

OBLICZENIA TECHNICZNE

Zapotrzebowanie mocy.

- oświetlenie ogólne	3,501kW
- wentylacja mechaniczna	0,534kW
- pojemnościowy podgrzewacz c.w.u.	6,0kW
- piec sauny	6,0kW
- urządzenie podgrzewania i uzdatniania wody w basenie	10,0kW
- potrzeby gospodarcze (gniazdka 3P+N+PE)	2,5kW
- gniazdka wtykowe ogólne	5,0kW

Moc zainstalowana wynosi:

$$P_z = 3,501 + 0,534 + 6,0 + 6,0 + 10,0 + 2,5 + 5,0 = 33,535kW$$

Moc zapotrzebowana wynosi:

$$P_m = k \times P_z = 0,80 \times 33,535 = 26,83kW$$

II. Prąd obciążenia.

A/ Budynek

Dla mocy zapotrzebowanej $P_m = 26,83kW$ prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc} = \frac{P_m}{1,73 \times U \times \cos \varphi} = \frac{26,83 \times 10^3}{1,73 \times 400 \times 0,96} = 40,39A$$

W oparciu o powyższy prąd obciążenia, do zasilania budynku zaprojektowano kabel elektroenergetyczny z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej typu YKY 0,6/1kV – 5x25 dla którego obciążalność długotrwała wynosi $I_{dd25} = 128A$ - przyłącz kablowy wg oddzielnego opracowania,

Na podstawie powyższego zachodzi:

$$I_{dd25} = 118A > I_{obc} = 40,39A$$

B/ Urządzenie podgrzewania i uzdatniania wody w basenie

Dla mocy zapotrzebowanej $P_{m-b} = 10,0kW$ prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc(m-b)} = \frac{P_{m-b}}{1,73 \times U \times \cos \varphi} = \frac{10,0 \times 10^3}{1,73 \times 400 \times 0,96} = 15,05A$$

W oparciu o powyższy prąd obciążenia, do zasilania urządzenia podgrzewania i uzdatniania wody w basenie zaprojektowano przewód elektroenergetyczny z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej typu YDY 450/750V – 5x6 dla którego obciążalność długotrwała wynosi $I_{dd6} = 43A$

Na podstawie powyższego zachodzi:

$$I_{dd6} = 43A > I_{obc(m-b)} = 15,05A$$

C/ Piec sauny lub pojemnościowy podgrzewacz wody c.w.u.

Dla mocy zapotrzebowanej $P_{m-s} = 6,0kW$ prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc(m-s)} = \frac{P_{m-s}}{1,73 \times U \times \cos \varphi} = \frac{6,0 \times 10^3}{1,73 \times 400 \times 0,96} = 9,03A$$

W oparciu o powyższy prąd obciążenia, do zasilania pieca sauny lub pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. zaprojektowano przewód elektroenergetyczny z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej typu YDY 450/750V – 5x4 dla którego obciążalność długotrwała wynosi $I_{dd4} = 34A$

Na podstawie powyższego zachodzi:

$$I_{dd4} = 34A > I_{obc(m-s)} = 9,03A$$

D/ Rozdzielnia kotłowni RK.

Dla mocy zapotrzebowanej $P_{m-RK} = 8,0kW$ prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc(m-RK)} = \frac{P_{m-RK}}{1,73 \times U \times \cos \varphi} = \frac{8,0 \times 10^3}{1,73 \times 400 \times 0,96} = 12,04A$$

W oparciu o powyższy prąd obciążenia, do zasilania pieca sauny lub pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. zaprojektowano przewód elektroenergetyczny z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej typu YDY 450/750V – 5x4 dla którego obciążalność długotrwała wynosi $I_{dd4} = 34A$

Na podstawie powyższego zachodzi:

$$I_{dd4} = 34A > I_{obc(m-RK)} = 12,04A$$

III. Dopuszczalny spadek napięcia.

Spadek napięcia zostanie wyznaczony dla przyłącza kablowego YKY – 5x25 oraz wewnętrznej linii zasilającej YKY – 5x10.

$$P_m = 26,83kW \quad l_{10} = 25,0m \quad \gamma_{10} = 57 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$l_{25} = 35,0m \quad \gamma_{25} = 57 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$\Delta U_{\%10} = \frac{100 \times 26,83 \times 10^3 \times 25,0}{57 \times 10 \times 400^2} = 0,74\%$$

$$\Delta U_{\%25} = \frac{100 \times 26,83 \times 10^3 \times 35,0}{57 \times 25 \times 400^2} = 0,41\%$$

$$\Sigma \Delta U_{\%} = \Delta U_{\%10} + \Delta U_{\%25} = 0,74 + 0,41 = 1,15\%$$

Dla obliczonego spadku napięcia zachodzi:

$$\Sigma \Delta U_{\%} = 1,15\% < \Delta U_{\%dop} = 3,5\%$$

IV. Ochrona przed dotykiem pośrednim.

Zgodnie z wymaganymi przepisami obwody odbiorcze pracują w układzie sieci TN-S dla których jako system od porażenia prądem elektrycznym przyjęto samoczynne wyłączenie zasilania. Parametry zwarciove zostaną wyznaczone od złącza pomiarowego do końcowych odbiorników.

Obwód odpływowy z złącza pomiarowego do rozdzielni głównej RG

Złącze pomiarowe

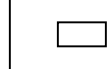
Rozdz. główna

WTN00-40A/gG

YAKY-5x25

YKY-5x10

RG



35m

25m

$$l_{10} = 25m \quad l_{25} = 35m \quad \gamma_{Cu} = 57 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{010} = 1,8 \frac{\Omega}{km} \quad R_{025} = 0,727 \frac{\Omega}{km}$$

$$X_{010} = 0,081 \frac{\Omega}{km} \quad X_{025} = 0,075 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{10} = R_{010} \times l_{10} = 1,8 \times 0,025 = 0,045 \Omega$$

$$X_{10} = X_{010} \times l_{10} = 0,081 \times 0,025 = 0,002025 \Omega$$

$$R_{25} = R_{025} \times l_{25} = 0,727 \times 0,035 = 0,025445 \Omega$$

$$X_{25} = X_{025} \times l_{25} = 0,075 \times 0,035 = 0,002625 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times (R_{10} + R_{25}) = 2 \times 0,070445 = 0,14089 \Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times (X_{10} + X_{25}) = 2 \times 0,00465 = 0,0093 \Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{0,14089^2 + 0,0093^2} = 0,1412 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} \quad \text{dla przyjętego w złączu pomiarowym bezpiecznika WTN00-40A/gG}$$

$$I_b = 40 \text{ A} \quad i \quad t = 5,0 \text{ s} \quad \text{zachodzi:}$$

$$I_a = k \times I_b = 4,4 \times 40 = 176,0 \text{ A}$$

$$Z_s = \frac{230}{176} = 1,31 \Omega$$

analizując powyższe wartości stwierdzamy, że impedancja dopuszczalna jest większa od oporności pętli zwarcia czyli:

$$Z_{zw} = 0,1412 \Omega < Z_s = 1,31 \Omega$$

Obwód odpływowy z rozdzielni RG do urządzenia podgrzewania i uzdatniania wody w basenie YDY – 5x6

$$l_6 = 15 \text{ m} \quad \gamma = 57 \frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2} \quad R_6 = \frac{l_6}{\gamma \times s} = \frac{15}{57 \times 6} = 0,0439 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R_6 = 2 \times 0,0439 = 0,0878 \Omega$$

$$Z_{zw} \cong R_{zw} = 0,0878 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

dla przyjętego w rozdzielni RG wyłącznika nadprądowego S304 – B20 $I_b = 20 \text{ A}$

$$i \quad t = 0,4 \text{ s}$$

$$I_a = k \times I_b = 5 \times 20 = 100 \text{ A}$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{100} = 2,3 \Omega$$

analizując powyższe wartości stwierdzamy, że impedancja dopuszczalna jest większa od oporności pętli zwarcia czyli:

$$Z_{zw} = 0,0878 \Omega < Z_s = 2,3 \Omega$$

Obwód odpływowy z rozdzielni RG do pieca sauny YDY – 5x4

$$l_4 = 18 \text{ m} \quad \gamma = 57 \frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2} \quad R_4 = \frac{l_4}{\gamma \times s} = \frac{18}{57 \times 4} = 0,0789 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R_4 = 2 \times 0,0789 = 0,1578 \Omega$$

$$Z_{zw} \cong R_{zw} = 0,1578 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

dla przyjętego w rozdzielni RG wyłącznika nadprądowego S 304 – B16 $I_b = 16A$

i $t = 0,4s$

$$I_a = k \times I_b = 5 \times 16 = 80A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80} = 2,875\Omega$$

analizując powyższe wartości stwierdzamy, że impedancja dopuszczalna jest większa od oporności pętli zwarcia czyli:

$$Z_{zw} = 0,1578\Omega < Z_s = 2,875\Omega$$

Obwód odpięty z rozdzielni RG do szatni sędziowskiej i trenerów YDY – 3x2,5

$$l_4 = 25m \quad \gamma = 57 \frac{m}{\Omega \times mm^2} \quad R_{2,5} = \frac{l_{2,5}}{\gamma \times s} = \frac{25}{57 \times 2,5} = 0,1754\Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R_4 = 2 \times 0,0789 = 0,1578\Omega$$

$$Z_{zw} \cong R_{zw} = 0,1578\Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

dla przyjętego w rozdzielni RG wyłącznika nadprądowego P 312 – B16/30mA $I_b = 16A$

i $t = 0,4s$

$$I_a = k \times I_b = 5 \times 16 = 80A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80} = 2,875\Omega$$

analizując powyższe wartości stwierdzamy, że impedancja dopuszczalna jest większa od oporności pętli zwarcia czyli:

$$Z_{zw} = 0,1578\Omega < Z_s = 2,875\Omega$$

Wyłącznik różnicowoprądowy w rozdzielni RG

P 304-63/0,3A - na dopiętych rozdzielni RG

$$Z_s = \frac{U_L}{1,2 \times \Delta I_n} = \frac{25}{1,2 \times 0,3} = 69,44\Omega$$

Pozostałe wyłączniki różnicowoprądowe w rozdzielniach

P 312 –B16A/30mA; P 304-25/0,03A - na odpiętych

$$Z_s = \frac{U_L}{1,2 \times \Delta I_n} = \frac{25}{1,2 \times 0,03} = 694,4\Omega$$

Analizując poszczególne wartości zabezpieczeń i obliczeniowych wartości oporności dopuszczalnych stwierdzamy, że gwarantują poprawną skuteczność ochrony przeciwporażeniowej prądem elektrycznym. Z uwagi na fakt, że dopuszczalna wartość uziemienia sieci nie może przekroczyć 5Ω oraz czasy zadziałania urządzeń zwarciovych są dużo mniejsze od dopuszczalnych (0,4s i 5s), zostaje zachowana skuteczność ochrony przeciwporażeniowej. Powyższe wartości należy po wykonaniu robót montażowych zweryfikować poprzez wykonanie pomiarów kontrolnych przez uprawnioną osobę.

V. Ochrona przepięciowa.

Dla ograniczenia przepięć, głównie atmosferycznych w ramach I i II-go stopnia ochrony dla celów projektowych przyjęto wysoki poziom kerauniczny (powyżej 25 dni burzowych w roku), który wymaga zastosowania ochrony przepięciowej. Z uwagi na szkodliwy wpływ przepięć na instalacje elektryczne, w rozdzielni głównej RG, należy zainstalować hybrydowy ogranicznik przepięć w wersji bezwydmuchowej DEHNventil TNS. Jest stosowany do wyrównywania potencjałów przy przejściu pomiędzy strefami $0_A - 2$, zgodnie z Strefową Koncepcją Ochrony Odgromowej.

Posiada on następujące dane:

$U_c = 255V / 50Hz$ - największe trwałe napięcie pracy,

$I_r = 50kA$ - zdolność gaszenia prądów następczych przy U_c ,

$I_{imp} = 25 / 100kA$ - piorunowy prąd udarowy (10/350)na 1pole/całkowity,

$I_{max} = 50kA$ wytrzymałość zwarciova,

$U_p \leq 1,5kV$ - napięciowy poziom ochrony,

$t_A \leq 100ms$ - czas zadziałania,

- przekroje przewodów:

min. $10mm^2$ drut/ linka

max. $50mm^2$ wielodrutowo / $35mm^2$ linka dla (I1, L2, L3, N, PE),

max. $35mm^2$ wielodrutowo / $25mm^2$ linka dla (L1 L2 L3 N"),

Powyższy ogranicznik nie wymaga żadnej indukcyjności sprzęgającej, oraz bezpośrednio koordynuje z ogranicznikami klas C i D.

Zastosowany ogranicznik nie wymaga dodatkowego bezpiecznika, bowiem prąd w obwodzie jest mniejszy od jego prądu znamionowego (125A)

VI. Ochrona odgromowa obiektu.

Podstawa obliczeń:

- Polska Norma PN-IEC 61024-1-1 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych”.
- Polska Norma PN-IEC 61024-1-2 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1-2 Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych”.
- Poprawka do Polskiej Normy PN-IEC 61024-1-1 : 2001/Ap1 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych”.

- Polska Norma PN-IEC 61024-1 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – Zasady ogólne”.
- Poprawka do Polskiej Normy PN-IEC 61024-1: 2001/Ap1 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – Zasady ogólne”.

Założenia projektowe:

Gęstość wyładowań doziemnych – N_g

$$N_g = 0,04 \times 25^{1,25} = 2,236 \text{ na km}^2 \text{ na rok}$$

Klasa obiektu: obiekt zwykły – zaplecze sportowe

Powierzchnia równoważna - A_e



$$A_e = a \times b + 6h(a + b) + 9\pi \times h^2$$

Dane budynku:

długość $a = 18,79\text{m}$
 szerokość $b = 10,74\text{m}$
 wysokość $h = 8,03\text{m}$

$$A_e = a \times b + 6h(a + b) + 9\pi \times h^2 = 18,79 \times 10,74 + 6 \times 8,03 \times (18,79 + 10,74) + 9\pi \times 8,03^2$$

$$A_e = 2929,39\text{m}^2$$

Ocena ochrony budynku:

Częstość wyładowań trafiających w obiekt - N_d

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} = 2,236 \times 2929,39 \times 10^{-6} = 0,00655011604 \approx 0,00655 \text{ na rok}$$

Akceptowana częstość wyładowań piorunochronnych – N_c

$$\text{dla obiektów zwykłych} \quad N_c = 1 \times 10^{-3}$$

Porównując powyższe stwierdzamy:

$$N_d = 6,55 \times 10^{-3} > N_c = 1 \times 10^{-3} \text{ - warunek ten nakłada obowiązek zainstalowania urządzenia piorunochronnego}$$

Skuteczność urządzenia piorunochronnego - E_c

$$E_c = 1 - N_c / N_d = 1 - 1 \times 10^{-3} / 6,55 \times 10^{-3} = 1 - 0,152671755 = 0,84733 \approx 0,85$$

Dla powyższego należy zastosować urządzenia piorunochronne o skuteczności:

$E = 0,9 > E_c = 0,85$ co odpowiada III poziomowi ochrony tego urządzenia.

W tym przypadku realizacja III poziomu wymaga zastosowania:

- kąt ochronny - $\alpha = 45^\circ$
- wymiar oka sieci - 15m
- średnia odległość między przewodami odprowadzającymi - $l_{dop} = 20m$
- minimalne wymiary zwodu i przewodu odprowadzającego - $50mm^2$ dla Fe
- minimalny wymiar uziomu - $80mm^2$ dla Fe
- minimalny przekrój przewodów wyrównawczych - $16mm^2$ dla Cu

Dla danego obiektu średnia ilość przewodów odprowadzających wynosi:

$$(2a + 2b) : l_{dop} = (2 \times 18,79 + 2 \times 10,74) : 20 = 2,95 \approx 3 \text{ szt}$$

obliczona średnia ilość przewodów odprowadzających - 3 szt

UWAGA:

Z uwagi na występowanie części poręczy na tarasie poza strefą kąta ochronnego [$\alpha = 45^\circ$], zachodzi konieczność wykonania dodatkowych przewodów odprowadzających od metalowych poręczy do uziomu otokowego. W tym przypadku [III poziom ochrony urządzenia piorunochronnego] należy wykonać górną część poręczy [na wysokości 1,1m] oraz pionowe słupki z kształtowników metalowych np. rur stalowych, których poprzeczny przekrój musi być większy od $S=50mm^2$ dla Fe. Warunek ten spełniają np. rury stalowe bez szwu walcowane lub ciągnione na gorąco o średnicy zewnętrznej 33,5mm i grubości ścianki 3mm.

Dla takiej rury zachodzi:

- średnica zewnętrzna $D_z = 33,5mm$

- średnica wewnętrzna $D_w = 27,5mm$

przekrój poprzeczny S wynosi:

$$S_{rury} = \frac{\pi}{4} \times (D_z^2 - D_w^2) = \frac{\pi}{4} \times (33,5^2 - 27,5^2) = 287,31mm^2$$

czyli [dla Fe] zachodzi:

$$\underline{S_{rury} = 287,31mm^2 > S = 50mm^2}$$

Szczegóły techniczne tej ochrony pokazano na odpowiednim rysunku

