

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

1. Strona tytułowa
2. Zawartość opracowania
3. Opis techniczny
4. Układ pomiarowy
5. Obliczenia techniczne
6. Załączniki
 - Obliczenia natężenia oświetlenia
 - Uprawnienia projektanta i sprawdzającego
 - Zaświadczenie ŚOIIB w Katowicach
7. Rysunki

Plan zagospodarowania terenu 1: 500	rys. nr 1
Schemat zasilania	rys. nr 2
Schemat ideowy DMX	rys. nr 3
Schemat elektryczny RM4	rys. nr 4
Schemat elektryczny RM3	rys. nr 5
Schemat elektryczny RM2	rys. nr 6
Schemat elektryczny RM1	rys. nr 7
Schemat elektryczny RAM4	rys. nr 8
Schemat elektryczny RAM3	rys. nr 9
Schemat elektryczny RAM2	rys. nr 10
Schemat elektryczny RAM1	rys. nr 11
Schemat zasilania zestawu gniazd	rys. nr 12
Widok masztu	rys. nr 13
Schemat złącza zasilania telebimu	rys. nr 14
8. Dokumentacja związana
 - Tom II Konstrukcja masztów
 - Tom III Konstrukcja fundamentów

CZĘŚĆ OPISOWA

3. Opis techniczny

3.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonania nowego oświetlenia stadionowego na torze żużlowym kompleksu Gołęcin przy ul. Warmińskiej 1 w Poznaniu; działka nr 18/2.

3.2. Zakres opracowania

Zakresem opracowania objęto:

- Słupy oświetleniowe $H_{\text{słupa}}=31,3\text{m} + 4\text{m}$ iglica odgromowa
- Linie kablowe ziemne zasilania podstawowego
- Linie kablowe ziemne zasilania rezerwowego
- Linie kablowe sterowania oświetleniem
- Montaż i podłączenie opraw typu LED 1200W
- Złącze do przyłączenia agregatu prądotwórczego
- Złącza z gniazdami
- Pośredni układ pomiarowy
- System sterowanie oświetleniem DMX
- Telebim
- Ochronę przepięciową
- Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

3.3. Podstawa opracowania

Niniejsza dokumentacja została opracowana na podstawie:

- ◆ Umowy zawartej z Inwestorem;
- ◆ Podkłady geodezyjne 1: 500
- ◆ Oględzin obiektu na miejscu,
- ◆ Obowiązujące przepisy i normy, a w szczególności:
 - Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych – wydanie IV aktualizowane, Warszawa 1997
 - PN – IEC 60364-4-41 – ochrona przeciwporażeniowa;
 - PN – IEC 60364-4-442 – ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi;

- PN – IEC 60364-5-54 – uziemienia i przewody ochronne;
- PN – E-05100-1 – Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa;
- N SEP – E-003 – Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa;
- N SEP – E-004 – Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa;
- N SEP – E-0001 – Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwprzepięciowa;
- PN-EN 62305-3:2009- Ochrona odgromowa. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn.21.04.2006r. w sprawie ochrony przeciwporażeniowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów;
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. Ustaw nr 93/2007,poz.63)

3.4. Zasilanie

W ramach zasilania projektowanych urządzeń na kompleksie Gołęcin przewiduje się dostosowanie istniejącej stacji transformatorowej zlokalizowanej na działce nr 18/2. W zakres wchodzi wymiana istniejącego transformatora w budynku stacji transformatorowej na nowy transformator trójfazowy suchy wewnętrzny o mocy 630kVA, dostosowanie pośredniego układu pomiarowego z wymianą przekładników oraz budowę rozdzielni RNN1 wraz z liniami zasilającymi.

Dla zasilania oświetlenia stadionu przewidziano odpływy 1 - 5 służące do zasilania części podstawowej oświetlenia przez rozdzielnice w słupach RM1, RM2, RM3, RM4 oraz do zasilania rozdzielnicy R-AM służącej do zapewnienia

części rezerwowej oświetlenia przez rozdzielnice w słupach RAM1, RAM2, RAM3, RAM4.

Rozdzielnica R-AM wyposażona będzie w przełącznik umożliwiający wybór zasilania części oświetlenia z sieci energetycznej lub ze złącza ZK-AG dostosowanego do podłączenia przenośnego agregatu prądotwórczego o mocy 200kVA. Przełącznik w pozycji 1 umożliwia oświetlenie stadionu bez agregatu prądotwórczego. W pozycji 2 część oświetlenia boiska będzie zasilana ze złącza ZK-AG przewidzianego do podłączenia przewoźnego agregatu prądotwórczego. Rozdzielnicę R-AM należy odpowiednio zasilić kablami typu YAKXS 5x1x120mm² z istniejącej rozdzielnicy RNN1 stacji transformatorowej pole nr 5 oraz z projektowanego złącza ZK-AG. W tym celu w polu nr 5 oraz w złączu ZK-AG zabudować rozłączniki listwowe NSL2 i wyprowadzić kable YAKXS 5x1x120mm² do projektowanej rozdzielnicy R-AM. Kable ze złącza ZK-AG prowadzić w całości w rurze ochronnej QRG160.

Z odpowiednich pól rozdzielnicy RNN1 należy wyprowadzić następujące linie kablowe typu:

- 1 – YAKXS 5x95mm² do rozd. słupowej RM1
- 2 – YAKXS 5x1x150mm² do rozd. słupowej RM2
- 3 – YAKXS 5x120mm² do rozd. słupowej RM3
- 4 – YAKXS 5x70mm² do rozd. słupowej RM4
- 5 – YAKXS 5x50mm² do telebimu
- 6 – YAKXS 5x70mm² do zest. gniazd
- 7 – YAKXS 5x35mm² do wieży sędziowskiej

Z odpowiednich pól rozdzielnicy R-AM należy wyprowadzić następujące linie kablowe typu:

- 1 – YAKXS 5x35mm² do rozd. słupowej RAM1
- 2 – YAKXS 5x70mm² do rozd. słupowej RAM2
- 3 – YAKXS 5x50mm² do rozd. słupowej RAM3
- 4 – YAKXS 5x35mm² do rozd. słupowej RAM4

Schemat rozdzielnicy RNN1, R-AM i układu zasilania pokazano na rysunku nr 2. Kable ziemne prowadzone będą po trasie wskazanej na planie zagospodarowania terenu tj. rys. nr 1. Przejście pod istniejącą trybuną zostanie

zrealizowane metodą przewiertu sterowanego z wykorzystaniem rur osłonowych typu QRG110.

Kable w miejscach kolizji tj. przy skrzyżowaniu i zbliżeniu, w miejscach utwardzonych tj. pod chodnikami i drogą dojazdową zabezpieczone zostaną rurami ochronnymi odpornymi na obciążenie transportowe.

3.4.1. Zasilanie masztów oświetlenia płyty boiska

Dla oświetlenia zewnętrznego płyty boiska projektuje się posadowienie masztów oświetleniowych $H_{\text{stupa}}=31,3\text{m}$ ($24,3\text{m} + 7\text{m}$ głowica pochylona $150^\circ + 4\text{m}$ iglica odgromowa) pod 52 szt. naświetlaczy (48 sztuki na boisko + 4 sztuki na trybuny) o przyjętej numeracji M1, M2, M3, M4. Lokalizację masztów oraz trasę projektowanego zasilania pokazano na planie zagospodarowania terenu tj. rys. nr 1.

Projektowane oświetlenie zasilane będzie z istniejącej rozdzielni RNN1 i R-AM stacji transformatorowej zlokalizowanej na terenie kompleksu Gołęczin.

Poszczególne oprawy od zasilaczy zlokalizowanych w dolnej części masztów oświetleniowych do opraw na koronie masztów należy zasilić kablami typu YKY 3x2,5

Wewnątrz masztów zabudować rozdzielnice RM i RAM. Schematy rozdzielnic pokazano na rys. nr 4,5,6,7,8,9,10,11.

3.4.2. Zasilanie telebimu

Projektuje się zasilanie do telebimu zlokalizowanego na istniejącym budynku w miejscu obecnie zainstalowanej tablicy wyników. Zasilanie będzie realizowane z pola nr 6 w rozdzielni RNN1 kablem typu YAKXS $5 \times 50\text{mm}^2$. Lokalizację telebimu oraz trasę projektowanego zasilania pokazano na planie zagospodarowania terenu tj. rys. nr 1.

3.4.3. Zasilanie zestawów gniazd

Projektuje się zasilanie do 5 zestawów gniazd wokół stadionu. Projektowane zestawy będą występować w następujących konfiguracjach 1x (zestaw 1x 3f 63A, 1x 3f 32A, 4x 1f 16A) oraz 1x (zestaw 1x 3f 32A, 4x 1f 16A). Zasilanie będzie realizowane z pola nr 7 w rozdzielni RNN1 kablem typu

YAKXS 5x70mm² do pierwszego złącza nr ZK-GN4, a następnie do kolejnych zestawów kablami typu YAKXS 5x35mm². We wszystkich projektowanych złączach zainstalowane zostaną zabezpieczenia różnicowoprądowe oraz zabezpieczenia nadmiarowo prądowe dostosowane do poszczególnych odplywów. Lokalizację zestawów gniazd oraz trasę projektowanego zasilania pokazano na planie zagospodarowania terenu tj. rys. nr 1.

