

BIURO PROJEKTÓW I REALIZACJI
EL PROJEKT

41-219 Sosnowiec ul. Krasińskiego 79, tel. 512-484-912

email: adam.kaim@gmail.com

**PROJEKT WYKONAWCZY
nr U-711**

Wymiana rozdzielnic głównej 15kV oraz 400V w obiekcie nr 14
wraz z linią zasilającą 15kV.

Zadanie pn.: Odbudowa oczyszczalni ścieków PWiK w Brzegu.

Inwestor:

**Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji
w Brzegu Sp. z o.o.**

Projektował:

mgr inż. Adam Kaim

uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
SLK/0734/POOE/05; SLK/IE/3392/

Sprawdził:

mgr inż. Krzysztof Michalski

uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych bez ograniczeń
SLK/1558/PWBE/24

Kwiecień 2025r.

SPIS RYSUNKÓW

L.P.	TYTUŁ RYSUNKU	NR RYSUNKU	UWAGI
1.	Schemat strukturalny sieci zasilającej - stan istniejący	E-01	
2.	Rozdzielnica RGSN 15kV. Schemat strukturalny.	E-02	
3.	Rozdzielnica RGSN 15kV. Elewacja i posadowienie.	E-03	
4.	Pole zasilające nr 3 i 6. Schemat zasadniczy.	E-04	11 arkuszy
5.	Pole pomiarowe nr 2 i 7. Schemat zasadniczy.	E-05	7 arkuszy
6.	Pole transformatorowe nr 1 i 8. Schemat zasadniczy.	E-06	3 arkusze
7.	Pole sprzęgłowe nr 4. Schemat zasadniczy.	E-07	8 arkuszy
8.	Pole sprzęgłowe z odcinaczem nr 5. Schemat zasadniczy.	E-08	6 arkuszy
9.	Pole zasilające nr 3 i 6. Schemat montażowy.	E-09	5 arkuszy
10.	Pole pomiarowe nr 2 i 7. Schemat montażowy.	E-10	5 arkuszy
11.	Pole transformatorowe nr 1 i 8. Schemat montażowy.	E-11	6 arkuszy
12.	Pole sprzęgłowe nr 4. Schemat montażowy.	E-12	6 arkuszy
13.	Pole sprzęgłowe z odcinaczem nr 5. Schemat montażowy.	E-13	5 arkuszy
14.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Schemat strukturalny.	E-14	
15.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Elewacja.	E-15	2 arkusze
16.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Pole zasilające sekcji I. Schemat zasadniczy.	E-16	4 arkusze
17.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Pole zasilające sekcji II. Schemat zasadniczy.	E-17	4 arkusze
18.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Pole sprzęgła. Schemat zasadniczy.	E-18	4 arkusze

19.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Pole zasilające sekcji I. Schemat montażowy.	E-19	4 arkusze
20.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Pole zasilające sekcji II. Schemat montażowy.	E-20	4 arkusze
21.	Rozdzielnica 0,4kV - RGnn. Pole sprzęgła. Schemat montażowy.	E-21	4 arkusze
22.	Istniejące kanały kablowe.	E-22	
23.	Podłoga techniczna w pomieszczeniu rozd. RGSN i RGnn.	E-23	3 arkusze
24.	Rozdzielnica oświetlenia i gniazd ROG. Schemat strukturalny i elewacja.	E-24	
25.	Instalacja oświetlenia podstawowego i gniazd. Plan instalacji.	E-25	
26.	Rozmieszczenie opraw oświetlenia awaryjnego. Plan instalacji.	E-26	
27.	Trasy kablowe. Plan instalacji.	E-27	
28.	Trasa kabli zasilających 15kV. Plan instalacji.	E-28	2 arkusze

OŚWIADCZENIE

Oświadczamy, że projekt wymiany rozdzielnic głównej 15kV oraz 400V w obiekcie nr 14 wraz z linią zasilającą 15kV – część elektryczna został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, normami oraz zasadami wiedzy technicznej. Projekt został wykonany zgodnie z umową, skoordynowany z projektem branży budowlanej i jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

1. PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest umowa nr 12/P/DT/2025, zawarta z Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji w Brzegu Sp. z o.o.

