Wykaz maszyn, narzędzi, materiałów i przyrządów do dyspozycji zleceniobiorcy (fragment)

Lp.	Nazwy maszyn, narzędzi, materiałów, przyrządów
1	głowica kablowa
2	folia kablowa ostrzegawcza
3	hydrauliczny obcinak do przewodów
4	kabel elektroenergetyczny
5	klucz nastawny
6	koparka
7	luksomierz
8	łopata
9	multimetr cyfrowy
10	piasek
11	spawarka
12	zawór zwrotny

Wyciąg z instrukcji pomiaru rezystancji izolacji kabli elektroenergetycznych

Ocena stanu izolacji żył kabla polega na wykonaniu pomiaru rezystancji izolacji i próby napięciowej. Rezystancja izolacji każdej żyły kabla zmierzona względem pozostałych żył zwartych i uziemionych, przeliczona na temperaturę odniesienia 20 °C w linii o długości do 1 km nie powinna być mniejsza niż:

1) w linii kablowej o napięciu znamionowym do 1 kV włącznie:

75 MΩ – w przypadku kabla o izolacji gumowej,
20 MΩ – w przypadku kabla o izolacji papierowej,
20 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polwinitowej,
100 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polietylenowej;

2) linii kablowej o napięciu znamionowym powyżej 1 kV:

50 MΩ – w przypadku kabla o izolacji papierowej,
40 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polwinitowej,
100 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polietylenowej,
1 000 MΩ – w przypadku kabla o napięciu znamionowym 110 kV.

Jeżeli wymaga się określonej wartości rezystancji izolacji żyły kabla o długości do 1 km, to wymaga się tej samej wartości również dla każdego odcinka krótszego.

Ze zwiększeniem długości linii kablowej najmniejsza dopuszczalna wartość rezystancji izolacji jednorodnego kabla maleje odwrotnie proporcjonalnie do długości. Dla przykładu, jeżeli kabel o izolacji gumowej ma długość 1,5 km, to jego wymagana rezystancja izolacji wyniesie $\frac{75}{1,5} = 50 \text{ M}\Omega$

Przy pomiarze rezystancji izolacji w temperaturze innej niż temperatura odniesienia (20 °C), zmierzoną rezystancję izolacji (R_x) należy przeliczyć do temperatury odniesienia, przez zastosowanie odpowiedniego współczynnika korekcji temperaturowej (K_{20}) zgodnie ze wzorem:

$$R_{obl} = K_{20} \cdot R_x$$

gdzie:

R_{obl} – rezystancja w Ω przeliczona do temperatury odniesienia

R_x – rezystancja w Ω zmierzona w temperaturze T

K_{20} – współczynnik korekcji temperaturowej

Tabela 2. Wartość współczynnika korekcji temperaturowej K_{20}

Izolacja: Temperatura T °C	Współczynnik korekcji temperaturowej K_{20}								
	4	8	10	12	16	20	24	26	28
uzwojenia silnika	0,63	0,67	0,70	0,77	0,87	1,00	1,13	1,21	1,30
papierowa kabla	0,21	0,30	0,37	0,42	0,61	1,00	1,57	2,07	2,51
gumowa kabla	0,47	0,57	0,62	0,68	0,83	1,00	1,18	1,26	1,38
polwinitowa kabla	0,11	0,19	0,26	0,33	0,62	1,00	1,85	2,38	3,12

Pomiar rezystancji izolacji żył kabla należy wykonać miernikiem rezystancji izolacji z ustawionym napięciem pomiarowym 2 500 V. Wartość mierzonej rezystancji należy odczytać w stanie ustalonym miernika.

Tabela 3. Wyniki pomiarów rezystancji izolacji kabla R_x

Lp.	Oznaczenie kabla	Rezystancja izolacji $M\Omega$			
		L1- L2, L3, PEN	L2- L1, L3, PEN	L3- L1, L2, PEN	PEN- L1, L2, L3
1	YAKY 4×25 0,6/1 kV	40	44	48	38

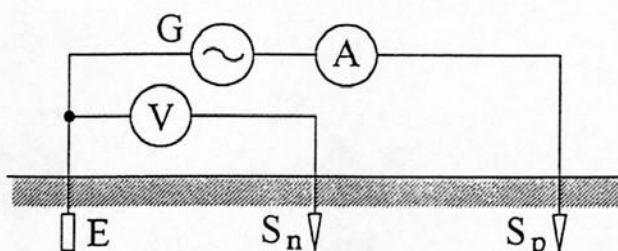
Uwaga:

Pomiary wykonano w temperaturze otoczenia 10 °C i odczytano po czasie $t \geq 60$ s w stanie ustalonym rezystancji izolacji.

