

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*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

ELE.06-01-26.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 9 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

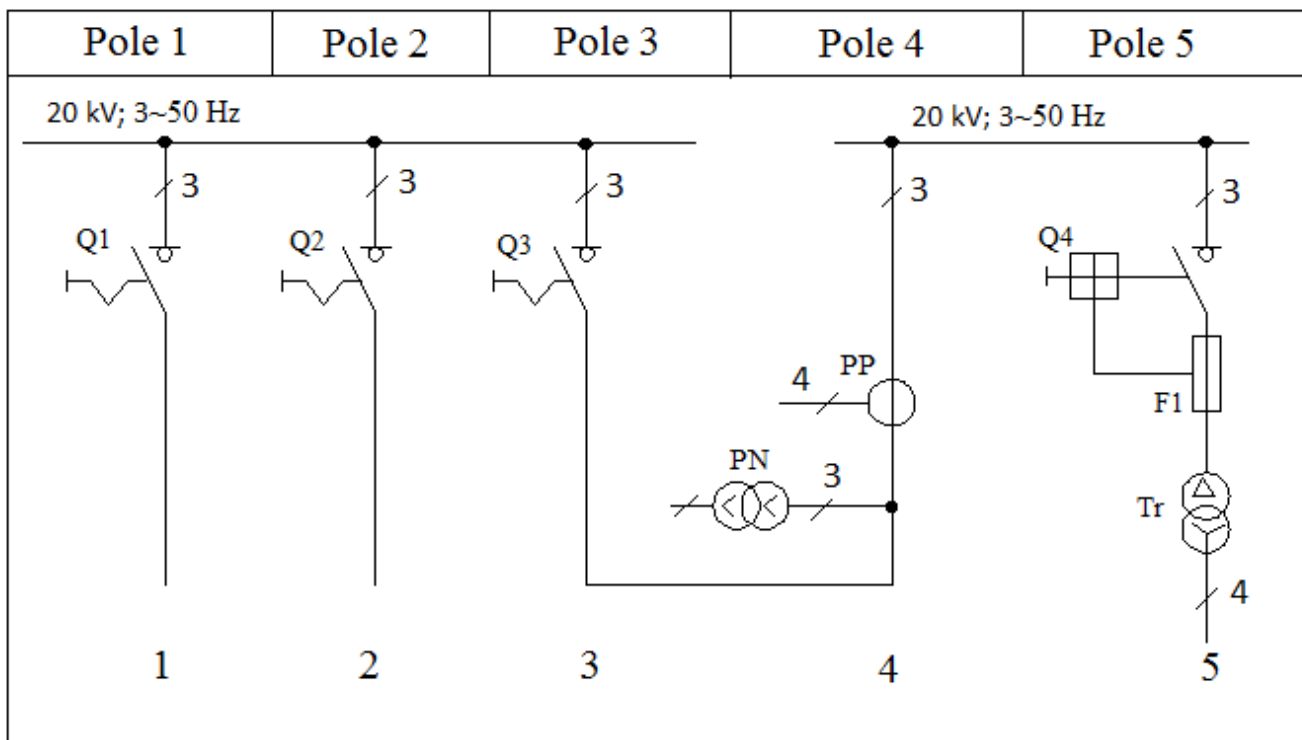
* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

W zakładzie produkcyjnym uruchomiono nowy dział obróbki metali, w skład którego wchodzi odbiorniki elektryczne. Ze względu na niewystarczającą moc transformatora konieczna jest rozbudowa istniejącej rozdzielni średniego napięcia (SN) poprzez wymianę istniejącego transformatora i zabezpieczeń SN. Korzystając z danych umieszczonych w arkuszu egzaminacyjnym, opracuj dokumentację związaną z rozbudową rozdzielni SN. W tym celu:

- rozpoznaj elementy i pola rozdzielni występujące na rysunku 1 – uzupełnij tabelę A,
- wpisz parametry znamionowe transformatora istniejącej rozdzielni SN – uzupełnij tabelę B,
- oblicz wybrane parametry trójfazowych odbiorników nowego działu obróbki metali – uzupełnij tabelę C,
- oblicz parametry potrzebne do doboru nowego transformatora, dobierz transformator i narysuj schemat połączeń jego uzwojeń – uzupełnij tabelę D,
- dobierz parametry bezpiecznika SN do zabezpieczenia nowego transformatora – uzupełnij tabelę E.