Zakres projektu obejmuje:

- wymianę kabli zasilających 15kV,
- wymianę rozdzielnic 15kV w budynku nr 14,
- wymianę rozdzielnic głównej 400V w budynku nr 14,
- wymianę kabli zasilających transformatory SN/nN,
- zabudowę podłogi technicznej w pomieszczeniach rozdzielnic 15kV i głównej 400V,
- wymianę instalacji oświetlenia i gniazd w ww. pomieszczeniach rozdzielnic,
- zabudowę agregatu prądotwórczego diesla.

Projekt opracowano na podstawie wizji lokalnej, uzgodnień z Zamawiającym, dokumentacji i materiałów archiwalnych oraz udostępnionych umów i warunków przyłączenia z lokalnym Operatorem Sieci Dystrybucyjnej (OSD).

2. OPIS TECHNICZNY

Dla potrzeb modernizacji zasilania Oczyszczalni Ścieków (OŚ) przy ul. Cegielnianej 3 w Brzegu (etap I prac, zakres projektu), związanego z odbudową oczyszczalni po skutkach powodzi z września 2024r. (etap II prac, poza zakresem projektu), realizowana będzie wymiana linii zasilających 15kV, wymiana rozdzielnic głównych 15kV i 400V, kabli zasilających transformatory, wymiana instalacji oświetlenia i gniazd oraz zabudowa podłóg technicznych podniesionych oraz zabudowa agregatu prądotwórczego w obudowie wyciszonej obok budynku nr 14 oraz. W zakresie prac branży elektrycznej będzie również demontaż pozostałych rozdzielnic 230/400V w pomieszczeniu rozdzielnic głównej 400V, tj.:

- rozdzielnic 400V generatorów biogazowych RE2;
- rozdzielnic 400V RS-9 komór napowietrzania osadu czynnego;
- rozdzielnic 400V RS-14 dmuchaw,

oraz szaf automatyki i ich ponowny montaż na podłodze technicznej.

Ewentualna wymiana lub demontaż kabli odpływowych z rozdzielnic głównej 400V i podrozdzielnic, wykonanie komunikacji pomiędzy rozdzielnicami RGSN i RGnn, a dyspozytornią (nowy budynek nr 30) oraz inne prace nie ujęte w niniejszej dokumentacji, będą przedmiotem odrębnego projektu i realizacji w kolejnym etapie inwestycji – poza zakresem niniejszego projektu.

Do czasu uruchomienia oczyszczalni po modernizacji, planowane jest wykorzystanie istniejących szaf kompensacji mocy biernej, które zostaną wymienione na nowe dopiero w etapie II.

Dobór układu kompensacji zostanie wykonany bezpośrednio po uruchomieniu instalacji

i wykonaniu pierwszych pomiarów kontrolnych jakości energii elektrycznej.

W zakresie prac również demontaż mostu szynowego 15kV, zasilającego jeden z transformatorów oraz mostów szynowych 400V, zasilających obecnie rozdzielnicę główną 400V.

Połączenia: RGSN–transformatory–RGNN, projektuje się wykonać kablowo.

Bez zmian, również lokalizacyjnych, pozostanie tablica licznikowa (TL) i ewentualnie rozdzielnica oświetlenia zewnętrznego (ROZ).

W etapie I nie jest przewidziana wymiana dwóch transformatorów 15/0,4kV, które będą podlegały ewentualnej wymianie w etapie II inwestycji.

W zakresie branży budowlanej będą prace związane z zasypaniem większej części istniejących kanałów kablowych i przygotowaniem podłoża pod montaż podłogi technicznej podniesionej.

W branży elektrycznej wiązało się to będzie z przełożeniem kabli z kanałów na nowe trasy kablowe, przygotowane na nowej posadzce pod podłogą techniczną.

Jeśli zajdzie taka konieczność istniejące kable siłowe należy wydłużyć, stosując odcinki kabla o identycznym przekroju i typie, parametrach technicznych identycznych lub lepszych, za pomocą muf przelotowych termokurczliwych.

Dla zapewnienia ciągłości pracy oczyszczalni i zasilania najważniejszych urządzeń oczyszczalni ścieków w energię elektryczną, podczas wykonywanych prac, a zwłaszcza wymiany rozdzielnic, Wykonawca zapewni (w razie takiej konieczności) agregat prądotwórczy z ewentualnymi innymi, niezbędnymi elementami rozdziału energii elektrycznej (tymczasowe złącza kablowe / szafy / skrzynki z wyposażeniem, tymczasowe kable, rury ochronne, itp.).