3.4.4. Zasilanie wieża sędziowska

W związku z planowanym zwiększeniem ilości zasilanych urządzeń w istniejącej wieży sędziowskiej projektuje się nowe zasilanie realizowane z pola nr 8 w rozdzielni RNN1 kablem typu YAKXS 5x35mm². Projektowany kabel zasilający należy wpiąć do istniejącego złącza zasilającego wieżę sędziowską. Istniejący kabel zasilający należy obustronnie wypiąć oraz unieczynnić. Lokalizację wieży sędziowskiej oraz trasę projektowanego zasilania pokazano na planie zagospodarowania terenu tj. rys. nr 1.

3.5. Posadowienie kontenera agregatu

W celu zapewnienia zasilania rezerwowego projektuje się złącze kablowe ZK-AG przystosowane do podłączenia przenośnego agregatu prądotwórczego o mocy 200kVA. Złącze ZK-AG zlokalizowane będzie przy utwardzonej części parkingowej przy istniejącej stacji transformatorowej na działce nr 18/2 w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1. Lokalizację złącza ZK-AG oraz miejsce na posadowienie przenośnego agregatu prądotwórczego pokazano na planie zagospodarowania terenu tj. rys. nr 1.

3.6. Budowa linii kablowej 1 kV

Kable w rowach kablowych układać należy na głębokości 0,8 m na 10 cm podsypce z piasku, z przykryciem 10 cm warstwą piasku, następnie rów zasypać 15 cm warstwą przesianego gruntu rodzimego i ułożyć folię PVC koloru niebieskiego, a następnie zasypać gruntem rodzimym. Poszczególne warstwy piasku i ziemi w rowie kablowym należy zagęszczać.

Zagęszczanie wykonać następująco: po nasypaniu warstwy piasku na dnie rowu zagęścić go do grubości 10 cm, ułożyć kabel, nasypać warstwę

piasku i zagęścić ją do 10 cm, nasypać warstwę przesianego rodzimego gruntu i zagęścić ją do grubości 15 cm, ułożyć folię nasypać kolejne 10 cm, 15 cm warstwy gruntu rodzimego i zagęszczać.

Przy układaniu kabli należy stosować normę N-SEP-E-004. W miejscach skrzyżowania kabli z terenami trwale utwardzonymi należy stosować rury ochronne. Przejście pod istniejącą trybuną zostanie zrealizowane metodą przewiertu sterowanego z wykorzystaniem rur osłonowych.

Dla linii niskiego napięcia należy stosować rury koloru niebieskiego. Kable przed zasypaniem podlegają odbiorowi oraz wymagają wykonania inwentaryzacji geodezyjnej, kabel nie zinwentaryzowany geodezyjnie nie może być odebrany i nie może być przekazany do eksploatacji. Przed zasypaniem należy wykonać wszystkie próby wymagane przepisami. Przy złączu, agregacie oraz w miejscu wejścia kablami do masztów zostawić zapas kabla 1m.

Wszelkie prace w pobliżu istniejącego uzbrojenia należy prowadzi pod nadzorem zainteresowanych służb.

3.7. Instalacja uziemiająca i odgromowa

Maszty oświetleniowe M1, M2, M3, M4 należy uziemić. W tym celu wykorzystać siatkę fundamentu oraz bednarkę ocynkowaną FeZn 25x4. Bednarkę przymocować w dwu miejscach. W celu możliwości wykonywania okresowych pomiarów kontrolnych rezystancji uziemienia konieczne jest zastosowanie zacisków (złącz) probierczych w miejscu połączenia przewodów odprowadzających z uziomem obiektu zapewniających możliwość ich rozłączania za pomocą narzędzi.

Instalację odgromową stanowi konstrukcja słupa, uziemienie słupa wraz z iglicą. Wymagane uziemienie to 10Ω.

3.8. Ochrona p. pożarowa

Nie dotyczy.

3.9. Sterowanie oświetleniem

Sterowanie oświetleniem odbywać się będzie z pomieszczenia spikera, gdzie zainstalowany zostanie sterownik. Sterowanie odbywać się będzie

za pomocą interfejsu z zaprogramowanymi scenami świetlnymi. Schemat sieci sterowania oświetleniem DMX pokazano na rys. nr 3. W poszczególnych rozdzielnicach masztowych zainstalowane zostaną splittery DMX. Jedno wyjście splittera służy do podłączenia max. 32 opraw. Jako okablowanie projektuje się kabel DMX typu FTPw 4x2x0,5. Kabel układać w projektowanej kanalizacji kablowej RHDPE 110/6,3. W pomieszczeniu spikera, oraz w słupach kabel prowadzić w rurce RL 20.

3.10. Oświetlenie

Projekt oświetlenia stadionu żużlowego w Poznaniu zakłada montaż 4 nowych masztów oświetleniowych o wysokości 31,3m, a na nich nowoczesnych projektorów LED oraz ich odpowiednie ukierunkowanie, w celu uzyskania parametrów oświetleniowych jak dla rozgrywek I Ligii Żużlowej, tj osiągnięcie wartości minimalnej natężenia horyzontalnego $E_h \min \geq 1200$ luxów na torze oraz $E_h \min \geq 900$ lx. na płycie oraz linii ustawienia zawodników.

Do obliczeń oświetleniowych zostanie przyjęty współczynnik utrzymania 0,90. Zastosowane zostaną nowoczesne projektory oświetleniowe LED o mocy 1200W, o konstrukcji rotosymetrycznej, wyposażone w zewnętrzne elektroniczne układy zasilające oraz możliwość sterowania sygnałem DMX. Zewnętrzne układy zasilające będą zainstalowane wewnątrz trzonów masztów.

Zastosowane zostaną oprawy LED posiadające stopień szczelności min. IP66 oraz odporność na uderzenia o stopniu min. IK08 oraz możliwą temperaturę pracy (T_a) od -35 oC do +45 oC.

Ponadto oprawy będą posiadać:

Temperaturę barwową LED T_k 5700 oK

Współczynnik oddawania barw CRI (R_a) > 80

Współczynnik migotania FF max. 2%

W celu osiągnięcia ww parametrów na torze i płycie, zostanie zastosowane 208 szt. opraw (po 52 szt. na każdym maszcie).

Na potrzeby doświetlenia linii ustawienia zawodników (4 kolorowe pola), zostanie zamontowany jeden dodatkowy słup $h=12\text{m}$ z 4 oprawami o mocy 600W.

W parku maszyn istniejące 40 opraw pod dachem należy wymienić na nowe 300W oprawy w technologii LED oraz należy zamontować dodatkowe nowe 11 opraw w technologii LED o mocy 300W na nowych konstrukcjach wsporczych.

Ze względów konstrukcyjnych masztów waga zastosowanej oprawy LED nie może być większa niż 18,5 kg. Powierzchnia naporu wiatru zastosowanego projektora dla kąta podniesienia 70 stopni nie powinna być wyższa niż $Scx\ 0,20\ \text{m}^2 / 70^\circ$. Waga układu zasilającego nie powinna być większa niż 5,6 kg.

Projekt przewiduje również system sterowania oprawami stadionowymi za pomocą sygnału DMX.

Wykonawca zobowiązany będzie do złożenia obliczeń oświetleniowych potwierdzających spełnienie wymogów oświetleniowych oraz karty katalogowej zastosowanej oprawy potwierdzającej jej parametry techniczne nie gorsze niż wymienione w niniejszym projekcie.

UWAGA!

Wszystkie produkty zastosowane w niniejszym projekcie, jak również podane parametry techniczne tych produktów określają wymagane przez Zamawiającego minimalne oczekiwania co do jakości tych wyrobów, które mają być użyte podczas realizacji. Wykonawca może zastosować produkty równoważne, przez które rozumie się takie, które posiadają parametry techniczne i jakościowe nie gorsze od tych wskazanych w niniejszym projekcie oraz w załącznikach.

Na wykonawcy spoczywa ciężar wskazania „równoważności”. Poprzez „równoważność” rozumie się nie tylko udowodnienie, że zastosowane produkty posiadają parametry nie gorsze od tych wskazanych w niniejszym projekcie i załącznikach, ale również poprzez przedstawienie Zamawiającemu i projektantowi obliczeń oświetleniowych potwierdzających osiągnięcie parametrów oświetleniowych nie gorszych od tych wskazanych w projekcie i jego załącznikach. Do obliczeń należy przyjąć takie same parametry (współczynniki utrzymania, współczynniki odbić, ilości i pozycje kamer,

lokalizację opraw, ilość punktów kalkulacyjnych itd.) jakie zostały zastosowane do obliczeń zawartych w dokumentacji.

