

Opis projektu technicznego/wykonawczego instalacji elektrycznych

1. Dane ogólne

Niniejsze opracowanie jest projektem techniczno-wykonawczym instalacji elektrycznych dla zadania inwestycyjnego pn.: Rozbudowa, przebudowa i nadbudowa budynku technologicznego oczyszczalni ścieków oraz budowa wiaty i silosu, na działce nr 136/5 obręb Lubaszcz, gmina Nakło nad Notecią.

2. Podstawy opracowania

Projekt sporządzono na podstawie:

- wytyczne do projektowania od Zamawiającego,
- program funkcjonalno-użytkowy,
- uzgodnienia branżowe,
- obowiązujące przepisy i normy.

3. Obowiązujące przepisy i normy

Obowiązujące przepisy:

Podczas realizacji obiektu przestrzegano postanowień obowiązujących przepisów dotyczących budowy, a w szczególności:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (Jedn. tekst Dz.U. 0/2013, poz. 1409 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo Energetyczne (Jedn. tekst Dz.U. 0/2012 poz. 1059 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Jedn. tekst Dz.U. 178/2009 poz. 1380 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 roku o wyrobach budowlanych (Dz.U. 92/2004, poz. 881 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Jedn. tekst Dz.U. 0/2013, poz. 1232 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 75/2002 poz. 690 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 07 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 109/2010 poz. 719).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 roku w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. 124/2009 poz. 1030).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 roku w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 143/2007 poz. 1002 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Jedn. tekst Dz.U. 169/2003 poz. 1650 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 47/2003, poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 roku w sprawie bezpieczeństwa

i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 0/2013, poz.492).

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 roku w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. 120/2003 poz. 1126).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 93/2007 poz.623).

Obowiązujące normy

Przywołane w rozporządzeniu MI w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Inne normy

- PN-EN 60073:2003 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Zasady kodowania wskaźników i elementów manipulacyjnych.
- PN-EN 12464-2:2008 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy - Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz

Inne

Normy SEP:

- N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
- N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.

Ponadto należy stosować, o ile nie są sprzeczne z obowiązującymi przepisami i normami:

- "Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych"
- "Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych - tom V Instalacje elektryczne".

4. Zakres opracowania

Projekt w swym zakresie obejmuje: wewnętrzną linię zasilającą, rozdzielnicę nn, instalację oświetlenia podstawowego, instalację gniazd wtyczkowych, instalację gniazd siłowych, zasilanie wentylatorów dachowych, zasilanie pompy ciepła, zasilanie rozdzielaczy c.o., instalację odgromową, uziemiającą, system ochrony przeciwporażeniowej.

5. Zasilanie szaf sterowniczych

Zasilanie poszczególnych odbiorów z wolnych pól rozdzielni RG nN.

Do budynku technologicznego należy doprowadzić linie kablowe zasilające szafy sterownicze:

Szafa sterownicza centralna nr 1 – kabel YSTY 5x50mm², wkładka topikowa WT-00/gG 125A

Szafa sterownicza nr 2 – kabel YSTY 5x16mm², wkładka topikowa WT-00/gG 50A

Szafa sterownicza nr 3 – kabel YSTY 5x16mm², wkładka topikowa WT-00/gG 50A

Szafa sterownicza nr 4 – kabel YKY 5x25mm², wkładka topikowa WT-00/gG 63a

6. Rozbudowa rozdzielnic nN w pomieszczeniu 1.2

Istniejącą rozdzielnicę nN należy rozbudować o obwody zasilające pompę ciepła, sprężarkę oraz wentylatory.

Należy wykorzystać istniejące zabezpieczenia. Wymienić wyłącznik różnicowo-prądowy na 4P 63A 0,03A.

Schemat rozdzielnic po rozbudowie pokazano na rysunku E-05.

7. Instalacja oświetlenia podstawowego

Oświetlenie podstawowe pomieszczeń należy wykonać oprawami ze źródłami LED. Natężenia oświetlenia zgodnie z PN-EN 12464-1:2004 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach”.

Do obliczeń natężenia oświetlenia w pomieszczeniach technologicznych przyjęto 200lx zgodnie z normą Typ i rozmieszczenie opraw pokazano na rysunku nr E-01.

Instalację oświetleniową wykonać przewodami YDYżo 3/4/5x1.5mm układanymi w istniejących i projektowanych korytkach kablowych.

Na elewacji budynku zamontować oprawy żarowe zgodnie z załączonym rysunkiem.

8. Instalacja gniazd wtyczkowych

W pomieszczeniach zainstalować gniazda dla celów ogólnych i technologicznych.

Instalację wykonać przewodami YDYpżo 3x1,5 mm² - 750V i YDYżo 5x2,5 mm² - 750V, YKyżo 5x10mm²

Liczba gniazd przyłączonych do jednego obwodu nie powinna przekraczać 7, moc jednego obwodu nie większa niż 2kW.

9. Instalacja LAN

Do szafy sterowniczej nr 1 należy doprowadzić kabel Ethernet. W tym celu w punkcie dystrybucyjnego znajdującego się w budynku socjalno-technicznym należy ułożyć przewód światłowodowy. Przy szafie sterowniczej połączyć przewód światłowodowy z konwerterem SFP-RJ45. Z konwertera wyprowadzić kabel Ethernet kat. 6 i doprowadzić do szafy.

10. Trasy kablowe

Należy oddzielnie poprowadzić następujące instalacje:

- instalacje elektroenergetyczne nn,
- instalacje teletechniczne,

Przewody układać następująco:

W pomieszczeniach technicznych

- na korytkach i drabinkach kablowych,
- na uchwytach n/t,
- w rurkach n/t

z osprzętem natynkowym.

Do montażu osprzętu zastosować puszkę końcowe głębokie, przystosowane do przykręcania osprzętu śrubkami. Zastosować się do zasady prowadzenia tras przewodów elektrycznych w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów.

11. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako system zasilania dla prądu przemiennego przyjęto układ TN- S.

Zgodnie z PN-HD 60364, jako system ochrony od porażeń prądem elektrycznym zastosowano samoczynne wyłączenia zasilania, w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego bezpiecznego, z wykorzystaniem urządzeń ochronnych przetężeniowych i wyłączników różnicowo-prądowych, bardzo niskie napięcie bezpieczne oraz połączenia wyrównawcze.

Zastosowane wkładki bezpiecznikowe i wyłączniki samoczynne zapewnią dostatecznie szybkie, zgodne z normą, wyłączenie zasilania.

Przewody powinny posiadać oznaczenia barwne zgodne z normą.

Przewody oznaczono następująco:

- przewód neutralny N, barwą jasnoniebieską,
- przewód ochronny PE, kombinacją dwubarwną zielono-żółtą,

Przed oddaniem instalacji do eksploatacji dokonać sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, pomiarów rezystancji izolacji i pomiarów rezystancji uziemienia.

Samoczynne wyłączenie zasilania

Dostępne części przewodzące tj. części metalowe urządzeń, które wskutek uszkodzenia izolacji mogą znaleźć się pod napięciem, takie jak:

- metalowe obudowy silników, aparatów i urządzeń elektrycznych,
- kołki ochronne gniazd wtyczkowych,
- metalowe obudowy opraw,
- stalowe rury ochronne

Powinny zostać połączone z przewodem ochronnym. Przekrój połączenia nie powinien mniejszy niż najmniejszy przekrój przewodu ochronnego przyłączonego do części przewodzącej dostępnej.

12. Ochrona odgromowa

Budynek, dla którego wykonany został niniejszy projekt jest budynkiem parterowym. Po przeprowadzeniu analizy obiektu zdecydowano zainstalować urządzenie piorunochronne LPS klasy IV (ochrona odgromowa). Na budynku wykonać instalację odgromową. Jako uziomy naturalne należy wykorzystać metalowe podziemne części obiektu. Rezystancja uziemienia nie może być większa niż 10 ohmów. Do wykonania uziomu fundamentowego użyć płaskownika stalowego ocynkowanego FeZn 30x4 mm. Do wykonania zwodów zastosować drut ocynkowany o średnicy nie mniejszej niż 8mm². Połączenie przewodów odprowadzających i zwodów pionowych wykonać jako rozłączne - śrubowe, o gwincie M10. W miejscach pokazanych zwody pionowe połączyć z istniejącymi złączami kontrolnymi oraz wykonać nowe zgodnie z załączonym rysunkiem rzutu dachu. Od projektowanych złączy kontrolnych wykonać uziemienie otokowe i połączyć z istniejącym uziemieniem.

13. Sprawdzanie odbiorcze

Próby i badania pomontażowe

Przed oddaniem linii kablowych i instalacji do eksploatacji dokonać prowadzenia:

- zgodności wykonania z projektem i wymaganiami norm i przepisów,
- zgodności kabli, przewodów, urządzeń i osprzętu z wymaganiami norm lub dokumentów szczególnie pod względem bezpieczeństwa,
- czy nie występują widoczne uszkodzenia wpływające na pogorszenie bezpieczeństwa,
- obecność przegród ogniowych i innych środków zapobiegających rozprzestrzenianiu się pożaru i ochrony przed skutkami działania ciepła,
- dobór i nastawienie urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- dobór przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- oznakowania, znaków bezpieczeństwa i środków bezpieczeństwa.

Ze sprawdzenia, pomiarów i badań należy sporządzić protokół.

Sprawdzenia, badania i pomiary wykonać o zgodnie z normami:

- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie.
- N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.

Linie kablowe nn-0,4kV:

Uwagi ogólne i podstawowy zakres sprawdzenia przed oddaniem linii kablowej nn do eksploatacji zawarto w punkcie opisu.

Po zakończeniu sprawdzeń:

- sprawdzić zgodności faz oraz ciągłości żył roboczych i żył powrotnych,
- wykonać pomiary rezystancji izolacji żył kabla miernikiem o napięciu 2,5 kV.

Rozdzielnica nN:

Uwagi ogólne i podstawowy zakres sprawdzenia przed oddaniem instalacji nn do eksploatacji zawarto w punkcie opisu. Ponadto przed oddaniem rozdzielnic do eksploatacji dokonać sprawdzenia:

- działania rozłączników bezpiecznikowych w polach odpływowych rozdzielnic nn,
- działania rozłączników w polach zasilających rozdzielnic nn,
- stanu połączeń śrubowych w obwodach nn (szczególną uwagę zwrócić na podłączenie zacisków kablowych),
- poprawność działania zamknięć i osłon rozdzielnic nn,
- sprawdzić stan ochrony zrealizowanej za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania.

Po zakończeniu sprawdzeń wykonać:

- badanie rozłączników nn w tym oględziny, pomiar rezystancji i próby funkcjonalne.

Instalacje elektryczne wewnętrzne:

Uwagi ogólne i podstawowy zakres sprawdzenia przed oddaniem instalacji nn do eksploatacji zawarto w punkcie opisu.

Po zakończeniu sprawdzeń, wykonać następujące próby:

- sprawdzić ciągłość przewodów ochronnych, w tym połączeń wyrównawczych,
- wykonać pomiary rezystancji izolacji instalacji,
- sprawdzić stan ochrony zrealizowanej za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,
- wykonać próby działania,
- wykonać pomiar rezystancji uziemienia.

14. Obliczenia

14.1. Sprawdzenie doboru przewodów

14.1.1. Zasilanie Szafa sterownicza nr 1 z Rozdzielni RG:

Sprawdzono dobór kabla YSTY 5x50 o $I_{dd}= 200A$

Długość $L=50m$,

$$I_s = 92 A$$

$$I_s < I_{dd} \Rightarrow 92 A < 200 A - \text{warunek spełniony}$$

Spadek napięcia

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi \cdot 100}{\sigma \cdot s \cdot U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 92 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 100}{56 \cdot 50 \cdot 400} = 0,57 \%$$

14.1.2. Zasilanie Szafa sterownicza nr 2 z Rozdzielni RG:

Sprawdzono dobór kabla YSTY 5x16 o $I_{dd}= 109A$

Długość $L=50m$,

$$I_s = 31A$$

$$I_s < I_{dd} \Rightarrow 31 A < 109 A - \text{warunek spełniony}$$

Spadek napięcia

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi \cdot 100}{\sigma \cdot s \cdot U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 31 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 100}{56 \cdot 16 \cdot 400} = 0,6 \%$$

14.1.3. Zasilanie Szafa sterownicza nr 3 z Rozdzielni RG:

Sprawdzono dobór kabla YSTY 5x16 o $I_{dd}= 109A$

Długość $L=50m$,

$$I_s = 35A$$

$$I_s < I_{dd} \Rightarrow 35 A < 109 A - \text{warunek spełniony}$$

Spadek napięcia

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi \cdot 100}{\sigma \cdot s \cdot U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 100}{56 \cdot 16 \cdot 400} = 0,68\%$$

14.1.3. Zasilanie rozdzielnic 14BB

Sprawdzono dobór kabla YKY 5x25 o $I_{dd}=142A$

Długość $L=55m$,

$$I_s = 42A$$

$$I_s < I_{dd} \gg 42 A < 142 A - \text{warunek spełniony}$$

Spadek napięcia

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi \cdot 100}{\sigma \cdot s \cdot U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 42 \cdot 55 \cdot 0,8 \cdot 100}{56 \cdot 25 \cdot 400} = 0,57\%$$

14.2. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania w wymaganym czasie w układzie TN-S:

$$I_Z \geq k \cdot I_B$$

Do obliczeń przyjęto:

Moc transformatora: 60kVa

Napięcie zasilające $U_n = 2300/400 V$

2

14.2.1. Zwarcie w szafie sterowniczej nr 1:

$$R_Q \approx 0$$

$$X_Q = 0,97 \text{ m}\Omega$$

Transformator 15/0,4kV 630kVA

$$- R_T = 2,54 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = 11,1 \text{ m}\Omega$$

Szyna Trafo – Rozdzielnia RG

$$- R_{T_RG} = 17,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_{T_RG} = 31,0 \text{ m}\Omega$$

Linia kablowa YSTY 5x50 $L_1 = 50m$

$$- R_{L1} = 17,86 \text{ m}\Omega$$

$$X_{L1} = 4,1 \text{ m}\Omega$$

Dla zwarcia 3-fazowego:

Rezystancja obwodu zwarciego:

$$R_k = R_Q + R_T + R_{T_RG} + R_{L1} = 37,9 \text{ m}\Omega$$

Reaktancja obwodu zwarciego:

$$X_k = X_Q + X_T + X_{T_RG} + X_{L1} = 46,2 \text{ m}\Omega$$

Impedancja obwodu zwarciego:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = 59,8 \text{ m}\Omega$$

Dla zwarcia 1-fazowego

Wypadkowa impedancja obwodu zwarciego przy zwarcu 1-fazowym:

$$R_{kw1} = R_Q + R_T + R_{T_RG} + 1,24(R_{T_RG} + R_{L1} + R_{PEL1}) = 86 \text{ m}\Omega$$

$$X_{kw1} = X_Q + X_T + X_{T_RG} + X_{L1} + X_{L1PE} = 51,3 \text{ m}\Omega$$

Impedancja obwodu zwarciego:

$$Z_k = \sqrt{R_{kw1}^2 + X_{kw2}^2} = 100,1 \text{ m}\Omega$$

Prąd zwarcia 1-fazowego:

$$I_z = \frac{0,95 \cdot 230 \cdot 10^3}{100,1} = 2183 \text{ A}$$

Dobrano wkładkę topikową WT-00/gG 125A t=5s

$$I_w = k \cdot I_b = 5,7 \cdot 125 = 713 \text{ A}$$

$$\text{czyli } I_z = 2183 \text{ A} \geq 713 \text{ A}$$

14.2.2. Zwarcie w szafie sterowniczej nr 2:

$$R_Q \approx 0$$

$$X_Q = 0,97 \text{ m}\Omega$$

Transformator 15/0,4kV 630kVA	- $R_T = 2,54 \text{ m}\Omega$	$X_T = 11,1 \text{ m}\Omega$
Szyna Trafo – Rozdzielnia RG	- $R_{T_RG} = 17,5 \text{ m}\Omega$	$X_{T_RG} = 31,0 \text{ m}\Omega$
Linia kablowa YSTY 5x16 L1 = 50m	- $R_{L1} = 55,8 \text{ m}\Omega$	$X_{L1} = 4,6 \text{ m}\Omega$

Dla zwarcia 3-fazowego:

Rezystancja obwodu zwarcioviego:

$$R_k = R_Q + R_T + R_{T_RG} + R_{L1} = 75,9 \text{ m}\Omega$$

Reaktancja obwodu zwarcioviego:

$$X_k = X_Q + X_T + X_{T_RG} + X_{L1} = 46,7 \text{ m}\Omega$$

Impedancja obwodu zwarcioviego:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = 89,2 \text{ m}\Omega$$

Dla zwarcia 1-fazowego

Wypadkowa impedancja obwodu zwarcioviego przy zwarciu 1-fazowym:

$$R_{kw1} = R_Q + R_T + R_{T_RG} + 1,24(R_{T_RG} + R_{L1} + R_{PEL1}) = 180,1 \text{ m}\Omega$$

$$X_{kw1} = X_Q + X_T + X_{T_RG} + X_{L1} + X_{L1PE} = 53 \text{ m}\Omega$$

Impedancja obwodu zwarcioviego:

$$Z_k = \sqrt{R_{kw1}^2 + X_{kw2}^2} = 187,4 \text{ m}\Omega$$

Prąd zwarcia 1-fazowego:

$$I_z = \frac{0,95 \cdot 230 \cdot 10^3}{180,1} = 1164 \text{ A}$$

Dobrano wkładkę topikową WT-00/gG 50A t=5s

$$I_w = k \cdot I_b = 5,6 \cdot 50 = 280 \text{ A}$$

$$\text{czyli } I_z = 1164 \text{ A} \geq 280 \text{ A}$$

14.2.3. Zwarcie w szafie sterowniczej nr 4

$$R_Q \approx 0$$

$$X_Q = 0,97 \text{ m}\Omega$$

Transformator 15/0,4kV 630kVA

$$- R_T = 2,54 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = 11,1 \text{ m}\Omega$$

Szyna Trafo – Rozdzielnia RG

$$- R_{T_RG} = 17,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_{T_RG} = 31,0 \text{ m}\Omega$$

Linia kablowa YKY 5x25 L1 = 55m

$$- R_{L1} = 39,3 \text{ m}\Omega$$

$$X_{L1} = 4,8 \text{ m}\Omega$$

Dla zwarcia 3-fazowego:

Rezystancja obwodu zwarcioviego:

$$R_k = R_Q + R_T + R_{T_RG} + R_{L1} = 59,4 \text{ m}\Omega$$

Reaktancja obwodu zwarcioviego:

$$X_k = X_Q + X_T + X_{T_RG} + X_{L1} = 48 \text{ m}\Omega$$

Impedancja obwodu zwarcioviego:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = 76,4 \text{ m}\Omega$$

Dla zwarcia 1-fazowego

Wypadkowa impedancja obwodu zwarcioviego przy zwarciu 1-fazowym:

$$R_{kw1} = R_Q + R_T + R_{T_RG} + 1,24(R_{T_RG} + R_{L1} + R_{PEL1}) = 139,2 \text{ m}\Omega$$

$$X_{kw1} = X_Q + X_T + X_{T_RG} + X_{L1} + X_{L1PE} = 53 \text{ m}\Omega$$

Impedancja obwodu zwarcioviego:

$$Z_k = \sqrt{R_{kw1}^2 + X_{kw2}^2} = 139,2 \text{ m}\Omega$$

Prąd zwarcia 1-fazowego:

$$I_z = \frac{0,95 \cdot 230 \cdot 10^3}{100,1} = 1570 \text{ A}$$

Dobrano wkładkę topikową WT-00/gG 63A t=5s

$$I_w = k \cdot I_b = 4,9 \cdot 63 = 309 \text{ A}$$

$$\text{czyli } I_z = 1570 \text{ A} \geq 309 \text{ A}$$