2.1. Opis układu zasilania (stan istniejący)

Stacja „Brzeg Oczyszczalnia Ścieków PWiK” OPZ 95036, będąca częścią budynku nr 14 oczyszczalni ścieków przy ulicy Cegielnianej 3, zasilana jest z rozdzielnicy 15kV stacji transformatorowej RE9 S-643 „WUKO”, własności Tauron Dystrybucja S.A, zlokalizowanej w bezpośrednim sąsiedztwie oczyszczalni, również przy ulicy Cegielnianej (Warunki Przyłączenia nr DD/TT3-W.9.238/6828/13226/05 z dnia 05.12.2005).

Przyłącze nr 1 - linia kablowa typu HAKnFtA 3x120 o długości około 120m – z pola nr 6 rozdz. 15kV własności OSD do pola nr 3 (sekcja I) rozdzielnicy 15kV oczyszczalni (budynek nr 14).

Przyłącze nr 2 - linia kablowa typu HAKnFtA 3x120 o długości około 130m – z pola nr 5 rozdz. 15kV własności OSD do pola nr 5 (sekcja II) rozdzielnicy 15kV oczyszczalni (budynek nr 14).

Moc przyłączeniowa dla każdego z przyłączy wynosi 650kW.

Miejsce dostarczania energii elektrycznej - zaciski głowic kablowych na odpływach z rozłączników w polach stacji transformatorowej RE9 S-643 „WUKO” własności Tauron Dystrybucja S.A.

Kable zasilające SN poza oczyszczalnią prowadzone są w ziemi, a na terenie oczyszczalni w betonowym kanale kablowym.

Stacja transformatorowa 15/0,4kV oczyszczalni (znajdująca się w części budynku nr 14) obejmuje obecnie:

- rozdzielnicę 15kV, typu RUe, prod. Elektromontaż Wrocław, rok 1997 – 7 pól;
- transformator nr 1, 15,75/0,4kV, olejowy, typu TNOSI 660/15 PNS;
- transformator nr 2, 15,75/0,4kV, olejowy, typu TNOSI 660/15 PNS;
- rozdzielnicę dwusekcyjną RG 400/230V, typu ZUR/Ł92 z baterią kondensatorów BKT-88, 150kVAr, (2 szt.);
- tablicę pomiaru energii elektrycznej TL (pomiar podstawowy i rezerwowy).

Stan istniejący pokazano na poniższych zdjęciach oraz na rysunku nr E-01.

Istniejący kanał kablowy (do wykorzystania)