YAKY – kabel (K) elektroenergetyczny z żyłami aluminiowymi (A) o izolacji polwinitowej (Y) z powłoką polwinitową (Y)

Wyciąg z instrukcji pomiaru rezystancji uziomu metodą techniczną

Zasada pomiaru rezystancji uziemienia metodą techniczną zwaną **metodą amperomierza i woltomierza** pokazana została na rysunku 2.



Rysunek 2. Zasada pomiaru rezystancji uziomu metodą techniczną

W celu zmierzenia rezystancji uziomu R_E tworzy się układ obejmujący dwa obwody: obwód prądowy, w skład którego wchodzi uziom badany (E), źródło prądu (G), amperomierz (A) i elektroda prądowa (S_p) oraz obwód napięciowy utworzony przez uziom badany (E), woltomierz (V) i elektrodę napięciową (S_n).

Na podstawie odczytów wartości prądu pomiarowego I_E i napięcia uziomowego U_E , można obliczyć rezystancję uziomu R_E z zależności:

$$R_E = \frac{U_E}{I_E}$$

Dla poprawnego wykonania pomiaru napięcia U_E i prądu I_E elementy obydwu obwodów powinny mieć określone parametry, a elektrody (sondy pomiarowe S_n i S_p) powinny być odpowiednio oddalone od badanego uziomu.

Elementom obwodu prądowego stawia się następujące wymagania:

1. źródło prądu powinno wymuszać prąd o wartości lub przebiegu pozwalającym wyeliminować istotne wpływy prądów zakłócających (np. prądów błędnych) na wyniki pomiarów,
2. amperomierz powinien umożliwiać pomiar prądu o wartości i kształcie wymuszonym przez źródło prądu pomiarowego,
3. elektroda prądowa powinna być oddalona od badanego uziomu tak, aby między tą elektrodą i badanym uziomem występowała tzw. strefa potencjału zerowego,
4. przewody łączące elementy obwodów pomiarowych powinny być izolowane od ziemi,
5. przewody i elektroda prądowa powinny mieć ograniczoną rezystancję tak, aby zastosowane źródło prądu wymuszało prąd pomiarowy o wartości pozwalającej zmierzyć napięcie U_E ,
6. przewody obwodu prądowego powinny być usytuowane względem przewodów obwodu napięciowego tak, aby prąd I_E nie indukował w obwodzie napięciowym napięcia zakłócającego pomiar wartości napięcia U_E .

Elementom obwodu napięciowego stawia się następujące wymagania:

1. elektroda napięciowa S_n powinna być umieszczona w gruncie w miejscu, w którym potencjał ma wartość 0 V,
2. stosunek rezystancji wewnętrznej woltomierza do rezystancji uziemienia elektrody napięciowej S_n powinien być na tyle duży, aby błąd pomiaru U_E był w granicach dopuszczalnych,

3. woltomierz powinien mieć zakres pomiarowy pozwalający mierzyć występujące w czasie pomiarów napięcie U_E ,
 4. przewody obwodu napięciowego powinny być izolowane.
- Zwykle do wymuszania prądu pomiarowego I_E stosuje się źródła prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz, pozwalające wymuszać prąd wielokrotnie większy od prądów zakłóceń tej samej częstotliwości. Stosowane są też źródła wymuszające prąd przemienny o częstotliwości do 150 Hz lub prąd długotrwały o kształcie przebiegu innym od kształtu przebiegu prądów zakłócających.
- Dla obiektów budowlanych, w tym hal produkcyjnych, wymagania odnośnie rezystancji uziomów podano w tabeli 4.

