

**Obliczenia i sprawdzenia projektowanej instalacji.**

Budynek PT KRUS Białobrzegi

Tablica rozdzielcza TK

Przyjęte założenia:

1. Znamionowe obciążenie 1 punktu abonenckiego ZPA:	$P_{ZPA} =$	400 W
2. Współczynnik jednoczesności:	$k_j =$	0,95
3. Ilość projektowanych ZPA:	$n =$	25
4. Rezerwa mocy na rozbudowę ZPA:	$k_r =$	1%
5. Obciążenie szafy dystrybucyjnej:	$P_{BD} =$	1100 W (z rez. dla CA, CP i CT)
6. Współczynnik mocy	$\cos \phi =$	0,84
7. Napięcie znamionowe przewodowe	$U_N =$	400 V
8. Napięcie znamionowe fazowe	$U_{Nf} =$	230 V
9. Współczynnik zmniejszający ze względu na nieliniowy charakter odbiorników	$k =$	0,86
10. Maksymalna ilość ZPA w jednym obwodzie	$n_1 =$	5

Zapotrzebowanie mocy w tablicy rozdzielczej

1. Moc zainstalowana:	$P_{TK} = n * P_{ZPA} + P_{BD} =$	11100 W
2. Moc szczytowa (z uwz. rez.):	$P_{SZ} = (n * P_{ZPA} * k_j * (1 + k_r)) + P_{BD} =$	10695 W

Wstępny dobór przewodu (włz) zasilającego tab. rozdz.

1. Prąd znamionowy obciążenia:	$I_{B1} = \frac{P_{SZ}}{\sqrt{3} * U_N * \cos \phi} =$	18,38 A	
2. Prąd znamionowy obciążenia z uwzględ. wystąp. 3-harm. w pr. fazowym:	$I_B = \frac{I_{B1}}{k} =$	21,37 A	
3. Prąd znamionowy zabezpieczenia włz: ( $I_N \leq I_B$ )	$I_N =$	35,00 A	D02 (gG/gL)
4. Minimalny wymag. prąd dług. obc. włz:	$I_Z \geq \frac{k_2 * I_N}{1,45} =$	36,21 A	

gdzie:

$k_2$  – współczynnik krotności prądu, powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego, w określonym umownym czasie  
(1,6-2,1 dla wkładek bezpiecznikowych, 1,45 dla wyłączników instalacyjnych B,C,D)

5. Na podstawie tabeli długotrwał. obciąż. prądowej przewodów  $I_{dd}$  (tablica 52C3; PN-IEC 60364-5-523) dobrano wstępnie przewód: **YDYżo 5x 10**

dla którego prąd długotrwałego obciążenia wynosi  $I_{dd} = 46,00$  A przy sposobie układania B2 (w rurce (listwie) elektroinstalacyjnej na/w ścianie)  
Prąd dług. obciąż. w danych war. instalacyjnych. (po zastosow. wszystkich współcz. korekcyjnych):  $I_d = I_{dd} * k_p = 46,00$  A

gdzie:

 $k_p$  – współczynnik korekcyjny

$k_p = 1$

Sprawdzenie poprawności doboru włz:

$$21,37 \leq 35,00 \leq 36,21 \leq 46,00$$

**Dobór prawidłowy !**

Wstępny dobór przewodu zasilającego obwód odbiorczy

1. Prąd znamionowy obciążenia:  $I_B = \frac{n_1 * P_{ZPA}}{U_{Nf} * \cos \varphi} = 10,35 \text{ A}$
2. Prąd znamionowy zabezpieczenia obwodu odbiorczego (S-301):  $I_n = 13 \text{ A}$ , typu: **B**
3. Minimalny wymag. prąd dług. obc. obwodu odb.  $I_Z \geq 13,00 \text{ A}$
4. Na podstawie tabeli długotr. obciąż. prądowej przewodów  $I_{dd}$  (tablica 52C3; PN-IEC 60364-5-523) dobrano wstępnie przewód: **YDYpżo 3x 2,5**
- dla którego prąd długotrwałego obciążenia wynosi  $I_{dd} = 20,00 \text{ A}$  ( $t=30C$ )  
przy sposobie układania B2 (w rurce (listwie) elektroinstalacyjnej na/w ścianie)
- (po zastosow. wszystkich współcz. korekcyjnych):  $I_d = I_{dd} * k_p = 13,00 \text{ A}$
- gdzie:  
 $k_p$  – współczynnik korekcyjny  $k_p = 0,65$  (4 tory w pionie)

Sprawdzenie poprawności doboru przewodów w obwodzie odb.:

$$10,35 \leq 13,00 \leq 13,00 \leq 13,00$$

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \leq I_d$$

**Dobór prawidłowy !**Sprawdzenie dobranych przewodów na warunki zwarciove:

1. Impedancja pętli zwarcia jednofazowego w w TG:  $Z_{1f} = 2 \Omega$  (pomiar)
2. Impedancja pętli zwarcia symetrycznego w TG:  $Z_{3f} = 1,4 \Omega$
3. Długość wlv od RG (ZK) do TK:  $L_{TK} = 10 \text{ m}$
4. Długość najkrótszego ob. odb. (od ZPA do TK)  $L_{ZPA} = 5 \text{ m}$
5. Przekrój poprzeczny wlv:  $S = 10 \text{ mm}^2$
6. Przekrój poprzeczny przewodu w obw. odb.:  $S_{ZPA} = 2,5 \text{ mm}^2$
7. Konduktywność Cu:  $\gamma = 55 \text{ m}/\Omega * \text{mm}^2$
8. Rezystancja wlv (reaktancję pominięto):  $R_{TK} = \frac{L_{TK}}{\gamma * S} = 0,02 \Omega \sim Z_{TK}$
9. Początk. prąd zw. 3-faz. w TK  $I_{k3} = \frac{c_{max} * U_N}{\sqrt{3} * (Z_{3f} + Z_{TK})} = 162,84 \text{ A}$

gdzie:

$c_{max}$  – współczynnik korekcyjny siły elektromotorycznej obwodu zwarciovego  
(dla  $U_n=230/400V$ ,  $c_{max}=1$ )

10. Rezyst. najkrótszego obw. odb. (reakt. pominięto)  $R_{ZPA} = \frac{L_{ZPA}}{\gamma * S_{ZPA}} = 0,04 \Omega \sim Z_{ZPA}$
11. Imped. pętli zw. najkrótsz. obw.:  $Z_{k1} = Z_{1f} + 2 * Z_{TK} + 2 * Z_{ZPA} = 2,11 \Omega$
12. Początkowy prąd zwarcia 1 fazowego w najkrótszym obwodzie odbiorczym  $I_{k1} = \frac{0,8 * U_{Nf}}{Z_{k1}} = 87,24 \text{ A}$
13. Prąd udarowy (zw odległe w każdym p. inst)  $i_p = \sqrt{2} * \chi * I_{k3} = 230,29 \text{ A}$

gdzie:

$\chi$  – współczynnik udaru (dla zwarcia odległego  $\sim 1$ )

14. Jednosekundowa dopuszczalna gęstość prądu zwarciego

(wg PN-IEC 60364 dla przewodu Cu w izolacji z PCV)  $k = 115 \text{ A} \cdot \text{s}^{0,5} / \text{mm}^2$

15. Graniczny czas przerwania pr. zw. dla wz  $t = \left( \frac{k \cdot S}{I_{k3}} \right)^2 = 49,87 \text{ s}$

16. Ponieważ dla obwodów rozdzielczych dopuszcza się czas wyłączenia do 5s (a  $t < 5\text{s}$ ), dodatkowo sprawdzono warunek określający minimalny przekrój  $S_{\min}$  przewodu w warunkach zwarciovych

(nagrzewanie prądem zwarciovym):  $S_{\min} \geq \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{I^2 t_w}{1}} = 0,70 \text{ mm}^2$

gdzie:

Całka Joule'a dla wkładki bezp. gG/GL 35A  $I^2 t_w = 6500,00 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$

$S \geq S_{\min}$

**Dobór prawidłowy !**

$$t = \left( \frac{k \cdot S_{ZPA}}{I_{k1}} \right)^2 = 10,86 \text{ s}$$

17. Graniczny czas przerw. pr. zw. dla ZPA

Czas wyłączenia obwodu (zabezpieczenia) zaprojektowane w obwodach odbiorczych obliczono dla czasu wyłączenia poniżej

$$t_w = 0,2 \text{ s}$$

$t \geq t_w$

**Dobór prawidłowy !**

Znamionowy dopuszczalny prąd zwarciovym wyłączalny  $I_w$  dla zaprojektowanych bezpieczników D02 (R303 35) wynosi 50 kA, (przy  $\cos \phi = 0,2$ ) oraz 6 kA dla zaprojektowanych wyłączników instalacyjnych B13. Tak więc warunki zwarciovych dla zaprojektowanych zabezpieczeń będą spełnione.

Sprawdzenie selektywności dobranych zabezpieczeń:

1. Dopuszcz. prąd zwarcia (z katalogu) po przekroczeniu którego nie zostanie zachowana selektywność wyłączenia

dla bezpieczn. gG 35A i wyłącz B 13  $I_{k1dop} = 1150,00 \text{ A}$

$I_{k1} \leq I_{k1dop}$

**Dobór prawidłowy !**

2. Sprawdzenie selektywności zadziałania zabezpieczeń topikowych:

Prąd znamionowy zabezpiecz. złącza ZK  $I_{Nzk} = 63 \text{ A}$

$$I_N / I_{Nzk} = 1,8$$

Selektywność będzie zachowana jeśli  $I_N / I_{Nzk} \geq 1,6$

$I_N / I_{Nzk} \geq 1,6$

**Dobór prawidłowy !**

Sprawdzenie czasu wyłączenia (skuteczność ochrony przeciwporażeniowej)

1. Prąd wyłączenia, w czasie poniżej 0,2s

dla wyłącznika B 13 wynosi ok.:  $I_w = 65 \text{ A}$

2. Długość najdłuższego ob. odb. (od ZPA do TK)  $L_{ZPA1} = 40 \text{ m}$

3. Rezyst. najdłuższego obw. odb.  $R_{ZPA} = \frac{L_{ZPA1}}{\gamma \cdot S_{ZPA}} = 0,29 \Omega$  ~  $Z_{ZPA1}$   
(reakt. pominięto)

4. Imped. pętli zw. najdłuższ. obw.:  $Z_{k12} = Z_{1f} + 2 \cdot Z_{TK} + 2 \cdot Z_{ZPA1} = 2,62 \Omega$

5. Początkowy prąd zwarcia 1 fazowego w najdłuższym obwodzie odbiorczym  $I_{k12} = \frac{0,8 \cdot U_{Nf}}{Z_{k12}} = 70,28 \text{ A}$

$I_w \geq I_{k12}$

**Dobór prawidłowy !**

**Szybkie wyłączenie skuteczne !**

Wymagany czas wyłączenia wynosi 0,4s. Tak więc przy spodziewanym prądzie zwarcia ochrona przeciwporażeniowa, polegająca na szybkim wyłączeniu poprzez wyłącznik instalacyjny B 13 będzie skuteczna.

Po wykonaniu instalacji, skuteczność ochrony przeciwporażeniowej należy sprawdzić poprzez przeprowadzenie pomiarów końcowych impedancji pętli zwarcia w obwodach odbiorczych.

Sprawdzenie spadków napięcia:

1. Spadek napięcia  $\Delta U_{TK}$  w przewodzie zasilającym rozdzielnicę komputerową  $T_K$  (wz) (od rozd. głów. RG/złącza ZK do tablicy komputerowej TK):

$$\Delta U_{TK} = \frac{P_{Sz} * L_{TK} * 100\%}{\gamma * S * U_N^2} = 0,12 \%$$

2. Spadek napięcia w najdłuższym obwodzie odbiorczym:

$$\Delta U_{ZPA} = \frac{2 * ((3 * P_{ZPA} * L_{1ZPA}) + (2 * P_{ZPA} * L_{2ZPA}) + (P_{ZPA} * L_{3ZPA})) * 100\%}{\gamma * S * U_{Nf}^2}$$

gdzie:

$L_{1ZPA}$ ,  $L_{2ZPA}$ ,  $L_{3ZPA}$  – długości poszczególnych odcinków liczonego obwodu

(od TK do pierwszego ZPA, od pierwszego ZPA do drugiego ZPA i od drugiego ZPA do trzeciego ZPA, dla większej ilości ZPA analogicznie)

Ilość zpa w obwodzie:	$n_{ZPA} =$	5
Odległość 1ZPA:	$L_{1ZPA} =$	30 m
Odległość 1ZPA-2ZPA	$L_{2ZPA} =$	5 m
Odległość 2ZPA-3ZPA	$L_{3ZPA} =$	5 m
Odległość 3ZPA-4ZPA	$L_{4ZPA} =$	5 m
Odległość 4ZPA-5ZPA	$L_{5ZPA} =$	5 m
Spadek napięcia od TK do najdalszego ZPA:	$\Delta U_{ZPA} =$	2,14 %
Całkowity spadek nap. (od RG, (ZK)) w najdl. ZPA:	$\Delta U = \Delta U_{TK} + \Delta U_{ZPA} =$	2,27 %

**Dobrze !**

Zgodnie z PN-IEC 60364 dopuszczalny spadek napięcia w instalacji odbiorczej, liczony od złącza do dowolnego odbiornika w instalacji odbiorczej, wynosi 4%. Zgodnie z N-SEP-E-002 dopuszczalny spadek napięcia obliczony przy mocy szczytowej dla wz, dla mocy do 100kW, nie powinien przekraczać 0,5%. W związku z tym przyjęto, że dopuszczalny spadek napięcia na projektowanym odcinku instalacji, od TG do ZPA, wynosi 3,5%, a więc nie będzie przekroczony. Obliczenia przeprowadzono dla najdalszego ZPA, dla pozostałych ZPA spadki napięcia będą mniejsze

Sprawdzenie skut. ochrony przeciwporaż.poprzez szybkie wyłącz. wyłączników różnicowoprądowych:

1. Dla ograniczenia napięcia dotyku do wartości bezpiecznej (50V), przy zastosowaniu wyłącznika różnicowoprądowego powinien być spełniony warunek:  $R_A * I_{\Delta A} \leq U_L$

gdzie:

$R_A$  - całkowita rezystancja przewodu ochronnego i uziomu

$I_{\Delta A}$  - prąd zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego (dla wyłącznika typu A wynosi od 35 do 140% znamionowego prądu różnicowego  $I_{\Delta U}$ )

$U_L$  - bezpieczne napięcie dotykowe (przyjęto 50V; warunki normalne)

2. Dopuszcz. rezystancja obwodu ochronnego:  $R_A \leq \frac{U_L}{1,4 * I_{\Delta A}} = 1190,48 \Omega$

$$R_A \gg R$$

Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy będzie skutecznie wyłączał napięcie w obwodzie odbiorczym (w czasie poniżej 0,1s), jeżeli łączna rezystancja przewodu ochronnego i uziomu będzie nie większa niż 1190  $\Omega$ . Projektowana rezystancja uziomu w tablicy TG (początek instalacji TNS) wynosi 10  $\Omega$ , Tak więc wyłącznik różnicowoprądowy będzie skutecznym środkiem ochrony przeciwporażeniowej.

Po wykonaniu instalacji należy wykonać pomiary odbiorcze wyłączników różnicowoprądowych wg PN-IEC 60364-6-61:2000.

**Instalacja w zakresie bieżącej TK jest zaprojektowana poprawnie !**