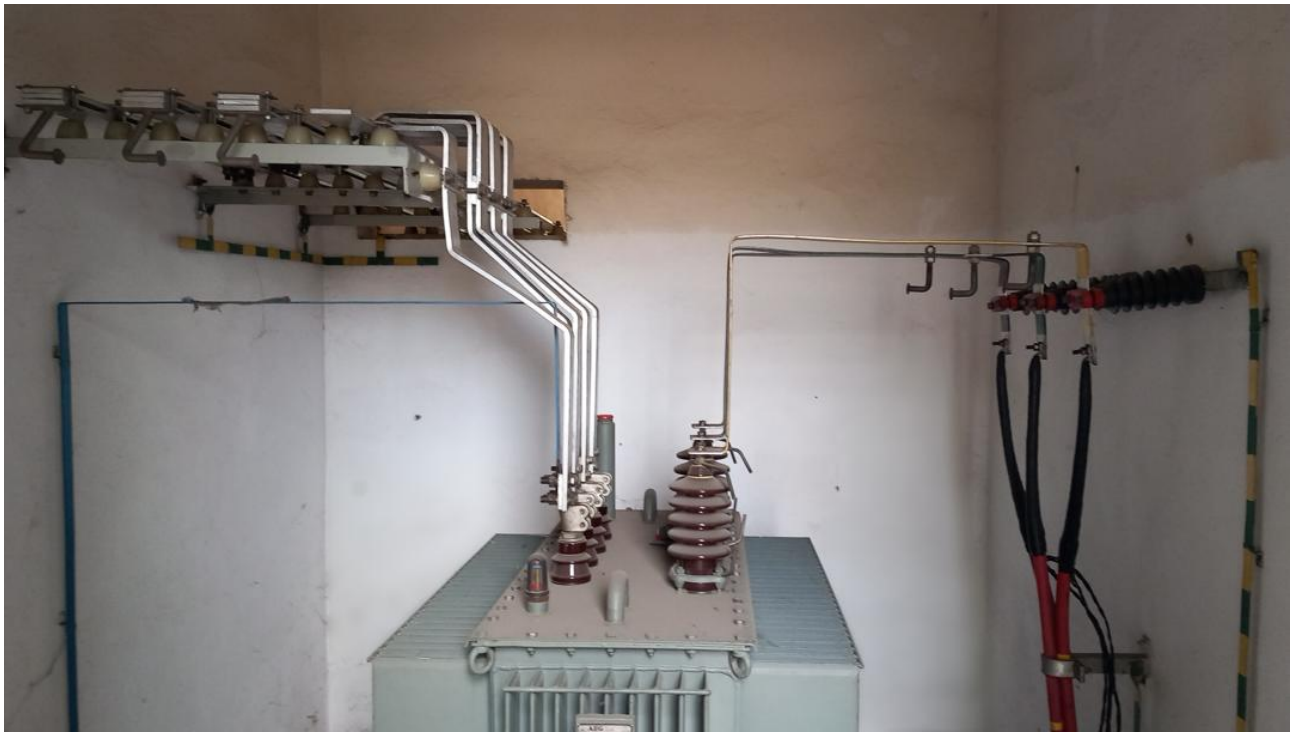


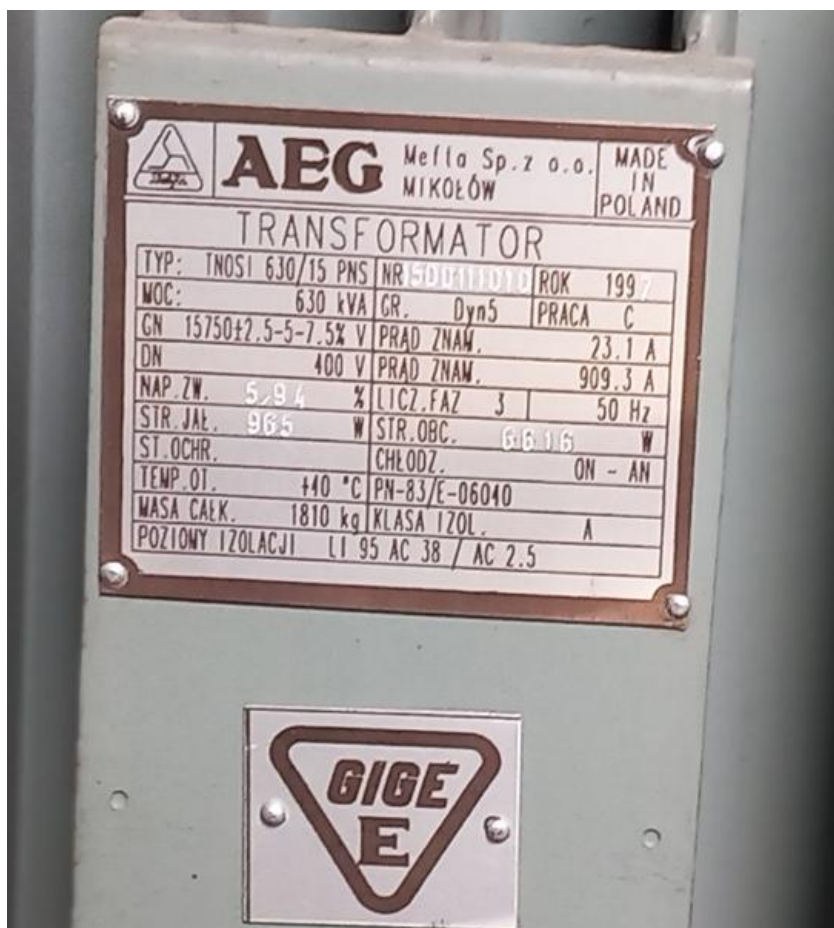


Rozdzielnica 15kV (do demontażu i wymiany na nową)



Transformatory (oszynowanie do demontażu i wymiany na kable)





Pomieszczenie rozdzielnic głównej 400V (rozdzielnica do demontażu i wymiany na nową)



Kanały kablowe do likwidacji (poza krótkimi odcinkami od strony wejścia do pomieszczenia)