Tabela 4. Wymagane wartości rezystancji uziomów w Ω

Rodzaj uziomów	Grunt podmokły, bagieny, próchniczy, torfiasty, gliniasty	Wszystkie pośrednie rodzaje gruntów	Grunty: kamienisty i skalisty
Uziomy poziome i mieszane oraz stopy fundamentowe	10	20	40
Uziomy otokowe oraz ławy fundamentowe	15	30	50

Bardzo duży wpływ na wynik pomiaru rezystancji uziemienia ma stopień nawilgocenia gruntu. Pomiary wykonane po deszczu wskażą znacznie niższą wartość rezystancji uziemienia. Jeśli nie ma możliwości wykonania pomiarów w okresie w warunkach normalnego nawilgocenia, należy zastosować współczynniki korekcyjne. W zależności od aktualnego nawilgocenia gruntu oraz sposobu wykonania uziomu, wyniki pomiaru należy pomnożyć przez podany w tabeli 5 współczynnik $k_p = 1,1 \div 3$. Współczynniki podane w tej tabeli umożliwiają korygowanie sezonowych zmian rezystancji uziemień. Po określeniu współczynnika sezonowych zmian rezystywności gruntu, powodujących zmiany rezystancji uziemienia, wymagana jest dokładna informacja o maksymalnej rezystancji, jaką badany uziom może osiągnąć. Taką rezystancję $R_{E_{max}}$ można wyznaczyć mnożąc wartość zmierzonej rezystancji (R_E) przez współczynnik korekcyjny (k_p):

$$R_{E_{max}} = R_E \cdot k_p$$

Tabela 5. Współczynniki korekcyjne sezonowych zmian rezystywności gruntu k_p

Rodzaj uziomu	Rozmiar uziomu	Zmierzona rezystywność gruntu $\Omega \cdot m$	Wartość k_p		
			grunt w czasie pomiarów:		
			suchy ¹⁾	wilgotny ²⁾	mokry ³⁾
Pojedynczy uziom poziomy ⁴⁾	$l < 30 \text{ m}$	dowolna	1,4	2,2	3,0
Uziom kratowy ⁴⁾	$S_E < 900 \text{ m}^2$	$\rho \leq 200$	1,3	1,8	2,4
		$\rho > 200$	1,4	2,2	3,0
	$S_E \geq 900 \text{ m}^2$	$\rho \leq 200$	1,1	1,3	1,4
		$\rho > 200$	1,2	1,6	2,0
Uziom pionowy	$l = 2,5 \text{ m} \div 5 \text{ m}$	dowolna	1,2	1,6	2,0
	$l > 5 \text{ m}$	dowolna	1,1	1,2	1,3

¹⁾W okresie od czerwca do września (włącznie) z wyjątkiem trzydniowych okresów po długotrwałych opadach.

²⁾Poza okresem zaliczonym do ¹⁾, z wyjątkiem trzydniowych okresów po długotrwałych opadach lub stopnieniu śniegu.

³⁾W okresie trzech dni po długotrwałych opadach lub stopnieniu śniegu.

⁴⁾Głębokość ułożenia uziomu od 0,6 m do 1 m.

Uwaga:

Pomiar rezystancji uziomu pionowego o długości 4 m wykonano metodą techniczną 10 sierpnia w okresie trzech dni po długotrwałych opadach deszczu. W wyniku pomiarów otrzymano napięcie uziomowe równe 24 000 mV przy prądzie pomiarowym 0,016 kA.

Wyciąg z instrukcji do określenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej na podstawie pomiarów impedancji pętli zwarcia

Przed określeniem skuteczności ochrony przeciwporażeniowej należy:

- ustalić wartość prądu znamionowego I_N urządzenia ochronnego (wkładki topikowej, wyłącznika nadprądowego),
- wyznaczyć prąd wyłączający I_a o wartości gwarantującej samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie:

$$I_a = I_N \cdot k$$

gdzie:

I_a – prąd wyłączający w A

I_N – prąd znamionowy wkładki topikowej lub wyłącznika nadprądowego w A

k – współczynnik krotności:

- dla wyłącznika nadprądowego typu B, $k = 5$
- dla wyłącznika nadprądowego typu C, $k = 10$
- dla wyłącznika nadprądowego typu D, $k = 20$

Przykład: Prądem wyłączającym I_a wyłącznika nadprądowego instalacyjnego S191 B16 zgodnie z opisaną wyżej zasadą będzie iloczyn $I_N = 16 \text{ A}$ i współczynnika krotności k , który dla typu B wynosi 5.