3.11. Telebim

Zaprojektowano system prezentacji obrazu oraz wyników na stadionie żużlowym składający się z ekranu LED (telebimu) o powierzchni nie mniejszej niż 36 m². Telebim będzie składać się z co najmniej 40 kabinetów ułożonych w konfiguracji 8x5. W celu uzyskania jak najlepszej jakości obrazu projektuje się zastosowanie kabinetów, w których odległość między pikselami nie będzie większa niż 10 mm (Pixel Pitch). W takiej konfiguracji całkowita wielkość telebimu nie powinna przekraczać: 7,68 metrów szerokości i 4,8 metrów wysokości, a rozdzielczość ekranu nie może być niższa niż: 768x480 pikseli. Ze względu na fakt, że telebim będzie zamontowany na zewnątrz jego siła światła powinna być nie mniejsza niż 6000 cd/m². Telebim będzie zamontowany do specjalnie przygotowanej konstrukcji, która powinna być przystosowana do wagi oraz wymiarów telebimu wraz z uwzględnieniem rozstawu śrub mocujących w poszczególnych kabinetach. Telebim będzie zlokalizowany w miejscu, w którym jest zamontowana dotychczasowa tablica wyników. W związku z różnymi wymiarami telebimu i istniejącej konstrukcji niezbędne będzie zamontowanie dodatkowej podkonstrukcji umożliwiającej zamontowanie kabinetów. Projektuje się montaż podkonstrukcji do istniejącego budynku w miejscu wskazanym na PZT. W przypadku braku możliwości montażu konstrukcji wsporczej do istniejącego budynku należy przewidzieć dodatkową konstrukcję wsporczą zamontowaną przed istniejącym budynkiem.

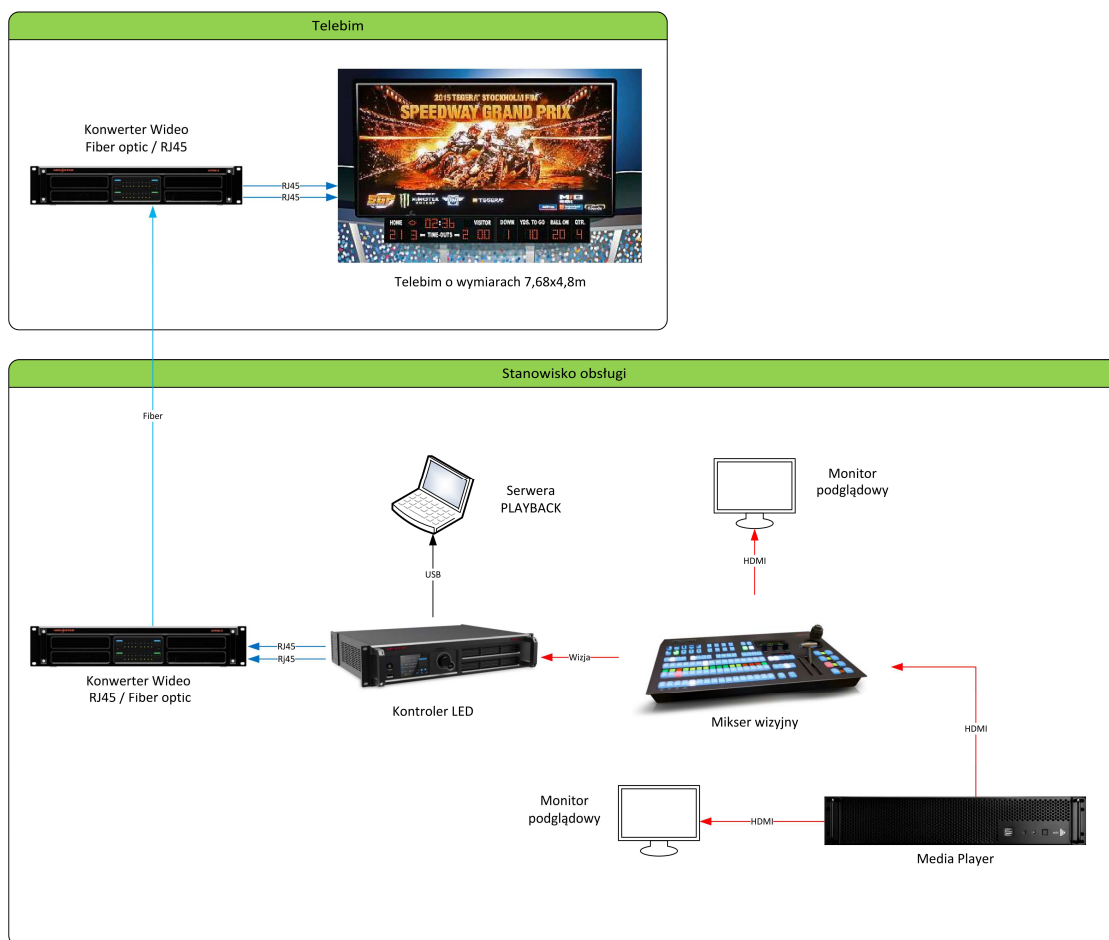
Aby obraz mógł być wyświetlany na telebimach należy zastosować kontroler LED. Głównym zadaniem kontrolera będzie kontrolowanie stanu pracy telebimów oraz kontrolowanie poprawnego wyświetlania przesyłanego obrazu na telebim. Projektowany kontroler powinien być wyposażony w specjalne karty nadawcze wyposażone w co najmniej 2 złącza typu RJ45 umożliwiające przesyłanie obrazu bezpośrednio do telebimu poprzez okablowanie miedziane typu „skrętka”. Karty nadawcze muszą być kompatybilne z kartami odbiorczymi umieszczonymi w kabinetach telebimu. Ze względu na duże odległości między telebimem, a kontrolerem niezbędne jest zastosowanie transceiverów zamieniających sygnał elektryczny (poprzez złącza RJ45) na sygnał optyczny

(poprzez złącza światłowodowe) oraz odbiorników umożliwiających zmianę sygnału w drugą stronę.

W celu zarządzania sygnałami niezbędne jest zastosowanie miksera wizyjnego. Mikser wizyjny będzie zarządzał sygnałami i treściami wyświetlanymi na telebimach. Do miksera będą podłączone wszystkie urządzenia wizyjne przewidziane jako źródła obrazu. Jednym z takich źródeł będzie jednostka serwera PLAYBACK. Jednostka ta to komputer, na którym zainstalowane będą oprogramowania do zarządzania kontrolerem LED oraz oprogramowanie do kontroli miksera wizyjnego. Dodatkowo komputer ten będzie służył do wyświetlania klipów wideo. Podgląd źródeł obrazów jest dostępny dla realizatora na dwóch monitorach zamontowanych na ruchomych uchwytych stołowych przymocowanych do blatu stołu. Realizację obsługiwanej imprezy będzie można nagrać i archiwizować, aby np. wykorzystać ją później w celach reklamowych. W tym celu system będzie wyposażony również w nagrywarkę/odtwarzacz wideo podłączony do miksera za pomocą przewodów SDI. Dzięki temu urządzeniu będzie możliwe rejestrowanie obrazu z miksera wizyjnego na dwóch dyskach SSD. W systemie zastosowano również deembedder sygnału audio, umożliwiając wyodrębnienie pojedynczego kanału audio z dowolnego cyfrowego sygnału źródłowego HD-SDI i wysłanie go w formie analogowej do reżyserki audio. Takie rozwiązanie umożliwia odtwarzanie obrazu na telebimach wraz z dźwiękiem na głośnikach stadionowych.

Uzupełnieniem systemu będzie oprogramowanie/urządzenie zapewniające możliwość obsługi zawodów drużynowych 15-biegowych oraz zawodów indywidualnych. Przykładowo - wyświetlenie zapowiedzi meczu (logo drużyn, czas rozpoczęcia); Wyświetlenie składów drużyn (w formie tabeli); prezentacji zawodników i trenera (każdy zawodnik na osobnej planszy, imię i nazwisko, zdjęcie, data urodzenia); zapowiedzi biegu (z logiem sponsora); składu biegu (pozycje startowe, kolory kasków); informacji o zmianie/wykluczeniu/defekcie zawodnika; wyniku i czasu biegu; aktualnego wyniku meczu oraz na koniec meczu - wyświetlenie wyników zawodników (suma punktów dla każdego). Na telebimie mają być również wyświetlane treści reklamowe oraz musi być przystosowany do obsługi innych zawodów.

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęczin w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2



Uwaga

Wykonawca ma obowiązek dostarczyć ekspertyzę dotyczącą możliwości mocowania konstrukcji wsporczej do istniejącego budynku. Projektowana konstrukcja wsporcza musi być poparta obliczeniami. W przypadku braku możliwości montażu konstrukcji wsporczej do istniejącego budynku należy przedstawić projekt konstrukcji wsporczej do montażu przed istniejącym budynkiem.

3.12. Ochrona przepięciowa

We wszystkich projektowanych szafach RM i RAM zainstalowane zostaną ograniczniki przepięć na napięciu 0,4kV.

3.13. Kompensacja mocy biernej

Na etapie projektu nie przewidziano żadnych urządzeń do kompensacji mocy biernej, należy stosować urządzenia i oprawy z wewnętrznymi modułami kompensacji mocy biernej.

Decyzja o zastosowaniu baterii kondensatorów, stateczny i właściwy dobór urządzeń powinien nastąpić na etapie uruchomienia instalacji obiektu po przeprowadzeniu wiarygodnych pomiarów mocy czynnej i biernej oraz widma wyższych harmoniczných w miejscu pracy baterii kompensacyjnej. W przypadku stwierdzenia że należy zainstalować dodatkową kompensację mocy biernej należy zainstalować baterie i podłączyć je bezpośrednio do odpowiednich sekcji.

3.14. Ochrona przeciwporażeniowa.

Jako ochronę przeciwporażeniową zastosowano:

- ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa);
- ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa);

Jako dodatkowy środek ochrony przeciwporażeniowej zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania realizowane przez bezpieczniki topikowe w rozdzielni nN stacji transformatorowej oraz w złączach.

Dodatkowo w celu ochrony przed porażeniem w instalacji zastosowano:

Urządzenia klasy ochronności II - do urządzeń tych nie podłączać przewodu PE;

Dla realizacji układu TN – S należy w RG obiektów przyłączanych rozdzielić przewód PEN na PE i N.

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim zapewnia rodzaj zastosowanej aparatury i urządzeń. W normalnych warunkach żadna część obwodu będąca pod napięciem nie jest dostępna, co zapewnia izolacja robocza i zastosowana obudowa urządzeń.

Ochronę przed dotykiem pośrednim uzyskano przez samoczynne wyłączenie zasilania odbiornika z czasem krótszym od 0,4s, co uzyskano przez dobór przewodów o odpowiednim przekroju oraz urządzeń wyłączających .

Dobór przewodów i urządzeń wyłączających został dokonany w oparciu o wyliczenie prądów zwarcia jednofazowego z uwzględnieniem impedancji pętli zwarciowej do źródła zasilania włącznie.

Powyższe wielkości prądowe zostały odniesione do charakterystyk pasmowych prądowo – czasowych wyłączników typu S–300. Przewody ochronne PE należy połączyć z obudowami metalowymi i rurociągiem tworząc sieć przewodów wyrównawczych.

Po wykonaniu instalacji należy wykonać pomiary kontrolne potwierdzające skuteczność zastosowanej ochrony przeciwporażeniowej.

3.15. Uwagi końcowe

Wszystkie roboty wykonać zgodnie z niniejszym projektem oraz obowiązującymi przepisami i normami. Wykopy pod linie kablowe wykonać ręcznie i pod nadzorem zainteresowanych instytucji. Uzyskanie pozwolenia na budowę stanowi podstawę do realizacji inwestycji;

Roboty musi odebrać przedstawiciel inwestora;

Zgodnie z art. 27 ustawy z dnia 17 maja 1989r. „Prawo Geodezyjne i Kartograficzne” b (Dz. U. Nr 20, poz. 163) przed przystąpieniem do realizacji inwestycji Inwestor zobowiązany jest zlecić do jednostki wykonawstwa geodezyjnego upoważnionej do wykonania robót geodezyjnych następujące prace;

-wytyczenie w terenie elementów projektowanych urządzeń; pomiary powykonawcze, inwentaryzacja w przypadku urządzeń podziemnych przed ich zasypaniem

Po wykonaniu wszystkich prac należy sporządzić protokoły badań i pomiarów.

Prace mogą wykonać tylko osoby o odpowiednich kwalifikacjach, zgodnie z Dz. Ustaw nr. 54, ustawa z dn. 10 kwietnia 1997 r. „Prawo Energetyczne”.

Wymagania kwalifikacyjne dla osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci energetycznych określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 1998r.

W instalacji odbiorcy należy stosować postanowienia Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14. 12. 1994r. Dz. U. Nr. 10 & 183 z 1995r. tj.

- oddzielny przewód ochronny i neutralny
- wyłączniki nadmiarowe w obwodach odbiorczych
- połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji i konstrukcji budynku
- zasadę prowadzenia tras przewodów elektrycznych w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów
- żyły przewodów elektrycznych o przekroju 10 mm, wykonane wyłącznie z miedzi
- urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej

Zgodnie z prawem Budowlanym (Dziennik Ustaw RP nr89 z 25 sierpnia 1994r.) przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie.

Za dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie uznaje się wyroby, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami wydano:

- certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie polskich norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych,
- deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z polską normą lub aprobatą techniczną (w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono polskiej normy), jeżeli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa.

4. Układ pomiarowy

4.1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt pośredniego układu pomiaru energii elektrycznej do istniejącej stacji transformatorowej nr K-316/E dla zasilania obiektu sportowego Gołęczin zlokalizowanego w Poznaniu przy ul. Warmińskiej w związku ze zwiększeniem mocy przyłączeniowej.

4.1.2. Zakres opracowania

Zakresem opracowania objęto:

- pośredni układ pomiaru energii elektrycznej

4.1.3. Podstawa opracowania

Niniejsza dokumentacja została opracowana na podstawie:

- ◆ Umowy zawartej z Inwestorem;
- ◆ Warunki techniczne przyłączenia wydane przez ENEA Operator sp. Z o.o.
- ◆ Oględzin obiektu na miejscu,
- ◆ Obowiązujące katalogi standardów wykonania sieci i stosowania urządzeń w ENEA Operator sp. Z o.o.
- ◆ Obowiązujące przepisy i normy, a w szczególności:
 - Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych – wydanie IV aktualizowane, Warszawa 1997
 - PN – IEC 60364-4-41 – ochrona przeciwporażeniowa;
 - PN – IEC 60364-4-442 – ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi;
 - PN – IEC 60364-5-54 – uziemienia i przewody ochronne;
 - PN – E-05100-1 – Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa;
 - N SEP – E-003 – Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa;
 - PN – E-05115:2002 – Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV;
 - N SEP – E-004 – Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa;
 - N SEP – E-0001 – Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwprzepięciowa;
 - PN– EN 61330: 2001 - Prefabrykowane stacje transformatorowe wysokiego napięcia na niskie napięcie.
 - PN–EN 62305-3:2009- Ochrona odgromowa. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
 - Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690).

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęczin
w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn.21.04.2006r. w sprawie ochrony przeciwporażeniowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów;
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. Ustaw nr 93/2007,poz.63)

4.1.4. Dane energetyczne

Napięcie zasilania	15/0,4/0,23 [kV]
Moc szczytowa Ps	400 [kW]
rodzaj linii	kablowa
typ przewodów SN: kablowa	ISTNIEJĄCA;
Układ sieci SN	sieć uziemiona przez dławik
Ochrona przeciwporażeniowa	uziemienie ochronne (SN)

4.1.5. Stacja transformatorowa

4.1.5.1. Wstęp

Istniejąca stacja transformatorowa nr K-316/E zlokalizowana jest na działce nr 18/2 w Poznaniu przy ulicy Warmińskiej.

Zgodnie z warunkami przyłączenia nr 16095/2023/OD5RR1 z dnia 10.05.2023r. projektuję się dostosowanie układu pomiarowego do wymagań związanych ze zwiększeniem mocy przyłączeniowej (wzrost mocy o 360kW). Zakres obejmuje demontaż istniejących przekładników prądowych w układzie Aarona i montaż nowych przekładników prądowych oraz napięciowych dostosowanych do projektowanego układu.

4.1.5.2. Komora transformatora

W istniejącej stacji przewiduje się montaż transformatora w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów o mocy 630kVA. Transformator będzie wstawiany przez drzwi i ustawiony na szynach jezdnych, po czym zabezpieczony przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami.

Komora transformatora jest oddzielnym pomieszczeniem od pomieszczeń ruchu elektrycznego.

4.1.5.3. Instalacja uziemiająca

Zgodnie z warunkami przyłączenia wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego) stacji SN/nN powinna wynosić $R_{uz} \leq 2,65 \Omega$. Stacja transformatorowa posiada istniejące uziemienie. Wartość rezystancji istniejącego uziemienia należy zweryfikować pomiarowo. W przypadku nieuzyskania wymaganej wartości rezystancji

należy rozbudować uziemienie poprzez ułożenie bednarki FeZn oraz pograżenie uziomów pionowych.

4.1.5.4. Ochrona przepięciowa po stronie SN

Ochronę przepięciową należy wykonać zgodnie z normą PN-E-5100-1:1998 oraz aktualnymi wskazówkami „Ochrona sieci elektroenergetycznej od przepięć” z 1999r.

Zgodnie z warunkami przyłączenia wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego) stacji SN/nN powinna wynosić $R_{uz} \leq 2,65 \Omega$.

4.1.5.5 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową podstawową stanowią środki utrudniające niezamierzone dotknięcie lub zbliżenie się do obwodów pod napięciem tj.: przegrody, osłony, izolatory i odstępy izolacyjne.

Jako dodatkowy środek ochrony przeciwporażeniowej zastosowano w rozdzielni 15 kV uziemienie ochronne uzupełnione środkami ochrony osobistej. Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części urządzeń, które mogą znaleźć się pod napięciem na skutek zwarcia doziemnego, uszkodzenia izolacji lub oddziaływania pola elektrycznego i magnetycznego.

Uziemione są:

- konstrukcje i osłony rozdzielni,
- głowice kablowe, powłoki i pancerze kabli,
- osprzęt i okucia izolatorów,
- uzwojenia wtórne przekładników,
- wszelkie metalowe osłony i części innych urządzeń znajdujących się w tym samym pomieszczeniu w odległości zasięgu ręki od urządzeń elektrycznych.

Należy przeprowadzić pomiary kontrolne potwierdzające skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

4.1.5.6. Granica własności i eksploatacji urządzeń

Zgodnie z Warunkami Przyłączenia oraz umową przyłączeniową pomiędzy ENEA Operator Sp. Z o.o. a odbiorcą, granica własności i eksploatacji pozostanie bez zmian tj.: Końcówki szyn SN 15-kV od strony zasilania na łączniku szyn w stacji transformatorowej K-316/E (łącznik na majątku i w eksploatacji Odbiorcy).

4.1.6 Układ pomiarowo-rozliczeniowy pośredni pomiaru energii elektrycznej

Rozliczeniowy pomiar energii elektrycznej przewidziano na napięciu 15kV, w układzie trójfazowym pośrednim.

Obiekt przyłączany zaliczany jest do III grupy przyłączeniowej.

4.1.6.1. Tablica pomiarowa

Istniejąca tablica pomiarowa zlokalizowana w budynku rozdzielni pozostaje bez zmian.

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęczin
w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2



Układ pomiarowo-rozliczeniowy musi spełniać aktualne przepisy, wymagania ENEA Operator Sp. Z o.o oraz standardy określone przez Dział Operatora Pomiarów.

4.1.6.2. Przekładniki prądowe

Projektowane przekładniki prądowe zabudowane będą w głównym torze prądowym w fazach L1, L2 oraz L3 projektowanej rozdzielni 15kV- SN między polami nr 4, a nr 5.

Dobrano przekładniki prądowe:

TPU 50.21 (prod. ABB) 20/5A; $S_n=7,5VA$; kl. 0,2; FS5; $I_{th}=10kA$

Zaciski uzwojeń wtórnych przekładników połączono z tablicą pomiarową za pomocą przewodu typu YKSYfty 7 x 2.5 mm².

Przekładniki pomiarowe muszą być wyposażone w tabliczkę znamionową oraz trwale wygrawerowaną w obudowie przekładnika przekładnię.

4.1.6.3. Przekładniki napięciowe

Przekładniki napięciowe do zabudowania w fazach L1, L2 i L3 w polu nr 5.

Dobrano przekładniki napięciowe:

UMZ 17-1 $U_{1n}=15:\sqrt{3}$ kV; $U_{ni}=17,5kV$; $U_{2n}=100:\sqrt{3}$ V; kl.0,2; $S_n=5VA$; $S_{gr}=200VA$

Zaciski uzwojeń wtórnych przekładników połączyć z tablicą pomiarową za pomocą przewodu typu YKSYfty 5 x 1.5 mm².



Uwaga:

Pole pomiarowe oraz odłącznik pola pomiarowego powinny być przystosowane do oplombowania.

Dla sieci z izolowanym bądź nieskutecznie uziemionym punktem zerowym transformatora, należy zastosować atestowane urządzenie do tłumienia zjawiska ferorezonansu typu **VT guard**. VT guard stosować należy we współpracy z przekładnikami napięciowymi, włączony w układ otwartego trójkąta.

4.1.7. Ochrona środowiska

W świetle Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dn. 13.05.1995 (Dz.U. nr.52) - elektroenergetyczne linie napowietrzne i kablowe nN nie są zaliczane do szkodliwych .

4.1.8. Oznakowanie instalacji

Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10m oraz przy mufach i miejscach charakterystycznych na przykład przy skrzyżowaniu, wejściach do kanałów i osłon otaczających.

Na oznaczniakach należy umieścić trwałe napisy zawierające co najmniej:

1. Numer ewidencyjny linii
2. Typ kabla
3. Znak użytkownika kabla
4. Rok ułożenia kabla
5. Napięcie znamionowe

W złączu należy na trwałe zabudować schemat ideowy przedstawiający sposób zasilania projektowanego złącza.

4.1.9. Uwagi końcowe

Wszystkie roboty wykonać zgodnie z niniejszym projektem oraz obowiązującymi przepisami i normami. Wykopy pod linie kablowe wykonać ręcznie i pod nadzorem zainteresowanych instytucji. Zgłoszenie rozpoczęcia budowy stanowi podstawę do realizacji inwestycji;

Roboty musi odebrać przedstawiciel ENEA Operator Sp. Z o.o dział GU oraz przedstawiciel podmiotu przyłączanego;

Po wykonaniu wszystkich prac należy sporządzić protokoły badań i pomiarów.

Wszystkie prace w pobliżu czynnych urządzeń elektroenergetycznych należy wykonywać pod nadzorem ENEA Operator Sp. Z o.o

Prace mogą wykonać tylko osoby o odpowiednich kwalifikacjach, zgodnie z Dz. Ustaw nr. 54, ustawa z dn. 10 kwietnia 1997 r. „Prawo Energetyczne”.

Wymagania kwalifikacyjne dla osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci energetycznych określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 1998r.

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęcin
w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2

W instalacji odbiorcy należy stosować postanowienia Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14. 12. 1994r. Dz. U. Nr. 10 & 183 z 1995r. tj.

- wyłączniki nadmiarowe w obwodach odbiorczych
- połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji i konstrukcji budynku
- zasadę prowadzenia tras przewodów elektrycznych w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów
- żyły przewodów elektrycznych o przekroju 10 mm, wykonane wyłącznie z miedzi
- urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej

Zgodnie z prawem Budowlanym (Dziennik Ustaw RP nr89 z 25 sierpnia 1994r.) przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie.

Za dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie uznaje się wyroby, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami wydano:

- certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie polskich norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych,
- deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z polską normą lub aprobatą techniczną (w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono polskiej normy), jeżeli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa.

4.2. Obliczenia techniczne układu pomiarowego

4.2.1. Obliczenia zwarcia

Wartości prądów zwarcia wyliczono w wybranych punktach sieci tak, aby można było przeprowadzić prawidłowy dobór zabezpieczeń zapewniających selektywność oraz skuteczność ochrony przeciwporażeniowej i ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego.

4.2.2. Dane techniczne:

1. Moc przyłączeniowa: 400[kW]
2. Napięcie sieci
 - a) sieć SN 15 kV
 - b) sieć nN 400/230 V
3. Układ sieci:
 - a) sieć SN sieć uziemiona przez dławik
 - b) sieć nN TN
4. Ochrona przeciwporażeniowa:
 - a) sieć SN uziemienie
 - b) sieć nN dla sieci zasilającej – samoczynne wyłączenie zasilania wg N SEP – E – 001;
dla instalacji odbiorczej - samoczynne wyłączenie zasilania wg PN – IEC 60364 – 4 – 41;

4.2.3. Charakterystyka układu zasilania docelowego:

Istniejąca stacja transformatorowa nr K-316/E jest zasilana z ist. Linii kablowej SN 15kV.

Sieć zasilająca pracuje z uziemionym punktem neutralnym przez dławik.

4.2.4. Sprawdzenie doboru rozdzielni SN

Obliczenia wielkości zwarcia przeprowadzono przy uwzględnieniu następujących warunków zwarcia:

$P_P = 400 \text{ kW}$ – moc przyłączeniowa

$\tan \varphi = 0,4 \Rightarrow \cos \varphi = 0,93$

$S_z = 220 \text{ MVA}$ – wg WP

- prąd zwarcia początkowy:

$$I_k'' = \frac{c \cdot S_z}{\sqrt{3} \cdot U_{ns}} = \frac{1,1 \cdot 200}{\sqrt{3} \cdot 15} = \frac{220}{25,98} = 8,47 \text{ kA}$$

$$I_k'' = 8,47 \text{ kA}$$

- wytrzymałość zwarcia cieplna

$$I_{th} = \sqrt{m+n} \cdot I_k'' = \sqrt{0+1} \cdot 8,47 \text{ kA} = 8,47 \text{ kA}$$

I_{th} – zastępczy cieplny prąd zwarciaowy

m – współczynnik uwzględniający wpływ składowej nieokresowej prądu zwarciaowego

n – współczynnik uwzględniający wpływ składowej okresowej prądu zwarciaowego

- wytrzymałość zwarciaowa dynamiczna

$$i_p = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_k'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,47 = 21,56 \text{ kA}$$

i_p – prąd zwarciaowy udarowy

κ – współczynnik zależny od stosunku reaktancji do rezystancji obwodu zwarciaowego

$$U_{niR} = 17,5 \text{ kV} > U_{ns} = 15 \text{ kV}$$

U_{niR} - napięcie izolacji rozdzielni SN

U_{ns} – napięcie znamionowe sieci

$$I_n = 630 \text{ A} > I_{r\max} = \frac{S_{nT}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 15} = 15,40 \text{ A}$$

I_n - prąd znamionowy szyn zbiorczych rozdzielni SN

$I_{r\max}$ – maksymalny prąd roboczy

$$i_{th1R} = 16 \text{ kA} > i_{th1} = 8,47 \text{ kA}$$

i_{th1} – zastępczy cieplny prąd zwarciaowy 1-o sekundowy

i_{th1R} – zastępczy cieplny prąd zwarciaowy 1-o sekundowy rozdzielni SN

$$i_{pR} = 40 \text{ kA} > i_p = 21,56 \text{ kA}$$

i_p – prąd zwarciaowy udarowy

i_{pR} – wytrzymywany prąd zwarciaowy udarowy rozdzielni SN

4.2.5. Dobór zabezpieczeń transformatora

Dane do obliczeń:

- transformator w stacji: 630kVA

$$I_{nT} = \frac{S_{nT}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15} = 24,2 \text{ A}$$

Prąd wkładki bezpiecznikowej:

$$I_{bsn} > 2,5 * I_{nT} = 2,5 * 24,2 = 60,5 A$$

gdzie:

S_{nT} – moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_n – napięcie znamionowe górnej strony transformatora [kV]

I_{bsn} – prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano wkładkę bezpiecznikową 63A

4.2.6. Dobór kabla odpływowego do transformatora

- ze względu na przekrój minimalny

$$s_{min} = \frac{I_{th} \cdot \sqrt{t_z}}{j_{c1}} = \frac{8,47 * 10^3 \cdot \sqrt{1}}{122} = 69,42 mm^2$$

s_{min} – minimalny przekrój żył kabla

I_{th} – zastępczy cieplny prąd zwarciaowy

t_z – czas trwania zwarcia

j_{c1} – gęstość prądu zwarciaowego wytrzymywanego (obciążalność zwarciaowa jednosekundowa)

$j_{c1} = 122 A/mm^2$ przy $t_p = 15^\circ C$ $t_{gr} = 250^\circ C$ – dla kabli z żyłami aluminiowymi

t_p – temperatura żyły przewodu w chwili zwarcia

t_{gr} – maksymalna dopuszczalna temperatura kabla

Przyjęto kabel z żyłami aluminiowymi o przekroju $s = 70 mm^2 > s_{min} = 69,42 mm^2$

- ze względu na obciążenie długotrwałe

$$I_{rmax} = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ns} \cdot \cos \phi} = \frac{400 * 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15 * 10^3 \cdot 0,93} = 16,55 A$$

I_{rmax} – maksymalny prąd roboczy

$$I_{dd120Z} = 320 A > I_{rmax} = 16,55 A$$

I_{dd120Z} – obciążalność prądowa długotrwała kabli o przekroju $120 mm^2$ ułożonych w ziemi

- ze względu na prąd zwarciaowy

$$i_{th1K} = 22,6 kA > i_{th1} = 8,47 kA$$

i_{th1} – zastępczy cieplny prąd zwarciaowy 1-o sekundowy

i_{th1K} – zastępczy cieplny prąd zwarciaowy 1-o sekundowy kabla aluminiowego

Dobrano kabel SN typu **3 x XRUHAKXS 1x70mm² / 25 mm² 15kV**

4.2.7. Dobór przekładników prądowych

Kryteria doboru przekładników prądowych:

$$U_{ni} > U_n \quad (a.)$$

$$0,2 I_{1n} < I_o < 1,2 I_{1n} \quad (b.)$$

$$I_{th1} > I_{tz} \quad (c.)$$

$$I_{dyn} > i_u \quad (d.)$$

gdzie:

- U_{ni} - napięcie znamionowe izolacji,
- U_n - napięcie znamionowe sieci,
- I_{1n} - prąd znamionowy pierwotny,
- I_{th1} - prąd znamionowy cieplny 1-sekundowy
- I_{dyn} - znamionowy prąd dynamiczny,
- i_u - prąd udarowy zwarcia,
- I_{tz} - prąd zastępczy cieplny zwarcia,
- I_o - prąd obciążenia,

Dla mocy umownej $P_p=400$ kW dobrano przekładniki prądowe:

Typ przekładnika	U_{ni} (kV)	I_{1n} (A)	I_o (A)	I_{th} (kA)	I_{dyn} (kA)
TPU 50.21 20/5A kl. 0,2; FS5; S=7,5VA	17,5	20	16,55	8,47	2,5 I_{th}

Zaciski uzwojeń wtórnych przekładników połączono z tablicą pomiarową za pomocą przewodu typu YKSYft 7 x 2.5 mm².

a) Kryterium napięcia:

- znamionowe napięcie pierwotne U_{1n} i napięcie izolacji U_{ni}

$$U_{1n} = 15kV$$

$$U_{ni} = 17,5kV > U_{ns} = 15 kV$$

U_{ns} – napięcie znamionowe sieci

b) Kryterium obciążenia:

Dla mocy przyłączeniowej $P=400$ kW:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

$$I_{max} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,93} = 16,55 A$$

I_{max} – maksymalny prąd roboczy

Prąd maksymalny ma wartość: 16,55 A.

Zakres pracy przekładników prądowych:

$$0,2 \cdot I_{1n} < I_o < 1,2 \cdot I_{1n}$$

$$0,2 \cdot 20 < 16,55 < 1,2 \cdot 20$$

$$4A < 16,55A < 24A$$

gdzie : $I_{1n} = 20 A$ – prąd znamionowy pierwotny przekładnika

$I_o = 16,55 A$ – przewidywalny prąd obciążenia

Zadeklarowana moc maksymalna obiektu odpowiada wartości prądu 16,55A co dla przekładni 20/5 stanowić będzie 82,75% nominalnego obciążenia przekładników.

c) Kryterium wytrzymałości termicznej przekładnika

$$I_{th} \geq I_{tz}$$

gdzie :

$I_{th} = 10 kA$ – znamionowy krótkotrwały prąd cieplny

I_{tz} – prąd zastępczy cieplny zwarcia = 8,47 kA

$$10 kA > 8,47 kA$$

d) Kryterium wytrzymałości dynamicznej przekładnika

$$I_{dyn} > I_u$$

– znamionowy krótkotrwały prąd dynamiczny

$$I_{dyn} = 2.5 I_{th} = 2.5 \cdot 10 = 25 kA$$

e) Sprawdzenie obciążenia przekładnika prądowego

Obciążenie przekładnika prądowego w układach pomiarowo – rozliczeniowych nie może przekraczać wartości znamionowej i nie może być niższe niż 25 % mocy znamionowej przekładnika.

$$S_N > S_{obc} > 25\% S_N$$

gdzie : $S_N = 7,5 VA$ – znamionowa moc projektowanych przekładników prądowych

Moc tracona w przewodach :

Kabel : YKSYFtly 7x2,5 mm²

Założenia :

$$I_{max} = 1,2 \cdot I_n = 6 A$$

$$L = 5 m$$

$$s = 2,5 mm^2$$

$$R_z = 0,05 \Omega$$

$$R_p = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{5}{57 \cdot 2,5} = 0,035 \Omega$$

$$S_p = k \cdot (2 R_p) \cdot I_n^2 = 1,25 \cdot (2 \cdot 0,035) \cdot 6^2 = 3,15 \text{ VA}$$

gdzie:

$k = 1,25$ – współczynnik uwzględniający straty na połączeniach śrubowych

R_p – oporność przewodu ;

S_p – strata mocy na przewodach ;

S_L – pobór mocy przez ustrój licznika = 0,15 VA

$\gamma_{cu} = 57 [\text{m} / \Omega \text{mm}^2]$

Summaryczna moc pobierana przez obwód wtórny przekładnika prądowego :

$$S_{obc} = S_p + S_L = 3,15 + 0,15 = 3,30 \leq 7,5 \text{ VA} \subset (25 - 100) \%$$

Warunek prawidłowego doboru przekładnika :

$$S_{obc} > 25\% S_{nTP}$$

$$3,30 \text{ VA} > 1,875 \text{ VA}$$

Obciążenie obwodów wtórnych przekładnika prądowego wynosi 3,30 VA / f
co stanowi 57 % obciążenia znamionowego spełnia warunek:

$$S_N > S_{obc} \geq 0,25 S_N$$

Warunek prawidłowego doboru przekładnika jest spełniony.

4.2.8. Dobór przekładników napięciowych

Dobrano przekładniki napięciowe:

**UMZ 17-1 $U_{1n} = 15 \cdot \sqrt{3} \text{ kV}$; $U_{ni} = 17,5 \text{ kV}$; $U_{2n} = 100 \cdot \sqrt{3} \text{ V}$; kl.0,2; $S_n = 5 \text{ VA}$;
 $S_{gr} = 200 \text{ VA}$**

Obciążenie przekładników napięciowych w układach pomiarowo –
rozliczeniowych nie może przekraczać wartości znamionowych i nie powinno
być niższe niż 25% mocy znamionowej przekładnika :

$$S_N > S_{obc} > 25\% S_N$$

gdzie :

S_N – znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładników napięciowych

S_{obc} – straty mocy w przyrządach pomiarowych.

Obciążenie uzwojeń napięciowych licznika ZMD : $\approx 1,3 \text{ VA}$

$$5 > 1,3 > 1,25$$

Dla zadanych warunków pracy obciążenie strony wtórnej przekładników
napięciowych mieści się w wymaganych granicach.

Sprawdzenie doboru przekładników:

- znamionowe napięcie pierwotne U_{1n} i napięcie izolacji U_{ni} :

$$U_{1n} = 17,5 kV$$

$$U_{ni} = 17,5 kV > U_{ns} = 15 kV$$

U_{ns} – napięcie znamionowe sieci

- znamionowe napięcie wtórne U_{2n} :

$$U_{2n} = \frac{100}{\sqrt{3}} V$$

Dla sieci z izolowanym bądź nieskutecznie uziemionym punktem zerowym transformatora, należy zastosować atestowane urządzenie do tłumienia zjawiska ferorezonansu typu **VT guard**. VT guard stosować należy we współpracy z przekładnikami napięciowymi, włączony w układ otwartego trójkąta.

5. Obliczenia techniczne zasilanie masztów ośw. i urządzeń el.

5.1. Dobór zabezpieczeń

Przy obliczaniu impedancji pętli zwarcia bierze się pod uwagę rezystancję i reaktancję wszystkich elementów układu począwszy od stacji transformatorowej. Pomija się impedancję sieci średniego napięcia (błąd w granicach 1,5 – 2 %). Do obliczeń przyjmuje się zwarcie w rozłączniku w rozdzielni nN znajdującej się w każdym ze słupów pomiędzy przewodem L i N.

Skuteczność ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym sprawdzono dla linii kablowych zasilanych z agregatu prądotwórczego.

Obliczenia dokonano zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2017-09.
PN-HD 60364-5-52:2011.

Obliczenia techniczne masztu M1 zasilanie podstawowe

5.1.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 630kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x95mm² o dł. 230m

$\Sigma R = 0,159 \Omega$; $\Sigma X = 0,057 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \times \sqrt{0,159^2 + 0,057^2} = 0,211 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,211} = 1089,31 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max WTN-2 gG 125A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 125A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 125A/gG
- k: 5,7

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,7 \cdot 125 A$$

$$I_a = 712,5 A$$

$$I_z = 1089,31 A$$

$$1089,31 A \geq 712,5 A$$

Wyznaczenie I_{bmax}

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd95}$$

$$1,6 \times 125 A < 1,45 \times 262 A$$

$$200 A < 379,9 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu

S – przekrój przewodów

U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
230	40800	100	2,06
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	95	400	

$$\Delta U_{\%dop} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.1.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 40,8 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{40800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 63,32 A ;$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 63,32 [A]$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x95mm².

$$I_{dd95} = 262 A$$

$$P_{\max 95} = I_{dd95} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 95} = 262 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 168,81 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$262 [A] \geq 63,32 [A]$$

Obliczenia techniczne masztu M2 zasilanie podstawowe

5.2.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 630kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x1x150mm² o dł. 380m

$\Sigma R = 0,164 \Omega$; $\Sigma X = 0,076 \Omega$;

$$Z_{rez} = 1,25 \times \sqrt{0,164^2 + 0,076^2} = 0,226 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,226} = 1018,13 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 125A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 125A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 125A/gG
- k: 5,7

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,7 \cdot 125 A$$

$$I_a = 712,5 A$$

$$I_z = 1018,13 A$$

$$1018,13 A \geq 712,5 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd150}$$

$$1,6 \times 125 A < 1,45 \times 330 A$$

$$200 A < 478,5 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu
S – przekrój przewodów
 U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
380	40800	100	2,27
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	150	400	

$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$
Warunek został spełniony.

5.2.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 40,8 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{40800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 63,32 \text{ A};$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 63,32 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x150mm².

$$I_{dd150} = 330 \text{ A}$$

$$P_{\max 150} = I_{dd150} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 150} = 330 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 212,63 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$330 \text{ [A]} \geq 63,32 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne masztu M3 zasilanie podstawowe

5.3.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 630kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x120mm² o dł. 320m

$\Sigma R = 0,172 \Omega$; $\Sigma X = 0,069 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \cdot \sqrt{0,172^2 + 0,069^2} = 0,231 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,231} = 993,69 \text{ A}$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 125A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 125A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 125A/gG
- k: 5,7

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,7 \cdot 125 A$$

$$I_a = 712,5 A$$

$$I_z = 993,69 A$$

$$993,69 A \geq 712,5 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd120}$$

$$1,6 \times 125 A < 1,45 \times 299 A$$

$$200 A < 433,55 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu

S – przekrój przewodów

U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
320	40800	100	2,32
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	120	400	

$$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.3.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 40,8 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{40800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 63,32 \text{ A};$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 63,32 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 5x120mm².

$$I_{dd70} = 299 \text{ A}$$

$$P_{\max 120} = I_{dd120} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 120} = 299 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 192,65 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$299 \text{ [A]} \geq 63,32 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne masztu M4 zasilanie podstawowe

5.4.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 630kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x70mm² o dł. 170m

$\Sigma R = 0,161 \Omega$; $\Sigma X = 0,050 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \cdot \sqrt{0,161^2 + 0,050^2} = 0,211 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,211} = 1089,61 \text{ A}$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max WTN-2 gG 125A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 125A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 125A/gG
- k: 5,7

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,7 \cdot 125 \text{ A}$$

$$I_a = 712,5 \text{ A}$$

$$I_z = 1089,61 \text{ A}$$

$$1089,61 \text{ A} \geq 712,5 \text{ A}$$

Wyznaczenie I_{bmax}

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd70}$$

$$1,6 \times 125 A < 1,45 \times 221 A$$

$$200 A < 320,45 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu

S – przekrój przewodów

U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
170	40800	100	2,02
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	70	400	

$$\Delta U_{\%dop} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.4.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 40,8 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{40800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 63,32 A ;$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 63,32 [A]$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x70mm².

$$I_{dd70} = 221 A$$

$$P_{\max 70} = I_{dd70} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 70} = 221 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 142,39 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$221 [A] \geq 63,32 [A]$$

Obliczenia techniczne masztu M1 zasilanie z agregatu

5.5.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

agregat 200kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x1x120mm² o dł. 40m

proj. YAKXS 5x35mm² o dł. 230m

$\Sigma R = 0,427 \Omega$; $\Sigma X = 0,065 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \times \sqrt{0,427^2 + 0,065^2} = 0,540 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,540} = 425,60 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 50A w rozdzielnicach

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 50A:

- w proj. rozdzielnicach:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 50A/gG
- k: 5,6

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,6 \cdot 50 A$$

$$I_a = 280 A$$

$$I_z = 425,60 A$$

$$425,60 A \geq 280 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd35}$$

$$1,6 \times 50 A < 1,45 \times 152 A$$

$$80 A < 220,4 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęczin
w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu
 S – przekrój przewodów
 U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
230	21600	100	2,79
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	35	400	

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
40	21600	100	0,15
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	120	400	

$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$
Warunek został spełniony.

5.5.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 21,6 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{21600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 33,52 \text{ A};$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 33,52 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x35mm².

$$I_{dd35} = 152 \text{ A}$$

$$P_{\max 35} = I_{dd35} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 35} = 152 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 97,94 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$152 \text{ [A]} \geq 33,52 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne masztu M2 zasilanie z agregatu

5.6.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

agregat 200kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x1x120mm² o dł. 40m

proj. YAKXS 5x70mm² o dł. 380m

$\Sigma R = 0,468 \Omega$; $\Sigma X = 0,082 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \times \sqrt{0,366^2 + 0,084^2} = 0,470 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,470} = 489,74 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 50A w rozdzielnicach

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 50A:

- w proj. rozdzielnicach:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 50A/gG
- k: 5,6

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,6 \cdot 50 A$$

$$I_a = 280 A$$

$$I_z = 489,74 A$$

$$489,74 A \geq 280 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd70}$$

$$1,6 \times 50 A < 1,45 \times 221 A$$

$$80 A < 320,45 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęczin
w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu
 S – przekrój przewodów
 U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
380	21600	100	2,39
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	70	400	

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
40	21600	100	0,15
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	120	400	

$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$
Warunek został spełniony.

5.6.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą
 $P = 21,6 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{21600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 33,52 \text{ A} ;$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 33,52 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel
YAKXS 4x70mm².

$$I_{dd70} = 221 \text{ A}$$

$$P_{\max 70} = I_{dd70} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 70} = 221 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 142,39 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$221 \text{ [A]} \geq 33,52 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne masztu M3 zasilanie z agregatu

5.7.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

agregat 200kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x1x120mm² o dł. 40m

proj. YAKXS 5x50mm² o dł. 320m

$\Sigma R = 0,422 \Omega$; $\Sigma X = 0,076 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \times \sqrt{0,422^2 + 0,076^2} = 0,536 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,536} = 428,85 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 50A w rozdzielnicach

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 50A:

- w proj. rozdzielnicach:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 50A/gG
- k: 5,6

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,6 \cdot 50 A$$

$$I_a = 280 A$$

$$I_z = 428,85 A$$

$$428,85 A \geq 280 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd50}$$

$$1,6 \times 50 A < 1,45 \times 180 A$$

$$80 A < 261 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu

S – przekrój przewodów

U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
320	21600	100	2,76
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	50	400	

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
40	21600	100	0,15
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	120	400	

$$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.7.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 21,6 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{21600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 33,52 \text{ A};$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 33,52 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 5x50mm².

$$I_{dd50} = 180 \text{ A}$$

$$P_{\max 50} = I_{dd50} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 50} = 180 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 115,98 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$180 \text{ [A]} \geq 33,52 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne masztu M4 zasilanie z agregatu

5.8.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

agregat 250kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x1x240mm² o dł. 40m

proj. YAKXS 5x35mm² o dł. 170m

$\Sigma R = 0,312 \Omega$; $\Sigma X = 0,055 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \times \sqrt{0,312^2 + 0,055^2} = 0,396 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,396} = 580,39 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 50A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 50A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 50A/gG
- k: 5,6

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,6 \cdot 50 A$$

$$I_a = 280 A$$

$$I_z = 580,39 A$$

$$580,39 A \geq 280 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd35}$$

$$1,6 \times 50 A < 1,45 \times 152 A$$

$$80 A < 220,4 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

Budowa nowego oświetlenia stadionowego na obiekcie kompleksu Gołęczin
w Poznaniu przy ul. Warmińskiej 1 dz. nr 18/2

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu
 S – przekrój przewodów
 U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
170	21600	100	2,06
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	35	400	

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
40	21600	100	0,15
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	120	400	

$$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony .

5.8.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 21,6 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{21600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 33,52 \text{ A} ;$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 33,52 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x35mm².

$$I_{dd35} = 152 \text{ A}$$

$$P_{\max 35} = I_{dd35} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 35} = 152 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 97,94 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$152 \text{ [A]} \geq 33,52 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne zasilanie telebimu

5.9.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 250kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x50mm² o dł. 150m

$\Sigma R = 0,195 \Omega$; $\Sigma X = 0,047 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \times \sqrt{0,195^2 + 0,047^2} = 0,251 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,251} = 918,00 A$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 100A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 100A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 100A/gG
- k: 5,9

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,9 \cdot 100 A$$

$$I_a = 590 A$$

$$I_z = 918,00 A$$

$$918,00 A \geq 590 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd50}$$

$$1,6 \times 50 A < 1,45 \times 180 A$$

$$80 A < 261 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu
 S – przekrój przewodów
 U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
150	40000	100	2,39
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	50	400	

$$\Delta U_{\% \text{dop}} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.9.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 40,0 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 1$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 62,08 \text{ A};$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 62,08 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 5x50mm².

$$I_{dd50} = 180 \text{ A}$$

$$P_{\max 50} = I_{dd50} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 50} = 180 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 115,98 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$180 \text{ [A]} \geq 62,08 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne zasilanie zestawów gniazd

5.10.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 630kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x70mm² o dł. 170m

$\Sigma R = 0,161 \Omega$; $\Sigma X = 0,050 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \cdot \sqrt{0,161^2 + 0,050^2} = 0,211 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,211} = 1089,61 \text{ A}$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max
WTN-2 gG 100A w rozdzielnicy

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 100A:

- w proj. rozdzielnicy:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 100A/gG
- k: 5,9

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 5,9 \cdot 100 A$$

$$I_a = 590 A$$

$$I_z = 1089,61 A$$

$$1089,61 A \geq 590 A$$

Wyznaczenie Ibmax

$$1,6xIb < 1,45xIdd_{70}$$

$$1,6x100 A < 1,45x221 A$$

$$160 A < 320,45 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu

S – przekrój przewodów

U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
170	37600	100	1,86
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	70	400	

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
294	5600	100	0,92
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	35	400	

$$\Delta U_{\%dop} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.10.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 188,0 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 0,2$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{37600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 58,36 \text{ A};$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 58,36 \text{ [A]}$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x70mm².

$$I_{dd70} = 221 \text{ A}$$

$$P_{\max 70} = I_{dd70} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 70} = 221 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 142,39 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$221 \text{ [A]} \geq 58,36 \text{ [A]}$$

Obliczenia techniczne wieży sędziowskiej

5.11.1. Impedancja pętli zwarcia i wartość prądu wyłączalnego

transformator 630kVA

$R = 0,0118 \Omega$; $X = 0,0262 \Omega$;

proj. YAKXS 5x35mm² o dł. 270m

$\Sigma R = 0,476 \Omega$; $\Sigma X = 0,066 \Omega$;

$$Z_{rzecz} = 1,25 \cdot \sqrt{0,476^2 + 0,066^2} = 0,601 \Omega$$

$$I_z = \frac{U_f}{Z} = \frac{230}{0,601} = 382,78 \text{ A}$$

Warunek ochrony przeciwporażeniowej jest spełniony dla zabezpieczeń max WTN-2 gG 63A w rozdzielnicach

Obliczenia samoczynnego wyłączenia zasilania dla wkładek 63A:

- w proj. rozdzielnicach:

- Czas 5 s
- Bezpiecznik Ia WTN-2 63A/gG
- k: 4,9

$$I_z \geq I_a$$

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 4,9 \cdot 63 \text{ A}$$

$$I_a = 308,70 \text{ A}$$

$$I_z = 382,78 \text{ A}$$

$$382,78 \text{ A} \geq 308,70 \text{ A}$$

Wyznaczenie I_{bmax}

$$1,6 \times I_b < 1,45 \times I_{dd35}$$

$$1,6 \times 63 A < 1,45 \times 152 A$$

$$100,8 A < 220,4 A$$

Procentowy spadek napięcia wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100\sqrt{3}}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$X = X' \cdot l \cdot 10^{-3}$$

gdzie :

γ – przewodność właściwa przewodu

S – przekrój przewodów

U_p – napięcie przewodowe

Przyjęto moc bez współczynnika.

Długość przyłącza [m]	Moc przyłączeniowa [W]	*/*	$\Delta U_{\%}$ [%]
270	10000	100	1,52
Przewodność właściwa γ	Przekrój [mm ²]	Napięcie znamionowe [V]	
33	35	400	

$$\Delta U_{\%dop} > \Delta U_{\%}$$

Warunek został spełniony.

5.11.2. Dobór kabli nN

Docelowo maszty oświetleniowe będą posiadać moc przyłączeniową równą $P = 10,0 \text{ kW}$, przy obliczeniach przyjęto współczynnik $k_i = 0,5$.

Prąd obciążenia określa wzór:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 7,76 A ;$$

Ze względu na prąd obliczeniowy równy $I_{obl} = 7,76 [A]$, należy ułożyć kabel YAKXS 4x35mm².

$$I_{dd35} = 152 A$$

$$P_{\max 35} = I_{dd35} \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{\max 35} = 152 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 = 97,94 \text{ kW}$$

$$I_{dd} \geq I_{obl}$$

$$152 [A] \geq 7,76 [A]$$

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że niniejszy projekt został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny z punktu widzenia celu jakiemu na służyć.

Projektant

Sprawdzający

ZAŁĄCZNIKI, RYSUNKI I SCHEMATY