Rozdzielnice do przeniesienia na podłogę techniczną podniesioną





Tablica licznikowa TL oraz rozdzielnica oświetlenia zewnętrznego ROZ – bez zmian



2.2. Opis układu zasilania (stan projektowany)

2.2.1. Linia zasilająca 15kV

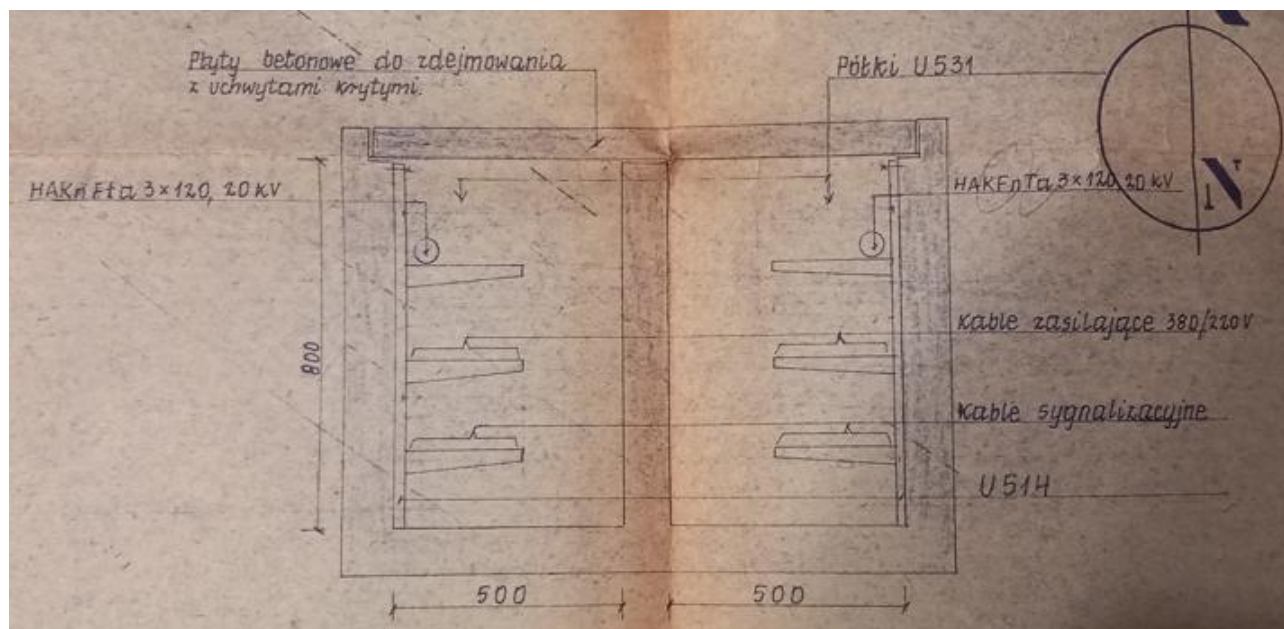
W zakresie obu przyłączy oczyszczalni na napięciu 15kV przy ulicy Cegielnianej, projektowana jest wymiana istniejących kabli zasilających SN 3-żyłowych na nowe kable 1-żyłowe typu XRUHAKXS o przekroju żył 120 mm².

Kable będą prowadzone po istniejących trasach, tj. od stacji nr RE9 S-643 „WUKO” poza terenem oczyszczalni w ziemi pod drogą dojazdową i dalej do istniejącego kanału kablowego na terenie oczyszczalni, aż do kanału kablowego w pomieszczeniu rozdzielnic 15kV w budynku nr 14 i docelowo z kanału pod podłogą techniczną do rozdzielnic. W przypadku problemów z drożnością istniejących rur ochronnych w których prowadzone są kable pod drogami, należy je udrożnić, albo wymienić na nowe.

Istniejący kanał należy oczyścić, ewentualne ubytki w ściankach wypełnić, a istniejące drabiny kablowe wymienić na nowe, ocynkowane metodą zanurzeniową zgodnie z normą PN-EN ISO 1461.

Kable układać zgodnie z normą N SEP-E 004 i oznaczyć trwałymi i czytelnymi oznacznikami z podaniem przynajmniej typu i numeru kabla oraz roku ułożenia.

Rysunek prowadzenia kabli istniejących w kanale kablowym (dokumentacja archiwalna).



2.2.2. Rozdzielnica RGSN 15kV

Projektowana jest wymiana istniejącej 7-polowej, jednosystemowej, dwusekcyjnej rozdzielnic 15kV na nową 8-polową rozdzielnicę w izolacji powietrznej, jednosystemową, dwusekcyjną, czteroprzedziałową w wykonaniu szafowym, przyściennym o następujących parametrach technicznych:

- napięcie znamionowe rozdzielnic – 17,5kV,
- prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych – 630A,
- prąd znamionowy pól odpływowych – 630A,
- prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (3s) – 16 kA,
- odporność na działanie łuku wewnętrznego (1s) – 31,5kA,
- prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany – 40kA,
- klasa odporności na łuk wewnętrzny – AFLR,
- stopień ochrony – IP41,
- napięcie sterowania 230V AC.
- szerokość pól zasilających i pomiaru napięcia – do 600mm,
- szerokość pól odpływowych/transfornatorowych – do 800mm,
- głębokość pól – do 1250mm.

Pola zasilające wyposażone będą w wyłącznik w wersji wysuwnej o prądzie znamionowym 630A, sterownik polowy z funkcjami zabezpieczeniowymi, przekładniki prądowe w klasie 0,2s, uziernik oraz transformator potrzeb własnych 15/0,23kV o mocy 2,5kVA.

Z Przeciwpozarowego Wyłącznika Prądu (PWP), zabudowanego na ścianie zewnętrznej budynku w okolicach wejścia do rozdzielnic RGSN, wyprowadzony zostanie na cewki wybijałkowe wyłączników w polach zasilających, sygnał wyłączenia pól, pozbawiający napięcia cały obiekt.

Pola pomiaru napięcia, wyposażone w przekładniki napięciowe w klasie 0,2 oraz uziernik.

Pola odpływowe, transformatorowe, wyposażone w rozłączniki bezpiecznikowe oraz uziernik.

Pole sprzęgła, wyposażone w wyłącznik w wersji wysuwnej o prądzie znamionowym 630A oraz uziernik. Pole odcinacza, wyposażone w zwieracz w wersji wysuwnej.

Rozliczeniowy pomiar energii elektrycznej (układ podstawowy i rezerowy dla obu przyłączy) w postaci istniejącej tablicy licznikowej TL z czterokwadrantowymi licznikami energii elektrycznej, pozostanie bez zmian. Obwody pierwotne układów rozliczeniowych składać się będą z przekładników prądowych i napięciowych zabudowanych w polach nowej rozdzielnic RGSN, legalizowanych i przystosowanych do plombowania.

Zakres zmian (oprócz nowej rozdzielnicy) sprowadza się również do wymiany przewodów łączących przekładniki z tablicą licznikową, które należy prowadzić w rurkach instalacyjnych na całej długości trasy, a w pomieszczeniu RGnn pod podłogą techniczną.

Sterowniki polowe z klawiaturą alfanumeryczną, dotykową obsługą menu i logiki, składające się z jednostki centralnej i odrębnego, montowanego na elewacji rozdzielnicy, panelu operatorskiego z kolorowym wyświetlaczem min. 6 cali.

Konstrukcja rozdzielnicy zapewni ochronę obsługi przed skutkami łuku elektrycznego, powstałego wewnątrz obudowy. Wymaga się, aby rozdzielnica w osłonie metalowej była badana prądem zwarciovym (wg obliczeń elektrycznych) w warunkach wyładowania łukowego w czasie min. 0,1 s, lecz nie krótszym niż czas nastawienia urządzeń zabezpieczających.

Dostarczona rozdzielnica musi posiadać deklarację zgodności wystawioną na podstawie weryfikacji konstrukcji rozdzielnicy zgodnie normą PN-EN 61439.

Na końcówkach szyn zbiorczych należy zamontować nakładki izolacyjne.

Rozdzielnica wyposażona będzie także w zespół blokad ruchowych, jak niżej (wymagane minimum):

- Blokada przestawienia członu ruchomego do pozycji „PRACA” przy zamkniętym uziemniku
- Blokada otwarcia drzwi przedziału członu wysuwnego w przypadku, gdy człon wysuwny znajduje się w pozycji „PRACA” bądź pośredniej
- Blokada jednoczesnego pozostawienia korb manewrowych w gniazdach członu wysuwnego i uziemnika
- Blokada zapobiegająca przestawieniu członu ruchomego z położenia „PRÓBA” do położenia „PRACA” i odwrotnie, gdy wyłącznik jest zamknięty
- Blokada zapobiegająca zamknięciu wyłącznika w przypadku, gdy wózek członu ruchomego znajduje się w pozycji pośredniej pomiędzy „PRÓBA” a „PRACA”
- Blokada zapobiegająca zamknięciu uziemnika w przypadku, gdy człon ruchomy znajduje się w pozycji „PRACA” lub pośredniej
- Blokada uziemnika zapobiegająca zamknięciu uziemnika w przypadku, gdy strona uziemiana jest pod napięciem
- Blokada zapobiegająca otwarciu drzwi przedziału kablowego w przypadku, gdy uziemnik jest otwarty
- Blokada zapobiegająca przestawieniu członu wysuwnego do pozycji „PRACA” w przypadku, gdy drzwi przedziału członu ruchomego są otwarte

- Blokada zapobiegająca otwarciu drzwi przedziału kablowego w przypadku, gdy uziemnik jest otwarty
- Blokada zapobiegająca przestawieniu członu wysuwnego do pozycji „PRACA” w przypadku, gdy drzwi przedziału członu ruchomego są otwarte
- Blokada zapobiegająca otwarciu uziemnika w przypadku, gdy drzwi przedziału kablowego są otwarte
- Automatyczna blokada przypadkowego otwarcia przesłon ruchomych w przedziale członu wysuwnego, gdy człon znajduje się poza polem rozdzielczym

Zgodnie z zapisami Instrukcji Współpracy Ruchowej (IWR) pomiędzy PWiK w Brzegu, a Tauron Dystrybucja w Opolu z 2018 roku, niedopuszczalna jest praca stacji „Brzeg Oczyszczalnia Ścieków PWiK” OPZ 95036 z załączonym łącznikiem sekcji przy zasilaniu z obu przyłączy. W rozdzielnicy zastosowano blokady od załączenia rozdzielnicy do pracy równoległej.

Schemat strukturalny rozdzielnicy przedstawiono na rysunku nr E-02.

2.2.3. Rozdzielnica RGnn 400V

Projektowana jest wymiana istniejącej, dwusekcyjnej rozdzielnicy 400V na nową rozdzielnicę szafową, wolnostojącą, dwusekcyjną, wyposażoną w szyny główne i odpływowe wykonane z miedzi, zasilaną kablowo z istniejących transformatorów 15/0,4kV.

Kable zasilające dobrane zostały do obciążenia mocą zgodną z bilansem zawartym w PFU.

Rozdzielnica zostanie wyposażona w most szynowy sprzęgłowy w wykonaniu min. IP34 z szynami aluminiowymi.

Zaprojektowano rozdzielnicę niskiego napięcia w stalowej obudowie, posiadającą weryfikację typu poprzez testy (z uwzględnieniem weryfikacji konstrukcji poprzez testy na połączenia z systemami szynoprzewodów, tego samego producenta co producent rozdzielnicy i aparatury łączeniowej), weryfikacja typu poprzez testy zgodnie z normą IEC61439-1 oraz normami DIN EN 60439-1 i DIN VDE 0660-500.

Bezpieczeństwo obsługi rozdzielnicy powinno być zapewnione poprzez weryfikację typu poprzez testy dla zwarć łukowych zgodnie z IEC 61641.

Dla potrzeb ochrony przepięciowej przewidziano zainstalowanie w polach zasilających rozdzielnicy ochronników przepięciowych klasy 1+2.

System rozdzielnic – konstrukcja stalowa, skręcana, z płytami po bokach, na górze i na dole.

Rozdzielnica z układem szyn zbiorczych umieszczonym na plecach z obsługą od frontu, przedział kablowy z boku.

Wyłączniki w polach zasilających i sprzęgłowym wysuwne. Pozostała aparatura w wersji stacjonarnej. Na dachu rozdzielnicy umieszczone kłapy wydmuchowe.

Drzwi otwierane pod kątem 180° z zamkiem zapobiegającym przypadkowemu otwarciu.

Przedział aparatuowy i przedział kablowy odseparowane odpowiednimi osłonami.

Forma zabudowy wewnętrznej dla pól zasilających 4B (Separacja pomiędzy szynami zbiorczymi i wszystkimi jednostkami funkcjonalnymi, separacja pomiędzy wszystkimi jednostkami funkcjonalnymi, separacja pomiędzy przyłączami wszystkich przewodów wchodzących z zewnątrz do danej jednostki funkcjonalnej i przyłączami wszystkich innych jednostek funkcjonalnych oraz szynami zbiorczymi, przyłącza nie znajdują się w tym samym przedziale co podłączona jednostka funkcjonalna), a dla pól odpływowych 2B (Separacja pomiędzy szynami zbiorczymi i jednostkami funkcjonalnymi. Separacja pomiędzy przyłączami i szynami zbiorczymi.)

