

PROJEKT WYKONAWCZY

Tytuł opracowania	Dokumentacja Techniczna na remont układu zasilania w zakresie kompensacji mocy biernej dla kompleksu WKU Kielce.
Obiekt	WKU Kielce ul. Wesoła 29
Zamawiający	Rejonowy Zarząd Infrastruktury w Krakowie ul. Mogilska 85, 30-901 Kraków

	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
OPRACOWAŁ	Marcin Jasiński E/113/G1/584/2020 D/113/G1/1028/2018	
ZATWIERDZIŁ	Andrzej Wiktorowski PDK/0146/POOE/04	

Spis treści

1. Podstawa i cel opracowania	3
2. Opis techniczny	3
2.1 Stan istniejący.....	3
2.2 Stan projektowany	4
2.2.1 Montaż kompensatora	4
2.2.2 Dobór kompensatora	4
3. Obliczenia	6
4. Uwagi końcowe	9
5. Rysunki i schematy	9

1. Podstawa i cel opracowania

Niniejszą dokumentację sporządzono na podstawie

- a. Ustawy Prawo Budowlane
- b. Ustawy Prawo zamówień publicznych
- c. Obowiązujących Dzienników Ustaw, Norm Polskich oraz Rozporządzeń Branżowych
- d. Umowy nr 22/2020/50 z dnia 25.11.2020
- e. Uzgodnień z Inwestorem.
- f. Wizji lokalnej obiektu
- g. Pomiarów elektrycznych
- h. Katalogów producentów materiałów i urządzeń dostępnych na rynku

Celem opracowania jest wykonanie dokumentacji technicznej na remont układu zasilania w zakresie kompensacji mocy biernej.

2. Opis techniczny

2.1 Stan istniejący

Budynek WKU zasilany jest z sieci nN należącej do PGE Dystrybucja S.A. Układ pomiarowy energii elektrycznej i zabezpieczenie przedlicznikowe znajduje się na korytarzu wewnątrz budynku w pobliżu wejścia dla niepełnosprawnych. Pomiar energii realizowany jest poprzez licznik pośrednio poprzez przekładniki prądowe o przekładni 75/5. Przyłącze posiada grupę taryfową C11 oraz moc przyłączeniową i umowną na poziomie 40kW. W obiekcie występuje pobór energii biernej pojemnościowej, co powoduje naliczanie dodatkowych opłat przez dystrybutora energii elektrycznej.

Rozdzielnia główna niskiego napięcia znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie układu pomiarowego. W sieci zainstalowany jest przełącznik sieć/agregat umożliwiający przełączenie zasilania obiektu z agregatu. Rozdzielnica ze złączem do podłączenia agregatu znajduje się na zewnątrz budynku. Schemat układu zasilania przedstawia rysunek 01.

W obiekcie występuje pobór energii biernej pojemnościowej co generuje dodatkowe stałe koszty za dystrybucję energii w wysokości około 1500 zł miesięcznie.

2.2 Stan projektowany

2.2.1 Montaż kompensatora

W celu wyeliminowania opłat za energię bierną pojemnościową projektuje się automatyczny układ kompensacji mocy biernej pojemnościowej z pomiarem w każdej fazie. Ze względu na małą ilość miejsca wewnątrz budynku w pobliżu rozdzielni głównej nn oraz uciążliwość pracy kompensatora, należy zainstalować go na zewnątrz budynku w bezpośrednim sąsiedztwie rozdzielni z podłączeniem do agregatu.

Dla potrzeb wyprowadzenia linii zasilającej kompensator należy w rozdzielni głównej nN zainstalować rozłącznik bezpiecznikowy STVD02-3 63A. Rozłącznik połączyć z rozdzielnicą przewodem LGY 10mm². Kompensator zasilić linią kablową YDY 5x4mm². Linię zabezpieczyć wkładką bezpiecznikową D02 o wartości 16A. Za przełącznikiem sieć/agregat a przed wyłącznikiem głównym 160A zainstalować, w każdej fazie, przekładniki prądowe typu LCTR 45/14 (40) kl.1, 75/5A, 2,5V lub inne o parametrach równoważnych. Obwody pomiarowe wykonać przewodem YKSY 7x2,5mm². Przewody prowadzić w korycie kablowym 50x20. Wykonać przepust kablowy przez ścianę budynku o min średnicy $\phi 32$. Otwór w ścianie zabezpieczyć rurą osłonową typu Arot. Przewody do kompensatora wprowadzać od dołu lub bezpośrednio przez tylną ścianę kompensatora. Przepust zabezpieczyć przez wnikaniem wody.