Zatem $I_a = I_N \cdot k = 16 \text{ A} \cdot 5 = 80 \text{ A}$

- obliczyć dopuszczalną impedancję pętli zwarcia Z_s ze wzoru:

$$Z_s = \frac{U_N}{I_a}$$

gdzie:

Z_s – obliczona impedancja pętli zwarcia w Ω

U_N – znamionowe napięcie fazowe względem ziemi w V

I_a – prąd wyłączający w A

– wykonać pomiar impedancji pętli zwarcia Z_p

– porównać uzyskane wyniki pomiarów z wartościami obliczonymi.

Ochronę przeciwporażeniową należy uznać za skuteczną, gdy $Z_p \leq Z_s$

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie będą podlegać 4 rezultaty:

- dobór maszyn, narzędzi, materiałów i przyrządów do wykonania prac związanych z ułożeniem kabla w ziemi – tabela A,
- protokół z pomiarów rezystancji izolacji kabla – tabela B,
- protokół z pomiaru rezystancji uziemienia – tabela C,
- protokół z pomiarów impedancji pętli zwarcia – tabela D.

DOKUMENTACJA DO WYPEŁNIENIA

Tabela A. Dobór maszyn, narzędzi, materiałów i przyrządów do wykonania prac związanych z ułożeniem kabla w ziemi

Uwaga: Nazwy maszyn, narzędzi, materiałów i przyrządów należy zapisać zgodnie z tabelą 1.

Lp.	Maszyna/Narzędzie/Materiał/Przyrząd	Nazwa	Zasadność zastosowania podczas układania kabla w ziemi wpisz TAK lub NIE
1			
2			
3			
4			
5			

6			
7			
8			
9			
10			

Tabela B. Protokół z pomiarów rezystancji izolacji kabla

Firma elektroenergetyczna (Zleceniobiorca)						
Zleceniodawca: Firma produkcyjna						
Obiekt: kabel elektroenergetyczny YAKY 4×25 0,6/1 kV						
Temperatura otoczenia:						
Rodzaj pomiaru:						
Napięcie pomiarowe:						
Lp.	Typ przewodu (kabla) lub urządzenia elektrycznego	Rezystancja przeliczona do temperatury odniesienia* MΩ				Wymagana rezystancja minimalna w temperaturze odniesienia MΩ
		L1- L2, L3, PEN pomiar 1	L2- L1, L3, PEN pomiar 2	L3- L1, L2, PEN pomiar 3	PEN- L1, L2, L3 pomiar 4	
1	YAKY 4×25 0,6/1 kV					
Ocena zmierzonych wartości rezystancji izolacji: (Numery pomiarów, w których rezystancja izolacji nie spełnia wymaganej wartości)						
Kabel YAKY 4×25 0,6/1 kV dopuszczony do eksploatacji: TAK/NIE**						
<i>*wyniki zapisz z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku</i>						
<i>**niepotrzebne skreślić</i>						
Zalecenia:						

Tabela C. Protokół z pomiaru rezystancji uziemienia

Firma elektroenergetyczna (Zleceniobiorca)
Zleceniodawca: Firma produkcyjna
Obiekt: Hala produkcyjna
Zmierzone napięcie uziomowe $U_E = \dots\dots\dots V$
Zmierzony prąd pomiarowy $I_E = \dots\dots\dots A$
Obliczona rezystancja uziomu $R_E = \frac{U_E}{I_E} = \dots\dots\dots \Omega$
Przyjęty współczynnik sezonowych zmian rezystywności gruntu $k_p = \dots\dots\dots$
Największa spodziewana rezystancja uziomu $R_{E_{max}} = R_E \cdot k_p = \dots\dots\dots \Omega$
Dopuszczalna maksymalna wartość rezystancji uziomu $\dots\dots\dots \Omega$
Uziemienie spełnia stawiane mu wymagania: TAK/NIE*
<i>*niepotrzebne skreślić</i>
Zalecenia:

Tabela D. Protokół z pomiarów impedancji pętli zwarcia

Firma elektroenergetyczna (Nazwa firmy wykonującej pomiary)								
Zleceniodawca: Firma produkcyjna								
Obiekt: Hala produkcyjna								
Lp.	Typ wyłącznika nadprądowego	U_N	I_N	k	I_a	Z_s^*	Z_p	Ocena ochrony przeciwporażeniowej wpisz pozytywna lub negatywna
		V	A	–	A	Ω	Ω	
1	S191 B10	230					4,91	
2	S191 C16	230					1,12	
<i>*wyniki zapisz z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku</i> Zalecenia:								

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie