

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.06-01-25.01-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 7 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

Do każdej z rozdzielnic 1, 2, 3 i 4 układu, którego schemat przedstawiono na rysunku 1, dobierz po jednej baterii kondensatorów tak, aby na szynach głównych SG uzyskać współczynnik mocy $\cos \varphi \geq 0,95$ ($\tan \varphi \leq 0,33$).

W tym celu:

1. Oblicz:

- moce pozorne S_{Zi} dla rozdzielnic 1, 2, 3 i 4
- współczynniki $\tan \varphi_i$ dla rozdzielnic 1, 2, 3 i 4
- moc czynną zastępczą układu P_{ZZ}
- moc bierną zastępczą układu Q_{ZZ}
- współczynnik dla układu $\tan \varphi_{ZZ}$
- współczynnik mocy dla układu $\cos \varphi_{ZZ}$

Wyniki obliczeń i wartość maksymalnego dopuszczalnego $\tan \varphi_d$ wpisz do tabeli 1.

2. Oblicz minimalną moc baterii kondensatorów do rozdzielnic 1, 2, 3, 4, pozwalających uzyskać współczynnik mocy $\cos \varphi_d = 0,95$ ($\tan \varphi_d = 0,33$).

Wyniki obliczeń wpisz do tabeli 2.

3. Dobierz baterie kondensatorów na podstawie karty katalogowej zgodnie z zależnością: $Q_{Bi} < Q_{BKi} \leq Q_{Zi}$
UWAGA! Baterie dobierz tak, aby wartość ich mocy była większa od mocy wyliczonej Q_{Bi} i możliwie jak najbardziej zbliżona do mocy biernej pobieranej przez poszczególne rozdzielnice Q_{Zi} , ale jej nie przekraczała.
Wyniki obliczeń wpisz do tabeli 3.

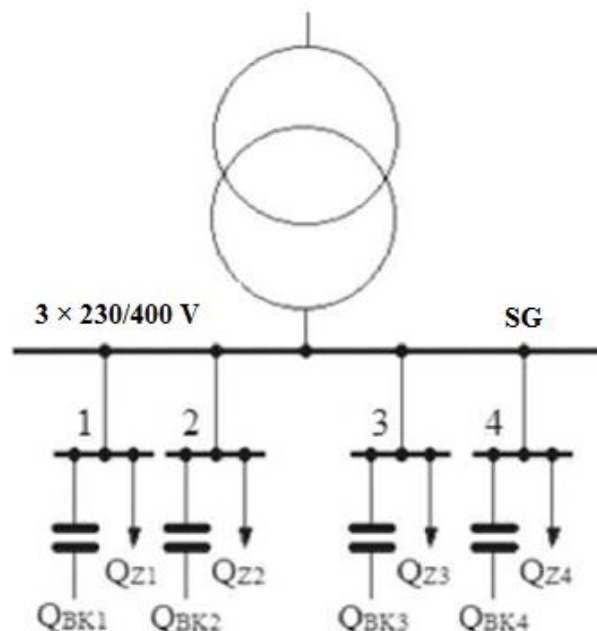
4. Oblicz:

- moc bierną pobieraną przez układ po kompensacji,
- straty mocy czynnej bez kompensacji,
- straty mocy czynnej po kompensacji z zastosowaniem dobranych baterii kondensatorów.

Wyniki obliczeń wpisz do tabeli 3.

UWAGA! Obliczenia wykonaj i zapisz wyniki z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Do wykonania zadania wykorzystaj informacje i dane zamieszczone w arkuszu egzaminacyjnym.



Rysunek 1. Schemat układu elektrycznego

Dane obwodów rozdzielnic

Nr rozdzielnic (i =)*	1	2	3	4
Długość linii (Cu) l w m	150	120	130	110
Przekrój przewodu S w mm ²	16	25	35	35
Rezystancja linii R _i w Ω	0,17	0,08	0,06	0,05
Pobierana moc czynna P _{zi} w kW	32	35	46	56
Współczynnik mocy cos φ _i	0,62	0,59	0,68	0,65
Pobierana moc bierna Q _{zi} w kvar	40	48	50	66

UWAGA! i oznacza numer rozdzielnic

Karta katalogowa baterii kondensatorów

DANE TECHNICZNE

Napięcie znamionowe	400 V
Częstotliwość	50 Hz
Moc znamionowa	(10 ÷ 65) kvar
Regulator typu	RMB-10M
Prąd pomiarowy regulatora	5 A
Zakres nastawy cos φ	0,5 ind. ÷ 1,0 ÷ 0,5 poj.
Zakresy strefy czułości C/k	0,03 ÷ 1
Stratność	0,2 $\frac{W}{kvar}$
Typ styczników	Lovato
Temperatura otoczenia	-25 °C ÷ +40 °C
Stopień ochrony obudowy	IP42

DANE BATERII KONDENSATORÓW typu BK 55

Typ baterii	Moc baterii	Stopień regulacji	Ilość członów	Ilość stopni regulacji	Szereg regulacyjny	Prąd znamionowy I_N	Prąd obliczeniowy $I_o = 1,4 \cdot I_N$
	kvar	kvar	-	-	-	A	A
BK 55 10/2,5	10,0	2,5	3	4	1-1-2	14,4	20,2
BK 55 12,5/2,5	12,5	2,5	3	5	1-2-2	18,0	25,3
BK 55 15/2,5	15,0	2,5	3	6	1-2-3	21,7	30,3
BK 55 17,5/2,5	17,5	2,5	3	7	1-2-4	25,3	35,4
BK 55 20/2,5	20,0	2,5	4	8	1-2-2-3	28,9	40,4
BK 55 20/5	20,0	5,0	4	4	1-1-1-1	28,9	40,4
BK 55 22,5/2,5	22,5	2,5	4	9	1-2-3-3	32,5	45,5
BK 55 25/2,5	25,0	2,5	4	10	1-2-3-4	36,1	50,5
BK 55 27,5/2,5	27,5	2,5	4	11	1-2-4-4	39,7	55,6
BK 55 30/5	30,0	5,0	3	6	1-2-3	43,3	60,6
BK 55 32,5/2,5	32,5	2,5	4	13	1-2-4-6	46,9	65,7
BK 55 35/5	35,0	5,0	3	7	1-2-4	50,5	70,7
BK 55 37,5/2,5	37,5	2,5	4	15	1-2-4-8	54,1	75,8
BK 55 40/5	40,0	5,0	4	8	1-2-2-3	57,7	80,8
BK 55 45/5	45,0	5,0	4	9	1-2-3-3	65,0	90,9
BK 55 50/5	50,0	5,0	4	10	1-2-3-4	72,2	101,0
BK 55 55/5	55,0	5,0	4	11	1-2-4-4	79,4	111,1
BK 55 60/10	60,0	10,0	3	6	1-2-3	86,6	121,2
BK 55 60/5	60,0	5,0	4	12	1-2-3-6	86,6	121,2
BK 55 65/5	65,0	5,0	4	13	1-2-4-6	93,8	131,4

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będą 3 rezultaty:

- wybrane parametry do doboru baterii kondensatorów - tabela 1,
- minimalne moce bierne baterii kondensatorów rozdzielnic 1, 2, 3, 4 - tabela 2,
- zestawienie parametrów rozdzielni głównej i dobranych baterii kondensatorów - tabela 3.

Tabela 1. Wybrane parametry do doboru baterii kondensatorów

Nr rozdzielnicy	P _{Zi}	Q _{Zi}	S _{Zi}	cos φ _i	tg φ _i	P _{ZZ}	Q _{ZZ}	tg φ _{ZZ}	cos φ _{ZZ}	tg φ _d
	kW	kvar	kVA	-	-	kW	kvar	-	-	-
1	32	40		0,62						
2	35	48		0,59						
3	46	50		0,68						
4	56	66		0,65						

$$S_{Zi} = \sqrt{P_{Zi}^2 + Q_{Zi}^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{ZZ} = \frac{Q_{ZZ}}{P_{ZZ}}$$

$$P_{ZZ} = P_{Z1} + P_{Z2} + P_{Z3} + P_{Z4}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \frac{Q_{Zi}}{P_{Zi}}$$

$$Q_{ZZ} = Q_{Z1} + Q_{Z2} + Q_{Z3} + Q_{Z4}$$

$$\cos \varphi_{ZZ} = \frac{1}{\sqrt{[(\operatorname{tg} \varphi_{ZZ})^2 + 1]}}$$

