

Załącznik nr 1 do OPZ

Analiza końcowa pomiarów

wykonanych w budynku Małopolskiego Parku Technologii Informatycznych przy ul. Podole 60 w Krakowie.

Przyłącze w polu Q3 Rozdzielni głównej

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne sumaryczne

- P 20kW 385kW
- Q -26kVar 46kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -1,21 0,19
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,63 1,00

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne fazy 1

- P 6,8kW 131kW
- Q -9,3kVar 15,2kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -1,320 0,17
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,61 1,00

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne fazy 2

- P 7,8kW 127kW
- Q -9,3kVar 14,13kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -1,14 0,16
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,66 1,00

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne fazy 3

- P 4,6kW 126kW
- Q -10kVar 17,7333337kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -1,66 0,22
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,52 1,00

Harmoniczne

Minimalne THD-U L1 1,14% L2 0,97% L3 0,97%

Maksymalne THD-U L1 5,01% L2 5,02% L3 4,83%

Minimalne THD-I L1 11,81% L2 12,88% L3 13,08%

Maksymalne **THD-I L1** 50,09% **L2** 43,79% **L3** 51,58%

Energie

Czas rejestracji od 2017-05-09 10:00:40,194 do 2017-05-16 11:37:50,189

Okno czasowe 1t 0d 1g 37m 9s 994ms 400 μ s

EP+ Σ 16,88 MWh

EQ+ Σ 101,5 kvarh

EQ- Σ -3 358 637 varh

1

Przyłącze w polu Q4 Rozdzielni głównej

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne sumaryczne

- P 55kW 135kW
- Q -35kVar 30,09kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -0,59 0,23
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,86 1,00

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne fazy 1

- P 17kW 46kW
- Q -13,59kVar 7,96kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -0,72 0,02
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,82 1,00

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne fazy 2

- P 6,83kW 43,62kW
- Q -13,1kVar 10,51kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -0,6 0,23
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,86 1,00

Zarejestrowane wartości minimalne i maksymalne fazy 3

- P 17,49kW 46,24kW
- Q -9,9kVar 11,78kVar
- $\text{tg}(\varphi)$ -0,51 0,29
- $\text{cos}(\varphi)$ 0,89 1,00

Harmoniczne

Minimalne THD-U L1 0,83% L2 0,73% L3 0,71%

Maksymalne THD-U L1 4,78% L2 4,91% L3 3,95%

Minimalne THD-I L1 6,72% L2 7,63% L3 7,26%

Maksymalne THD-I L1 36,42% L2 45,77% L3 35,64%

Energie

Okno czasowe 1t 0d 1g 40m 28s 58ms

EP+ Σ 12,76 MWh

EQ+ Σ 632,2 varh

EQ- Σ -4 825 304 varh

u

Kompensacja

Dla przyłącza Q1

Minimalna zarejestrowana moc bierna pojemnościowa sumaryczna wyniosła -28,7kVar

$$L1 = -9\,364,09 \quad L2 = -9\,400,78 \quad L3 = -10\,009,89 \quad \Sigma = -28\,774,76 \text{ [Var]}$$

Do skompensowania tej wartości w niepełny zakres $\text{tg}(\varphi)$ należy użyć dławika o mocy równej lub większej tej wartości.

Zasadne wydaje się użycie zestawu dławików o mocach stopniowanych i jednocześnie pasujących do wartości standardowo produkowanych. Zalecamy więc użycie dławików o łącznej mocy biernej 30kVar na napięcie 400V.

Mając jednak na uwadze fakt, że często moc bierna z czasem rośnie ze względu na wymianę urządzeń takich jak świetlówki wymieniane na LED oraz dokładanie odbiorników mocy czy inne trudne do przewidzenia okoliczności powinno się do wartości wyliczonej dodać 20% mocy kompensacyjnej.

Docelowo więc moc kompensacyjna dławików wyniesie 36kVar.

Dla pojedynczej fazy moc kompensacyjna będzie wynosiła 12kVar.

By ułatwić montaż oraz transport dławików proponuję zastosować następujący zestaw:

Stopień 1: 5kVar+1kVar o masie ~33kg

Stopień 2: 10kVar o masie ~45kg

Stopień 3: 2x10kVar o masie 2x~45kg

Łączna masa dławików wyniesie ~165kg

Kondensatory wyrównujące

Faza 1 – 3:

S1: 80uF, S2: 160uF, S3: 320uF, S4: 640uF.

Zastosowane kondensatory na napięcie 400V w układzie gwiazdowym z N. Dla każdej z faz ten sam układ. Załączane stycznikami SSR o mocy 80A na 440V z chłodzeniem na radiatorze żebrowanym. Stopnie S1, S2 po jednym styczniku, stopień S3 dwa styczniki, stopień S4 trzy styczniki. Łącznie 7 styczników na każdą z faz sterowane wyjściami kontrolera zasilanymi z zasilacza 12V/10W.

Każdy z dławików wyposażony w stycznik sterowany termikiem dławika w celu jego ochrony przed przegrzaniem oraz bezpiecznikiem typu S o charakterystyce C w celu jego

ochrony przed przeciążeniem. Każdy ze stopni matrycy pojemnościowej wyposażony w bezpiecznik typu S o charakterystyce C lub D.

Dla przyłącza Q2

Minimalna zarejestrowana moc bierna pojemnościowa sumaryczna wyniosła -36,6kVar

$$L1 = -13\,592,90 \quad L2 = -13\,132,94 \quad L3 = -9\,900,29 \quad \Sigma = -36\,626,13 \text{ [Var]}$$

Do skompensowania tej wartości w niepełny zakres $\text{tg}(\varphi)$ należy użyć dławika o mocy równej lub większej tej wartości.

Zasadne wydaje się użycie zestawu dławików o mocach stopniowanych i jednocześnie pasujących do wartości standardowo produkowanych. Zalecam więc użycie dławików o łącznej mocy biernej 37kVar na napięcie 400V.

Mając jednak na uwadze fakt, że często moc bierna z czasem rośnie ze względu na wymianę urządzeń takich jak świetlówki wymieniane na LED oraz dokładanie odbiorników mocy czy inne trudne do przewidzenia okoliczności powinno się do wartości wyliczonej dodać 20% mocy kompensacyjnej.

Docelowo więc moc kompensacyjna dławików powinna wynosić 45kVar.

Dla pojedynczej fazy moc kompensacyjna będzie wynosiła 15kVar.

By ułatwić montaż oraz transport dławików proponuję zastosować następujący zestaw:

Stopień 1: 5kVar o masie ~28kg

Stopień 2: 2x10kVar o masie 2x~45kg

Stopień 3: 2x10kVar o masie 2x~45kg

Łączna masa dławików wyniesie ~208kg

Kondensatory wyrównujące

Faza 1 – 3:

S1: 100uF, S2: 200uF, S3: 400uF, S4: 400uF.

Zastosowane kondensatory na napięcie 400V w układzie gwiazdowym z N. Dla każdej z faz ten sam układ. Załączane stycznikami SSR o mocy 80A na 440V z chłodzeniem na radiatorze żebrowanym. Stopnie S1, S2 po jednym styczniku, stopień S3, S4 po dwa

styczniki. Łącznie 7 styczników na każdą z faz sterowane wyjściami kontrolera zasilanymi z zasilacza 12V/10W.

Każdy z dławików wyposażony w stycznik sterowany termikiem dławika w celu jego ochrony przed przegrzaniem oraz bezpiecznikiem typu S o charakterystyce C w celu jego ochrony przed przeciążeniem. Każdy ze stopni matrycy pojemnościowej wyposażony w bezpiecznik typu S o charakterystyce C lub D.

Sterowanie kompensacją

Podczas pomiarów zauważono, że w większości czasu pracy obiektu moc bierna ma charakter pojemnościowy, jednakże, sporadycznie lecz jednak często pojawia się charakter indukcyjny. Z tego powodu należy użyć kontrolera mocy biernej do sterowania wartością kompensacji. Dodatkowo ważnym elementem poboru mocy tego obiektu jest problem asymetrii obciążeń wraz z szybkimi i dynamicznymi zmianami mocy poszczególnych faz. Dotyczy to obu mierzonych przyłączy NN.

Zatem, by nie komplikować układu dławików oraz panować nad asymetrycznymi obciążeniami należy użyć matrycy kondensatorów jedno fazowych dla każdego z obwodów o łącznej mocy odpowiadającej maksymalnej wartości kompensacyjnej dławików.

A więc dla przyłącza Q1 było by to po 12kVar na fazę a dla przyłącza Q2 po 15kVar na fazę.

Ponownie zalecam nieco podnieść tą wartość o około 20% tak więc dla Q1 będzie to 14,5kVar/fazę a dla Q2 18,0kVar/fazę.

Utrudnieniem dla urządzeń kompensacyjnych będzie tutaj istnienie dość wysokich wartości harmoniczných napięciowych dla H3, H5 i H7 w obu przyłączach. Jednakże zastosowanie kondensatorów w układzie gwiazdowym z N oraz szybkiego, półprzewodnikowego systemu załączania wystarczy by nie miały one wpływu na uszkodzenie się kondensatorów zwłaszcza jeśli użyje się szybkich kluczy SCR z opcją ZERO-CROSSING.