Rysunek 1. Schemat istniejącej rozdzielni średniego napięcia

Tabela 1. Dane techniczne transformatora istniejącej rozdzielni średniego napięcia**Transformator typu TMG**

Trójfazowy olejowy transformator mocy jest przeznaczony do przekształcenia energii elektrycznej w sieciach systemów energetycznych i odbiorców energii elektrycznej w warunkach zewnętrznej lub wewnętrznej lokalizacji w klimacie umiarkowanym (od -40 °C do +40 °C) lub zimnym (od -60 °C do +40 °C). Nominalna częstotliwość wynosi 50 Hz. Regulacja napięcia odbywa się w zakresie do ±5 % przełącznikiem zaczeów uzwojenia GN stopniami po 2,5 % przy całkowicie odłączonym transformatorze. Zmiany objętości oleju od przyrostu temperatury są kompensowane zmianą objętości radiatorów kadzi, które mają możliwość plastycznej deformacji. Transformator jest dostosowany do pracy ciągłej, a dla możliwości łatwiejszego przemieszczania wyposażony jest w rolki transportowe.

Parametry techniczne transformatoraTyp: **TMG-400**Moc znamionowa: **400 kVA**Napięcie znamionowe: **20/0,4 kV**Procentowy prąd biegu jałowego: **1,9 %**Grupa połączeń: **Dyn5**Procentowe napięcie zwarcia: **4,5 %**Straty jałowe: **830 W**Straty obciążeniowe: **5 500 W**Masa całkowita: **2 190 kg****Tabela 2. Wzory do obliczeń wielkości elektrycznych w obwodach trójfazowych**

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

lub

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P}$$

P – moc czynna w W

Q – moc bierna znamionowa w var

S – moc pozorna znamionowa w VA

U – napięcie znamionowe w V

I – natężenie znamionowe w A

φ – kąt przesunięcia fazowego między prądem i napięciem

Tabela 3. Wzory do obliczeń mocy nowego transformatora

$$S_{\text{dodat}} = S_1 + S_2 + \dots + S_n$$

 S_{dodat} – moc pozorna dodatkowa w VA S_1, S_2, S_n – moc pozorna urządzeń nowego działu obróbki metali w VA

$$S_{\text{cał}} = S_{\text{dodat}} + S_{\text{transf}}$$

 $S_{\text{cał}}$ – moc pozorna całkowita w VA S_{dodat} – moc pozorna dodatkowa w VA S_{transf} – moc pozorna istniejącego transformatora w VA

Tabela 4. Katalog parametrów transformatorów trójfazowych (fragment)

Moc znamionowa	Oznaczenie katalogowe	Napięcie pierwotne	Napięcie wtórne	Napięcie zwarcia	Grupa połączeń	Straty jałowe
kVA	-	kV	V	%	-	W
100	EB4R	20	400	4,0	Dyn5	400
160	EC4R	20	400	4,0	Dyn5	480
200	ED4R	20	400	4,0	Dyn5	680
250	EE4N	20	400	6,0	Dyn5	1 000
315	EF4R	20	400	4,0	Dyn5	920
400	EG4R	20	400	6,0	Dyn5	1 100
500	EH4R	20	400	4,0	Dyn5	1 300
630	EI4N	20	400	6,0	Dyn5	1 950
800	EJ4R	20	400	6,0	Dyn5	1 450
1 000	EK4S	20	400	6,0	Dyn5	3 100
1 250	EL4R	20	400	6,0	Dyn5	2 100
1 600	EM4D	20	400	6,5	Dyn5	3 550
2 000	EN4S	20	400	7,0	Dyn5	5 100
2 500	EO4N	20	400	6,0	Dyn5	4 800

Tabela 5. Katalog parametrów wkładek bezpiecznikowych do zabezpieczenia transformatorów (fragment)

Napięcie znamionowe transformatora w kV	Moc znamionowa transformatora w kVA														Napięcie znamionowe bezpiecznika w kV
	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	
	I _N wkładki bezpiecznikowej średnionapięciowej w A														
3	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	2×250	2×315			3,6/7,2
5	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	2×250	2×315	
6	25	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	2×250	
10	16	20	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	2×150	12
12	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	100	125	160	200	
15	10	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	100	125	2×100	17,5
20	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	
24	6	10	16	16	16	20	20	25	40	40	50	63	80	100	24
30	6	10	10	16	16	16	25	25	25	40	40	2×25	2×40		
36	6	10	10	10	16	16	25	25	25	40	40	2×25	2×40	2×40	36

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie będzie podlegać 5 rezultatów:

- nazwy elementów istniejącej rozdzielni średniego napięcia – tabela A,
- parametry znamionowe transformatora istniejącej rozdzielni średniego napięcia – tabela B,
- wyniki obliczeń parametrów trójfazowych odbiorników nowego działu obróbki metali – tabela C,
- parametry nowego transformatora i uzupełniony schemat jego połączeń – tabela D,
- parametry bezpiecznika średnionapięciowego do zabezpieczenia nowego transformatora – tabela E.