Moc bierna wszystkich baterii kondensatorów potrzebna do uzyskania wymaganego współczynnika mocy

$$Q_K = P_{ZZ}(\operatorname{tg} \varphi_{ZZ} - \operatorname{tg} \varphi_d)$$

Rezystancja zastępcza linii zasilających rozdzielnic 1, 2, 3, 4

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

Minimalna moc baterii potrzebna do kompensacji mocy biernej w poszczególnych rozdzielnicach, aby w rozdzielnicy głównej uzyskać współczynnik mocy cos φ_d = 0,95

$$Q_{Bi} = Q_{Zi} - (Q_{ZZ} - Q_K) \cdot \frac{R_z}{R_i}$$

Tabela 2. Minimalne moce bierne baterii kondensatorów rozdzielnic 1, 2, 3, 4

Nr rozdzielnicy	Q _{Bi}	Q _{Zi}	Q _K	R _z	Q _{ZZ} - Q _K	$\frac{R_z}{R_i}$
	kvar	kvar	kvar	Ω	kvar	-
1		40				
2		48				
3		50				
4		66				

Straty mocy wywołane przepływem mocy biernej przed wprowadzeniem kompensacji wyniosą:

$$\Delta P_q = \sum_{i=1}^4 \frac{Q_{Zi}^2}{U_N^2} \cdot R_i = \frac{(Q_{Z1} + Q_{Z2} + Q_{Z3} + Q_{Z4})^2}{U_N^2} \cdot R_i$$

Straty mocy wywołane przepływem mocy biernej po wprowadzeniu kompensacji wyniosą:

$$\Delta P_{qK} = \sum_{i=1}^4 \frac{(Q_{Zi} - Q_{BK i})^2}{U_N^2} \cdot R_i = \frac{(Q_{Z1} - Q_{BK1} + Q_{Z2} - Q_{BK2} + Q_{Z3} - Q_{BK3} + Q_{Z4} - Q_{BK4})^2}{U_N^2} \cdot R_i$$

gdzie:

Pobierana moc bierna	Q_{Zi} w kvar
Moc dobranych baterii kondensatorów	$Q_{BK i}$ w kvar
Znamionowe napięcie międzyfazowe	U_N w kV
Rezystancja poszczególnych linii	R_i w Ω

Współczynnik $\text{tg } \varphi_{Ki}$ w rozdzielnicach po wprowadzeniu kompensacji

$$\text{tg } \varphi_{BK i} = \frac{Q_{Zi} - Q_{BK i}}{P_{Zi}}$$

Moc bierna rozdzielni głównej po wprowadzeniu kompensacji

$$Q_{ZBK} = Q_{ZZ} - \sum_{i=1}^4 Q_{BK i} = Q_{ZZ} - (Q_{BK1} + Q_{BK2} + Q_{BK3} + Q_{BK4})$$

Współczynnik $\text{tg } \varphi_{ZBK}$ w rozdzielni głównej po wprowadzeniu kompensacji

$$\text{tg } \varphi_{ZBK} = \frac{Q_{ZBK}}{P_{ZZ}}$$

Tabela 3. Zestawienie parametrów rozdzielni głównej i dobranych baterii kondensatorów

Nr rozdzielnicy	$\text{tg } \varphi_{BK i}$	$Q_{BK i}$	Q_{ZBK}	$\text{tg } \varphi_{ZBK}$	ΔP_q	ΔP_{qK}
	-	kvar	kvar	-	W	W
1						
2						
3						
4						

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie