

OBLICZENIA TECHNICZNE OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW OROŃSKO

1. Zapotrzebowanie mocy technologicznej

Zestawienie mocy technologicznej

1.	Punkt zlewny FEK – PAK	–	2,0	kW
2.	Pompa zatapialna PS – 1.03	–	1,1	kW
3.	Krata hakowa KH – 01	–	0,3	kW
4.	Ogrzewanie kraty hakowej	–	4,0	kW
5.	Pompa zatapialna PS – 1.02	–	10,2	kW
6.	Dmuchawy DM – 01 4szt.	–	16,0	kW
7.	Dmuchawa rotacyjna DM – 03	–	7,5	kW
8.	Wirówka dekantacyjna W1 – 302	–	15,0	kW
9.	Kompresor KO – 101	–	3,0	kW
10.	Inny drobny odbiór	–	4,1	kW
Razem		–	49,9	kW

2. Zestawienie mocy w oczyszczalni

a)	technologiczna moc zainstalowana	–	49,9	kW
b)	ogrzewanie pomieszczeń zainstalowane	–	15,5	kW
c)	oświetlenie	–	8,7	kW
Razem		Pi –	74,1	kW

2.1. Max. Obciążenie

$$P_i \times k_j = P_{sz}$$

$$k_j = 0,74 \text{ dla oczyszczalni}$$

$$P_{sz} = 74,1 \text{ kW} \times 0,74 = 54,8 \text{ kW}$$

$$I_{sz} = 98,99 \text{ A}$$

2.2. Moc umowna (przyłączeniowa) zgodnie w.t.p

$P_0 = 61,0 \text{ kW}$ wynikająca z zastosowanego zabezpieczenia

2.3. Zabezpieczenie zalicznikowe

$$I_{bn} = 100 \text{ A}$$

Przyjmuję bezpiecznik typu WT „gF” – 100A o krotności $k=2,5$ (działanie szybkie)

2.3. Zabezpieczenie przelicznikowe

Przyjmuję bezpiecznik typu WT – 2/„gG” z krotnością $k=5,8$

$$I_w = I_{bn} \times k = 580 \text{ A}$$

Zabezpieczenie w stacji transformatorowej

$$\text{Prąd transformatora po stronie n.n. } I_T = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{100000}{1,73 \cdot 400} = 144,5 \text{ A}$$

W stacji transformatorowej na obwodzie do oczyszczalni ścieków przyjmuję bezpiecznik WT – 1C/„gG” – 125A $k=5,7$

$$I_w = I_{bn} \times k = 712,5 \text{ A}$$

3. Założenia obliczeniowe

- Długość linii kablowej – 574m
- Kabel energetyczny – YAKY 4x240
- Moc obliczeniowa – $P_o = 61\text{kW}$
- Rezystancja linii kablowej – $R_o = 0,1245\Omega/\text{km}$ – z katalogu
- Reaktancja linii kablowej – $X_o = 0,1\Omega/\text{km}$ – z katalogu
- Rezystancja transformatora – $R_T = 0,0352\Omega$ – z katalogu
- Reaktancja transformatora – $X_T = 0,0627\Omega$ – z katalogu

4. Spadek napięcia w linii kablowej

Prąd umowny

$$P_{sz} = 54,8\text{kW}$$

$$I_{sz} = \frac{P_{sz}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi} = \frac{54800}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,8} = 99\text{A}$$

$$\Delta U = \sqrt{(I_{sz} \times R_L)^2 + (I_{sz} \times X_L)^2}$$

$$\Delta U = \sqrt{(99 \times 0,1245 \times 0,574)^2 + (99 \times 0,1 \times 0,574)^2}$$

$$\Delta U = 8,67\text{V}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{U_n}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{8,67 \cdot 100}{230} = 3,76\%$$

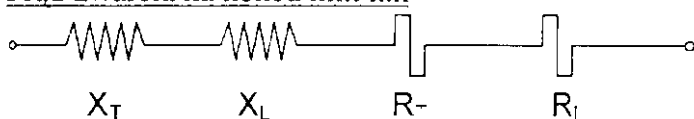
$$\Delta U_{\%} = 3,76\% < U_{\text{dop}\%} = 7,5\%$$

5. Prąd zwarcia w stacji transformatorowej po stronie n.n.

Współczynnik rezystancji stykowej $k=0,75$

$$I_{zT} = \frac{U}{Z_T} \cdot k = \frac{230 \cdot 0,75}{0,0721} = 2392,5\text{A}$$

6. Prąd zwarcia na końcu linii n.n



Impedancja obwodu zwarcioviego

$$R_L = R_o \cdot l = 0,1245 \cdot 0,574 = 0,071\Omega$$

$$X_L = X_o \cdot l = 0,1 \cdot 0,574 = 0,0574\Omega$$

$$Z = \sqrt{(R_T + R_L)^2 + (X_T + X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{(0,0352 + 0,071)^2 + (0,0627 + 0,057)^2}$$

$$Z = 0,1565\Omega$$

$$I_z = \frac{U}{Z} \cdot k = \frac{230 \cdot 0,75}{0,1565} = 1102,24\text{A}$$

7. Dobór zabezpieczeń w stacji transformatorowej

Prąd wyłączalny bezpiecznika WT – 1C/„gG” – 125A przy krotności $k = 5,7$

3. Założenia obliczeniowe

- Długość linii kablowej – 574m
- Kabel energetyczny – YAKY 4x240
- Moc obliczeniowa – $P_o = 61\text{kW}$
- Rezystancja linii kablowej – $R_o = 0,1245\Omega/\text{km}$ – z katalogu
- Reaktancja linii kablowej – $X_o = 0,1\Omega/\text{km}$ – z katalogu
- Rezystancja transformatora – $R_T = 0,0352\Omega$ – z katalogu
- Reaktancja transformatora – $X_T = 0,0627\Omega$ – z katalogu

4. Spadek napięcia w linii kablowej

Prąd umowny

$$P_{sz} = 54,8\text{kW}$$

$$I_{sz} = \frac{P_{sz}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi} = \frac{54800}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,8} = 99\text{A}$$

$$\Delta U = \sqrt{(I_{sz} \times R_l)^2 + (I_{sz} \times X_l)^2}$$

$$\Delta U = \sqrt{(99 \times 0,1245 \times 0,574)^2 + (99 \times 0,1 \times 0,574)^2}$$

$$\Delta U = 8,67\text{V}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{U_n}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{8,67 \cdot 100}{230} = 3,76\%$$

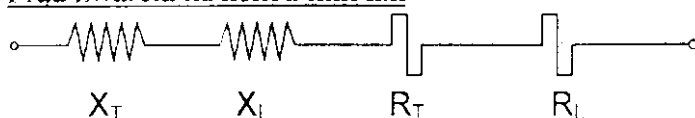
$$\Delta U_{\%} = 3,76\% < U_{dop\%} = 7,5\%$$

5. Prąd zwarcia w stacji transformatorowej po stronie n.n.

Współczynnik rezystancji stykowej $k=0,75$

$$I_{zt} = \frac{U}{Z_T} \cdot k = \frac{230 \cdot 0,75}{0,0721} = 2392,5\text{A}$$

6. Prąd zwarcia na końcu linii n.n



Impedancja obwodu zwarcioviego

$$R_L = R_o \cdot l = 0,1245 \cdot 0,574 = 0,071\Omega$$

$$X_L = X_o \cdot l = 0,1 \cdot 0,574 = 0,0574\Omega$$

$$Z = \sqrt{(R_T + R_L)^2 + (X_T + X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{(0,0352 + 0,071)^2 + (0,0627 + 0,057)^2}$$

$$Z = 0,1565\Omega$$

$$I_z = \frac{U}{Z} \cdot k = \frac{230 \cdot 0,75}{0,1565} = 1102,24\text{A}$$

7. Dobór zabezpieczeń w stacji transformatorowej

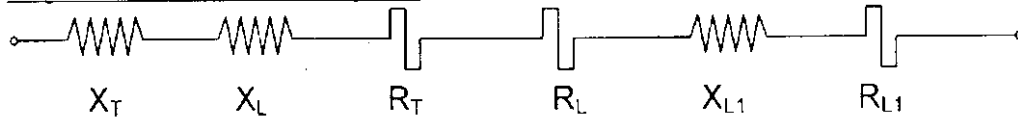
Prąd wyłączalny bezpiecznika WT – 1C/„gG” – 125A przy krotności $k = 5,7$

$$I_{wz} = I_{bn} \times k = 125 \cdot 5,7 = 712,5A$$

$$I_{wz} = 712,5A < I_z = 1102,24A$$

Bezpiecznik dobrano prawidłowo.

8. Prąd zwarcia w rozdzielnic RG



Długość linii od ZKP – 3311 do RG w budynku energetycznym $l_1 = 22m$

$$R_{L1} = R_0 \cdot l_1 = 0,1245 \cdot 0,022 = 0,0027\Omega$$

$$X_{L1} = X_0 \cdot l_1 = 0,0576 \cdot 0,022 = 0,0126\Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{(R_T + R_L + R_{L1})^2 + (X_T + X_L + X_{L1})^2}$$

$$= \sqrt{(0,1062 + 0,0126)^2 + (0,1147 + 0,00277)^2}$$

$$Z_1 = 0,222\Omega$$

$$I_{z1} = \frac{U}{Z_1} \cdot k = \frac{230 \cdot 0,75}{0,222} = 777A$$

9. Sprawdzenie doboru bezpiecznika

– Zalicznikowego

Bezpiecznik WT „gF” – 100A

Współczynnik krotności $k = 2,5$

$$I_w = I_{bn} \times k = 100 \cdot 2,5A = 250A$$

$$I_w = 250A < I_{z1} = 777A$$

– Przelicznikowego

Bezpiecznik WT – 2/„gG” – 100A

Współczynnik krotności $k = 5,8$

$$I_w = I_{bn} \times k = 100 \cdot 5,8A = 580A$$

$$I_w = 580A < I_{z1} = 777A$$

Bezpiecznik dobrano prawidłowo

10. Sprawdzenie kabla na prąd ziemnozwarciowy przy zwarcu $t_z = 5s$

$$\gamma_c = \frac{I_c \cdot I_p \sqrt{t_z}}{240} = \frac{0,73 \cdot 777 \cdot \sqrt{5}}{240} = 5,38 A/mm^2$$

$$\gamma_{C dop} = 126 A/mm^2 > \gamma_c = 5,28 A/mm^2$$

7. Bateria kondensatorów

7.1. Moc baterii kondensatorów

W celu skompensowania mocy biernej do poziomu wymaganego w warunkach technicznych przyłączenia t.j. $\varphi \leq 0,4$ należy zainstalować w rozdzielnicy TA – 01 baterię kondensatorów z regulowaną pojemnością za pomocą regulatora R – 5.

Obliczenia przeprowadzono dla mocy obliczeniowej $P_o = 54,8 \text{ kW}$

$$Q_{bat} = P_o \cdot \Delta \tan \varphi$$

$\Delta \tan \varphi$ - współczynnik skompensowania

$$\Delta \tan \varphi = \tan \varphi_{\pi} - \tan \varphi_{proj}$$

$\tan \varphi_{\pi}$ – współczynnik rzeczywisty wynoszący

$$\tan \varphi_{\pi} = 0,67 \text{ z analizy obciążenia}$$

$\tan \varphi_{proj}$ – współczynnik projektowany

$$\tan \varphi_{proj} = 0,35$$

Moc baterii kondensatorów

$$Q_{bat} = 54,9 \times (0,67 - 0,35)$$

$$Q_{bat} = 17,6 \text{ kVAr}$$

Dobraną baterię kondensatorów o mocy $Q = 20 \text{ kVAr}$ w jednostkach 2,5 – 5 – 10 kVAr

Typu AQ – 10/2,5 z regulatorem mocy biernej R – 5 typ 8d – 6 – 96 produkcji CONVERT Sp. z o.o. Wrocław.

7.2. Zabezpieczenie jednostek baterii

Zabezpieczenie obwodów jednostek baterii kondensatorów wykonać bezpiecznikami topikowymi małowobarytowymi zainstalowanymi w rozłącznikach typu RBK – 00

Zabezpieczenie

$I_b \geq k_b \times I_{bk}$ prąd bezpiecznika

I_{bk} – prąd znamionowy stopnia regulacji (kondensatora)

$k_b = 1,7$ współczynnik uwzględniający rozruch baterii

a) jednostka $Q_c = 2,5 \text{ kVAr}$

$$I_b \geq 1,7 \times \frac{2,5}{\sqrt{3} \times 0,4} = 6,14 \text{ A}$$

Przyjmuję bezpiecznik WTNH „gG” – 10A

b) jednostka $Q_c = 5 \text{ kVAr}$

$$I_b \geq 1,7 \times \frac{5}{\sqrt{3} \times 0,4} = 12,3 \text{ A}$$

Przyjmuję bezpiecznik WTNH „gG” – 16A

c) jednostka $Q_c = 10 \text{ kVAr}$

$$I_b \geq 1,7 \times \frac{10}{\sqrt{3} \times 0,4} = 24,6 \text{ A}$$

Przyjmuję bezpiecznik WTNH „gG” – 25A

7.3. Dobór przekładnika baterii kondensatorów

Prąd obliczeniowy

$I_0 = 100\text{A}$ -- dział: spadek napięcia

Obciążalność prądowa toru regulatora mocy

$$S_r = 2,5 \text{ VA}$$

Strata mocy w przewodzie DY2,5 o długości $2 \times 10\text{m}$

$$S_p = J_n \cdot \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$S_p = 5 \cdot \frac{20}{55 \cdot 2,5} = 0,73 \text{ VA}$$

$$S = S_r + S_p = 2,5 + 0,73$$

$$S = 3,25 \text{ VA}$$

Dobór przekładnika

$$0,25 S_n < S_o < S_n$$

$$0,25 \times 10 = 2,5 \text{ VA} < 3,25 \text{ VA} < 10 \text{ VA}$$

Przyjmuję przekładnik o przekładni 100/5A typ ISWb; kl. I; $S_n = 10 \text{ VA}$; FS5; $I_{dyn} = 150 I_{pn}$ produkcji ABB.