DOKUMENTACJA DO WYPEŁNIENIA

Tabela A. Elementy istniejącej rozdzielni średniego napięcia

Na podstawie rysunku 1 wpisz szczegółowe nazwy elementów o podanych oznaczeniach, a w przypadku pól zakreśl właściwy rodzaj.

Lp.	Oznaczenie	Nazwa elementu
1	Q1	
2	Q4	
3	F1	
4	PN	
5	PP	
6	Tr	
7	Pole 2	liniowe / sprzęgłowe / pomiarowe*
8	Pole 3	liniowe / sprzęgłowe / pomiarowe*
9	Pole 4	liniowe / sprzęgłowe / pomiarowe*

*zakreśl właściwe

Tabela B. Parametry znamionowe transformatora istniejącej rozdzielni średniego napięcia

Lp.	Parametr transformatora	Wartość i jednostka miary
1	Napięcie znamionowe strony GN U_{GN}	
2	Napięcie znamionowe strony DN U_{DN}	
3	Moc znamionowa S_N	
4	Częstotliwość znamionowa f_N	
5	Straty w żelazie ΔP_{Fe}	
6	Straty w miedzi ΔP_{Cu}	
7	Procentowe napięcie zwarcia $u_{k\%}$	
8	Napięcie zwarcia U_k^*	
9	Kąt przesunięcia fazowego pomiędzy wektorem napięcia międzyfazowego strony górnej i dolnej wynikający z grupy połączeń	
10	Sposób połączenia uzwojenia pierwotnego	
11	Sposób połączenia uzwojenia wtórnego	

*oblicz z procentowego napięcia zwarcia względem napięcia znamionowego

Tabela C. Wyniki obliczeń parametrów trójfazowych odbiorników nowego działu obróbki metali

Lp.	Nazwa urządzenia	Dane znamionowe*							
		U	I	P	Q	S	cos φ	sin φ	tg φ
		V	A	W	var	VA	-	-	-
1	Wycinarka światłowodowa	400		8 000	10 666,4	13 333	0,6	0,8	
2	Laser światłowodowy do rur i profili	400	14,45	6 000		10 000			
3	Tokarka CNC	400	26,49	11 000	14 666,4				
4	Frezarka CNC	400	13,25		7 332,8	9 166			
5	Wiertarko-gwinciarka CNC	400		5 000	6 666,4	8 333			
6	Szlifierka CNC do wałków	400	20,45	8 500		14 166			
7	Automatyczna linia do cięcia	400	18,06		10 000,0	12 500			
8	Giętarka do rur i profili	400	36,13	15 000	20 000,0				
9	Dłutownica mechaniczna	400		3 000	4 000,0	5 000			

*wypełnij puste komórki, wpisując wyniki obliczeń z dokładnością taką jak pozostałe wartości danej wielkości

Tabela D. Parametry nowego transformatora i uzupełniony schemat jego połączeń

Zapotrzebowanie na moc pozorną*	
Parametr	Wartość i jednostka miary
Moc pozorna dodatkowa S_{dodat}	
Moc pozorna całkowita $S_{\text{cał}}$	
Parametry nowego transformatora**	
Parametr transformatora	Wartość i jednostka miary
Moc znamionowa S_N	
Uzupełniony schemat połączeń nowego transformatora***	
Układ i grupa połączeń transformatora	

*na podstawie wzorów w tabeli 3 oblicz moc pozorną dodatkową wszystkich urządzeń nowego działu obróbki metali oraz moc całkowitą

**na podstawie tabeli 4 dobierz nowy transformator zapewniający moc dla całego zakładu produkcyjnego

***wpisz oznaczenie układu i grupę połączeń nowego transformatora oraz uzupełnij schemat połączeń jego uzwojeń

Tabela E. Parametry bezpiecznika średnionapięciowego do zabezpieczenia nowego transformatora

Natężenia prądów w uzwojeniach nowego transformatora*	
Obliczony parametr	Wartość i jednostka miary
Prąd po stronie pierwotnej transformatora I_1	
Prąd po stronie wtórnej transformatora I_2	
Parametry wybranego bezpiecznika mocy**	
Parametr bezpiecznika	Wartość i jednostka miary
Prąd znamionowy I_N	
Napięcie znamionowe U_N	

**oblicz natężenie prądu po stronie pierwotnej (I_1) i natężenie prądu po stronie wtórnej (I_2) dla nowego transformatora*

***dobierz parametry bezpiecznika średnionapięciowego z tabeli 5*

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie