

III. Projekt techniczny

1. Temat i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu technicznego pn. "Przebudowa domu ludowego, oświetlenie terenu boiska sportowego" w Kopydłowie, gmina Biała. Kategoria obiektu budowlanego: IX.

Zakres opracowania projektu obejmuje zaprojektowanie:

- demontaż starej instalacji,
- montaż opraw oświetleniowych LED,
- wymiany gniazdek na nowe,
- instalacji przeciwpożarowego wyłącznika prądu,
- instalacji oświetlenia awaryjnego, ewakuacyjnego,
- modernizacji rozdzielni głównej,
- instalacji odgromowej,
- instalacji fotowoltaiki na dachu domu ludowego,
- instalacji oświetlenia boiska sportowego.

2. Podstawa opracowania

Niniejszy projekt sporządzono w oparciu o następujące dokumenty i założenia:

- zlecenie od inwestora,
- aktualnie obowiązujące przepisy i najważniejsze normy;
 - PN-EN 12464-1:2012 „Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach”,
 - PN-HD 60364-5-52:2011 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Przewodowanie”,
 - PN-HD 60364-5-54:2011 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i przewody ochronne”,
 - PN-EN 62305-1:2011 „Ochrona odgromowa” - wszystkie części,
 - PN-HD 60364-6:2016-07 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie”,
 - PN-HD 60364-4-41:2017-09 „Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym”,
 - N SEP-E 004 „Elektroenergetyczne i Sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”,
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii,
- Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw,
- PN-EN 61730-1:2007. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
- PN-EN 61730-2:2007. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań,
- PN-EN 62108:2008. Moduły fotowoltaiczne oraz systemy z koncentratorami światła (CPV) – Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu,
- PN-EN 60904-4. Elementy fotowoltaiczne – Część 5: Procedura zapewnienia spójności pomiarowej przy kalibracji wzorcowych elementów fotowoltaicznych,
- PN-EN 60904-10. Elementy fotowoltaiczne – Część 10: Metody pomiaru liniowości,
- PN-EN 62109-1. Bezpieczeństwo konwerterów mocy w fotowoltaicznych systemach energetycznych – Część 1: Wymagania ogólne,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Prawo Energetyczne Dz. U. nr 54 poz. 348 z 1997 z późniejszymi zmianami.

3. Inwentaryzacja instalacji elektrycznej

Istniejąca instalacja elektryczna jest wykonana przewodami aluminiowymi w systemie TN-C. Brak jest ochrony przepięciowej i ochrony uzupełniającej. Istniejące przyłącze napowietrzne jest wykonane linkami aluminiowymi gołymi 4AL16mm² do stojaka ściennego i dalej YAKY 4x10mm². Złącze jest na zewnątrz budynku w metalowej skrzynce.

Zawiera ono trzy bezpieczniki instalacyjne BiWts 40A. Licznik energii czynnej bezpośredni jest w pomieszczeniu nr 9 w budynku. Od RG odchodzi WLZ do budynku świetlicy wiejskiej. Całą istniejącą instalację wewnętrzną wraz z osprzętem należy zdemontować i przekazać inwestorowi.

4. Przyłącze, pomiar i bilans mocy

Zaprojektowano wymianę odcinków kabli:

- przyłącza na typu YKY 4x16mm² od stojaka dachowego do złącza,
- włąz od złącza do szafki przeciwpożarowego wyłącznika prądu i dalej do licznika kablem YKY 4x10mm²,
- od licznika do RG kablem YKY 4x10mm².

Istniejąca moc przyłączeniowa $P_s=21\text{kW}$ z zabezpieczeniami 3x32A, jest wystarczająca na potrzeby obu budynków. Licznik pomiarowy energii czynnej należy wymienić na dwukierunkowy.

5. Ochrona od porażen i ochrona przeciwprzepięciowa

Ochrona podstawowa jest realizowana za pomocą izolowania części przewodzących prąd i za pomocą obudów wykonanych w I lub II klasie ochronności. Ochrona dodatkowa dla systemu TN-S jest realizowana przez samoczynne wyłączenie zasilania za pomocą wyłączników nadprądowych. Ochrona uzupełniająca jest realizowana za pomocą wyłączników różnicowo - prądowych wysokoczułych. Ochrona od przepięć jest realizowana za pomocą ograniczników przepięć typu SPD-T1+T2/4P/50kA. Wartość oporności uziomu dla RCD i ogranicznika przepięć nie może przekraczać $R_A \leq 10\Omega$.

6. Instalacja przeciwpożarowego wyłącznika prądu

PWP należy zlokalizować na zewnątrz budynku pod złączem napowietrznym. W jego skład wchodzi:

- plastikowa szafka odporna na UV i czynniki atmosferyczne,
- wyłączniki nadprądowe 3xS301 C6A,
- automatyczny przełącznik faz PF431,
- przycisk PWP z sygnalizacją optyczną,
- kabel ognioodporny HDGs PH90 5x1,5mm².

Elektrycznie PWP jest wpięty między złącze napowietrzne, a tablicę licznikową. Przycisk PPWP jest pod szafką PWP, obok drzwi wejściowych na wysokości 1,6m nad ziemią. Przycisk jest odpowiednio oznakowany. Przejścia przewodów należy uszczelnić masą niepalną.

7. Instalacja siły, gniazdek i oświetlenia

Instalacja siłowa oznaczona s1 dla zestawu gniazdowego 5x32A, jest wykonana kablem YKY 5x6mm² w rurze peszla pt. Zestaw jest montowany na wysokości 1,4m nad posadzką. Instalacja siłowa oznaczona s2 dla zestawu gniazdowego 5x32A na zewnątrz budynku, jest wykonana kablem YKY 5x4mm² w rurze peszla pt. Zestaw jest montowany na wysokości 1,4m nad posadzką. Gniazdko 230V są zasilane przewodami na 750V typu YDYp 3x2,5mm² pt. i są montowane na wysokości 1,2m nad posadzką. Oprawy oświetleniowe są zasilane przewodami na 750V typu YDYp 2,3x1,5mm pt., a łączniki są montowane na wysokości 1,2m nad posadzką. W pomieszczeniach sanitariatów należy zamontować wentylatorki w kratkach wentylacyjnych, podłączone do oświetlenia sanitariatu. Oprawy są następujących typów:

- Światłówkowe LED 2x18W, pomieszczenie nr 3.
- LED typu downlight 20W, pomieszczenie nr 1, 2.
- LED typu plafoniera 20W, pomieszczenie nr 4, 5,
- LED typu plafoniera 20W, o IP56, przystosowana do temperatur ujemnych, na dworze.

Ogrzewanie jest realizowane za pomocą grzejników konwektorowych i multisplitów jednofazowych.

8. Instalacja oświetlenia awaryjnego

Zasilana jest z osobnych obwodów rozdzielni RG, bez łączników. Wykonana jest przy użyciu opraw awaryjnych LED typu A 3W/1h z własnym inwerterem. Oprawy awaryjne zasilane są przewodami na 750V typu YDYp 3x1,5mm² i montowane do ścian i sufitów. Są uzupełnione o piktogramy ścieżek ewakuacyjnych. Wykaz opraw awaryjnych:

- LED awaryjne 3W/1h, w pomieszczeniach 1, 2, oznaczona jako aw.
- LED awaryjna 3W/1h, o IP56, przystosowana do temperatur ujemnych na dworze, oznaczona jako awz.

Po zaniku napięcia oprawy muszą zacząć świecić w czasie do 2 sekund. Urządzenia przeciwpożarowe np. hydranty muszą mieć natężenie oświetlenia minimum 5lx.

9. Oświetlenie boiska sportowego

Zgodnie z wytycznymi inwestora boisko ma pełnić funkcje treningowe i rekreacyjne. Systemem ochrony dodatkowej od porażenia oprawy na słupach jest samoczynne wyłączenie zasilania za pomocą wyłączników nadprądowych typu C, po dwa zabezpieczenia nadprądowe S301 C10A na słup. Oprawy na każdym słupie są zasilane z odrębnych faz dwoma przewodami YDY 3x2,5mm². Wszystkie słupy są uziemione za pomocą bednarki ocynkowanej FeZn 25x4mm połączonej z instalacją odgromową i główną szyną wyrównawczą sali widowiskowej. Kable zasilające słupy są typu YAKY 5x10mm². Są one ułożone we wspólnym wykopie z bednarką ocynkowaną, z zachowaniem minimalnych odległości. Kable ziemne do 1kV należy układać zgodnie z normą N SEP-E 004 „Elektroenergetyczne i Sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Fundamenty prefabrykowane żelbetowe pod słupy są typu F160. Słupy oświetleniowe od s1 do s4 są stalowe, walcowane proste o wysokości 12m i zawierają głowicę adaptacyjną dwuramienną. Na niej jest element konstrukcyjny wsporczy umożliwiający indywidualne obracanie i zmianę kąta pochylenia dwóch opraw naświetlaczy sportowych LED 400W. Oprawy muszą mieć możliwość ustawiania kierunku świecenia w poziomie i pionie. Przy doborze słupów należy uwzględnić obciążenie wiatrem i łączny ciężar naświetlaczy i konstrukcji, aby nie przekroczyć dopuszczalnego ciężaru podanego w DTR. Ze względu na usytuowanie boiska obok rowu z wodą słupy s1 i s2 są w pobliżu linii boiska. Ze względów bezpieczeństwa słupy muszą posiadać do wysokości 2m odbojnice z otuliną ochronną od urazów mechanicznych. Dodatkowo słup s4 musiał zostać przesunięty w kierunku północnym, aby uniknąć kolizji z istniejącym słupem linii napowietrznej nN, co wymusiło przesunięcie słupa s1 w celu zachowania symetrii oświetlenia ze słupem s4.

10. Instalacja odgromowa

Uziom budynku sali widowiskowej jest wykonany jako otokowy z bednarki ocynkowanej FeZn 25x4mm, ułożonej na głębokości 80cm, w odległości 1m od fundamentów budynku. Uziom ze złączem kontrolnym zk1 jest roboczym do RCD, SPD i głównej szyny uziemiającej. Złącza kontrolne zk2 do zk5 są złączami instalacji odgromowej. Są zamontowane w puszkach plastikowych w ociepleniu budynku na wysokości 40cm od ziemi. Przewody odprowadzające są wykonane z drutu ocynkowanego FeZn Φ 8mm, w rurach niepalnych odgromowych w ociepleniu budynku. Jako zwody w budynku służy metalowe pokrycie dachu połączone za pomocą złączek skręcanych z przewodami odprowadzającymi. Metalowe konstrukcje modułów fotowoltaiki połączono z drutem FeZn Φ 8mm na uchwytych odstępowych ze zwodami pionowymi kominów, konstrukcją pod moduły, przewodami odprowadzającymi i blachą dachu. Moduły są dodatkowo połączone przewodem wyrównawczym LgY16mm² z główną szyną uziemiającą. Korytka metalowe także są objęte połączeniami wyrównawczymi. Uziemienie robocze budynku świetlicy jest połączone z uziomem otokowym. Dodatkowo każdy ze słupów oświetleniowych jest uziemiony za pomocą bednarki FeZn, ułożonej w rowie kablowym.

11. Instalacja fotowoltaiki (PV)

Instalację PV jest w układzie on-grid i mocy 12,6kWp na domu ludowym i 4,05kWp na świetlicy wiejskiej, co łącznie daje 16,65kWp. Instalacja wykonana jest przy użyciu atestowanych modułów krzemowych monokrystalicznych o mocy 450W i optymalizatorów 450W. Moduły te są rozmieszczone na południowej połaci dachu, ze spadkiem 26%, zgodnie z opisem na rysunkach. Pozostałe parametry modułów i falownika są podane w specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych. W czasie zaniku napięcia w sieci napięcie na modułach maleje do 1V co daje 14V na każdym stringu, co jest wartością bezpieczną. Falownik „F1” ma parametry: moc AC 12,5kW, minimum 2 wejściach DC i minimum dwa trakery MPPT. Falownik jest zamontowany w pomieszczeniu technicznym nr 9 obok RG. Przewody DC są typu solarnego 4mm² w rurze peszla układane w korytkach metalowych na dachu, pt. w rurach peszla w ociepleniu i w pomieszczeniu w rurach peszla pt. Konstrukcje mocujące moduły muszą posiadać atesty i umożliwiać montaż modułów 10cm od dachu. Moduły są objęte połączeniami wyrównawczymi, wykonanymi przewodem żółto-zielonym typu LgY16mm². Łączenia przewodów należy wykonywać stosując złączki dedykowane MC4, posiadające atesty do fotowoltaiki. Falownik F1 wyłączy się przy braku napięcia w sieci oraz wewnętrzny wyłącznik zadziała przy wzroście temperatury powyżej 75°C i podczas zadziałania przeciwpożarowego wyłącznika prądu (brak napięcia AC). Rozdzielnia RDC zawiera rozłączniki bezpiecznikowe z bezpiecznikami DC 13A i ograniczniki przepięć warystorowo - iskiernikowe DC typu T1+T2. Rozdzielnia RAC znajduje się obok falownika i zawiera wyłącznik nadprądowy S303 B25A, ogranicznik przepięć warystorowy SPD/4P/25kA typu T2 (C) i wyłącznik RCD typu B lub A 100mA (jeżeli wymaga tego DTR falownika). Od RAC do RG biegnie kabel YKY 5x10mm² w peszlu pt. Rozdzielnie RDC i RAC muszą mieć klasę szczelności IP44 minimum oraz IK08.

Falownik wraz z rozdzielniami musi być zamontowany w pomieszczeniu wentylowanym, na podanej w DTR wysokości. Symulacja wykonana w programie specjalistycznym potwierdza właściwy dobór elementów instalacji PV.

12. Obliczenia skuteczności ochrony od porażeń

Do obliczeń wybrano zwarcie na lampie słupa s4 składający się z następujących kabli:

- Od RG do s4 wykonany kablem AL, $L = 130\text{m}$, $s = 10\text{mm}^2$,
- Przewód od s4 do oprawy na szczycie słupa s4 wykonany kablem Cu, $L = 10\text{m}$, $s = 2,5\text{mm}^2$,
- Zabezpieczenie S303 C20A.

$$R = 2 \cdot L / (\gamma \cdot s) \quad x = 2 \cdot x' \cdot L \quad z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$R_1 = 2 \cdot 130 / (36 \cdot 10) \quad x_1 = 2 \cdot 0,08 \cdot 0,130$$

$$R_1 = 0,7222 \Omega \quad x_1 = 0,0208 \Omega$$

$$R_2 = 2 \cdot 10 / (58,6 \cdot 2,5) \quad x_1 = 2 \cdot 0,08 \cdot 0,010$$

$$R_2 = 0,1365 \Omega \quad x_1 = 0,0016$$

$$z = 0,8590 \Omega$$

$$I_{wył} \leq I_{zw} \quad k \cdot I_N \leq U_F / z$$

$$10 \cdot 20 \leq 230 / 0,8590$$

$$200\text{A} \leq 267\text{A}$$

Warunki samoczynnego wyłączenia zasilania są spełnione.

13. Sprawdzenie spadków napięć

Do obliczeń wybrano obwód lamp słupa s4 składający się z następujących kabli:

- Od RG do s1 wykonany kablem AL, $L = 35\text{m}$, $s = 10\text{mm}^2$, $P_1 = 0,8\text{kW}$.
- Od s1 do s2 wykonany kablem AL, $L = 23\text{m}$, $s = 10\text{mm}^2$, $P_1 = 0,8\text{kW}$.
- Od s2 do s3 wykonany kablem AL, $L = 40\text{m}$, $s = 10\text{mm}^2$, $P_1 = 0,8\text{kW}$.
- Od s3 do s4 wykonany kablem AL, $L = 23\text{m}$, $s = 10\text{mm}^2$, $P_1 = 0,8\text{kW}$.

$$\Delta U_{\%} = P \cdot L \cdot 100 / (U \cdot s \cdot \gamma)$$

$$\Delta U_{\%} = ((100 \cdot 800) / (400^2 \cdot 36 \cdot 10)) \cdot [(23 + 40 + 23 + 35) + (40 + 23 + 35) + (23 + 35) + 35]$$

$$\Delta U_{\%} = 0,43\% \quad \Delta U_{DOP} = 8\%$$

$$0,43\% \leq 8\%$$

Spadek napięcia mieści się w normie.

14. Rozdzielnia RG

Rozdzielnia główna RG1 świetlicy znajduje się w pomieszczeniu nr 2 w rogu pomieszczenia. Wykonana jest w wersji podtynkowej jako 4x12 połowa. Wyposażona jest zgodnie z rysunkiem nr 2 rozdzielni. W rozdzielni znajduje się główna szyna uziemiająca. Złącze kontrolne uziomu jest osadzone w ociepleniu ściany w puszcze uziomowej, na wysokości 40cm nad ziemią. Od złącza do RG1 jest ułożony kabel typu LgY16mm². Rozdzielnię należy uzupełnić o ogranicznik przepięć SPD/3P/50kA/typu 1+2 połączoną z przewodem żółto-zielonym z kabla od falownika typu YKY5x10mm².

III. Część rysunkowa