2.2.2 Dobór kompensatora

W celu doboru mocy kompensatora wykonano pomiary oraz analizę faktur za dystrybucję energii elektrycznej za okres 01.2019 – 09.2020.

W obiekcie występuje pobór energii biernej pojemnościowej jak i indukcyjnej. Pobór energii biernej indukcyjnej jest na umownym poziomie. W analizowanym okresie nie stwierdzono przekroczenia tg ϕ . Tangens ϕ zawierał się w przedziale 0,16-0,24. W okresie „letnim” (kwiecień-sierpień) występuje mniejszy pobór energii biernej indukcyjnej przy większym poborze energii biernej pojemnościowej. Największy pobór energii biernej pojemnościowej występował w maju 2019 i wynosił 915kVarh. W roku 2020 także największy pobór energii biernej pojemnościowej zarejestrowano w maju (825kVar).

Charakter poboru energii biernej zmienia się cyklicznie w ciągu doby. Energia bierna indukcyjna występuje podczas „pracy obiektu” a energia bierna pojemnościowa w godzinach i dniach „poza pracą obiektu”. Pobór energii biernej pojemnościowej w okresie „poza pracą” waha się w przedziale 0,5-2,5 kVar.

Mając na uwadze powyższe projektuje się automatyczny kompensator mocy biernej pojemnościowej o mocy 3 kVar.

Podstawowe parametry projektowanego kompensatora

- a. Moc zainstalowana 3kVar
- b. Dwa stopnie dławikowe trójfazowe: 1kVar+2kVar
- c. Dławiki kompensacyjne muszą posiadać zabezpieczenia termiczne powodujące automatyczne wyłączenie stopnia w przypadku wystąpienia podwyższonej temperatury dławika.
- d. Dławiki muszą być zainstalowane na podkładkach antywibracyjnych.
- e. Zabezpieczenia stopni dławikowych – rozłączniki bezpiecznikowe z wkładkami topikowymi.
- f. Regulator mocy biernej z pomiarem **w każdej fazie** zapewniający poprawną pracę układu kompensacji w przypadku instalacji paneli PV.
- g. Obudowa termoutwardzalna lub metalowa przystosowana do montażu na zewnątrz o stopniu ochrony IP nie mniejszym niż IP44.
- h. Wymiary obudowy nie mniejsze niż 50x80x25 (szer/wys/gł) cm
- i. Wentylacja mechaniczna sterowana z termostatu

3. Obliczenia

Dobór kabla zasilającego kompensator

Prąd obliczeniowy

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 4,34$$

I_b – prąd roboczy kompensatora

S – moc kompensatora – 3VA

U_n – napięcie zasilania – 400V

Prąd I_n wkładki bezpiecznika na początku kabla zasilającego.

$$I_n = 1,6I_B = 6,96A$$

Dobiera się wkładkę o D02 o wartości 16A

Minimalna długotrwała obciążalność przewodu

$$I_z = \frac{k_2 I_n}{1,45} = 17,66$$

Dobrano wstępnie kabel wielożyłowy YDY 5x4mm². $I_{dd} = 32A$ przy ułożeniu w powietrzu na trasach kablowych.

$$I_B < I_n < I_z$$

Warunek spełniony

Sprawdzenie spadku napięcia linii zasilającej kompensator.

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot \cos\varphi}{\sigma \cdot S \cdot U_n} \cdot 100$$

$$\Delta U_{\%} = 0,061\%$$

Gdzie:

L – długość linii zasilającej [m] – 5m

S – przekrój [mm²] – 4mm²

σ – konduktywność miedzi – 59,6

I_n – prąd znamionowy kompensatora – 6,96A

U_n – napięcie zasilania – 400V

Dobór przekładnika prądowego

Projektuje się trzy przekładniki typu LCTR 45/14 (40) kl.1, 75/5A, 2,5V.

Sprawdzenie strony pierwotnej przekładnika

Moc umowna – 40 kW

$\cos\phi - 0,93$ ($\tan\phi - 0,4$)

Napięcie sieci – 0,4kV

Sprawdzenie przekładnika JS17S w odniesieniu do mocy umownej.

$$I = \frac{80 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,93 \cdot 0,4 \cdot 10^3} = 62,08 \text{ A}$$

Warunek obciążenia strony pierwotnej przekładnika prądowego:

$$\begin{aligned} 120\%I_n &> I > 20\%I_n \\ 90 &> 62,08 > 15 \end{aligned}$$

Warunek spełniony

Sprawdzenie przekładnika prądowego w odniesieniu do warunków zwarciovych.

Dobrany przekładnik posiada następujące parametry zwarciovych:

- Krótkotrwały prąd cieplny $I_{th} = 60 \times I_p = 60 \times 75 = 4,5 \text{ kA}$
- Znamionowy prąd szczytowy $I_{dyn} = 2,5 \times I_{th} = 22,5 \text{ kA}$

Przekładnik zainstalowany jest za rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładką topikową WT-00 o charakterystyce gG 63A. Całka Joule'a dla tego typu wkładki wynosi:

Max. całka wyłączenia $9\,000 \text{ A}^2\text{s}$

Przekładnik wytrzymuje skutek cieplny prądu zwarciovego $I_{th}^2 T_k = 20\,250\,000 \text{ A}^2\text{s}$ dla $T_k = 1 \text{ s}$

Projektowany przekładnik LCTR 45/14 (40) kl.1, 75/5A, 2,5V spełnia wymagania zwarciovych

Sprawdzenie przekładnika prądowego w odniesieniu do obciążenia strony wtórnej.

Obciążenie regulatorem

Pobór mocy przez tor prądowy regulatora Novar 2409 (wg karty katalogowej producenta):

$$S_{reg} = 0,5 \text{ VA}$$

Strata mocy w przewodach

Dane do obliczeń:

I – nominalny prąd strony wtórnej – 5A

L – odległość między regulatorem a przekładnikami

- ok. 5 m

s – przekrój przewodów – 2,5 mm² Cu

$$S_{przewodów} = \frac{I^2 \cdot 2L}{\gamma \cdot s} = 1,85 \text{ VA},$$

Pobór mocy w torach prądowych

$$S_{obc} = S_{reg} + S_{przewodów}$$

$$S_{obc} = 0,5 + 1,85 = 2,35 \text{ VA}$$

Sprawdzenie przekładnika prądowego pod względem obciążenia strony wtórnej dla mocy S_n rdzenia 2,5VA

$$100\%S_n > S_{obc} > 25\%S_n$$

$$2,5 > 2,35 > 0,625$$

Warunek spełniony

4. Uwagi końcowe

1. Projekt niniejszy opracowany został zgodnie z obowiązującymi przepisami Budowy i Eksploatacji Urządzeń Elektroenergetycznych i Normami PN/E
2. Przy wykonaniu prac zachować szczególną ostrożność.
3. Prace mogą wykonać osoby posiadające stosowne uprawnienia elektryczne.
4. Po instalacji wykonać pomiary przeciwporażeniowe oraz rezystancji izolacji.
5. Przed uruchomieniem kompensatora sprawdzić poprawność połączeń w stanie beznapięciowym.
6. Po uruchomieniu kompensatora sprawdzić poprawność działania a w szczególności:
 - porównać wskazania prądów prezentowane na regulatorze z wskazaniami na mierniku cęgowym lub innym urządzeniu kontrolnym
 - sprawdzić czy kolejność faz linii zasilającej kompensator zgadza się z fazami zainstalowania przekładników prądowych.

5. Rysunki i schematy

1. Schemat podłączenia kompensatora mocy biernej do sieci elektrycznej.
2. Orientacyjny plan sytuacyjny oraz miejsce zainstalowania kompensatora mocy biernej.