Pola zasilające powinny być wyposażone w wyłączniki mocy ACB z zabezpieczeniem elektronicznym umożliwiającym montaż modułu komunikacyjnego.

Wszystkie dokumenty, deklaracje zgodności powinny być dostarczone w języku polskim.

Zaprojektowano wyłącznik główny do zabudowy wysuwnej z ramą wysuną:

Wyłączniki główne:

Wyłącznik główny w zabudowie wysuwnej, 3-biegunowy o prądzie znamionowym $I_n=2000A$, $I_{cu}=50kA$ dla 500V AC. Wyłącznik wyposażony w mechaniczny wskaźnik gotowości łączeniowej oraz sterowanie zdalne. Wyłącznik ma możliwość sprawdzenia charakterystyki zadziałania w całym okresie eksploatacji za pomocą dedykowanego testera. Wyzwalacz nadprądowy wyposażony w funkcję monitorowania obciążenia, funkcję autotestu, opcję komunikacji oraz diody LED do sygnalizacji przyczyny wyzwolenia. Wartość prądu wyzwolenia przechowywana w pamięci wyłącznika i wyświetlana na wyświetlaczu wyłącznika. Opcjonalnie pomiar prądu zintegrowany w wyłączniku.

Na odpływach zabudować rozłączniki bezpiecznikowe listowe poziome w wersji wtykowej z możliwością zabudowy przekładników prądowych oraz amperomierza. Analizatory parametrów sieci zabudowane na elewacji pola kablowego.

W każdej sekcji rozdzielnicy, przewidzieć osobną szafę do zasilania obiektu przy ul. Oławskiej

(zasilanie podstawowe i rezerwowe), wyposażoną w wyłącznik, przekładniki prądowe oraz analizator parametrów sieci. W szafach tych przewidzieć odpowiednią ilość miejsca pod wprowadzenie kabli zasilających (kilka kabli jednożyłowych na fazę), dobór kabli w etapie II inwestycji (poza zakresem niniejszego projektu).

Obiekt przy ul. Oławskiej oddalony jest od rozdzielnic RGnn o ponad 400m (w linii prostej).

Pole zasilające z agregatu prądotwórczego wyposażać w wyłącznik, przekładniki prądowe i analizator parametrów sieci. Agregat załączany będzie ręcznie po zaniku napięcia sieciowego przez obsługę obiektu.

Rozdzielnica główna zaprojektowana w osłonach metalowych: malowana proszkowo.

Drzwi: malowane proszkowo.

Dane techniczne:

Kategoria przepięciowa III

Znamionowe napięcie izolacji 1000 V AC

Napięcie znamionowe 400 V AC

Częstotliwość znamionowa 50 Hz

Prąd znamionowy 2000 A dla temperatury otoczenia 35 °C

Stopień ochrony IP 41

Klasa ochrony 1

Zdolność zwarciova szyn głównych (Icw) 35 kA - dla czasu trwania zwarcia (tk) 1s

Głowice przyłączeniowe (dla szynoprzewodu sprzęgłowego) do rozdzielnic posiadające weryfikację typu poprzez testy zgodnie z IEC 61-439 dla całego zestawu (szynoprzewód, rozdzielnica, wyłącznik mocy pochodzące od tego samego producenta).

- Szynoprzewody powinny zapewniać pełną obciążalność w przypadku konieczności montażu na płasko;
- Szynoprzewody powinny posiadać system montażu zapewniający łatwą konfigurację i instalację;
- Wymiary zewnętrzne obudowy nie powinny przekraczać 160x200mm;
- Stopień ochrony min. IP34;
- Materiał przewodnika aluminium niklowane i cynowane na całej długości;
- Zapewnienie ochrony przed korozją i niskiej wagi poprzez zastosowanie w 100% aluminiowej obudowy;
- Szynoprzewody powinny posiadać certyfikat poświadczający przejście testu pracy pod instalacją tryskaczową;

- System szynoprzewodów powinien posiadać bezobsługowe bloki łączeniowe nie wymagające dokręcania przez cały okres eksploatacji;
- System szynoprzewodów musi pochodzić od renomowanego producenta posiadającego oficjalne przedstawicielstwo w Polsce w celu zapewnienia odpowiednich gwarancji;

Z nowej rozdzielnicy w etapie I inwestycji, zasilane będą istniejące odpływy (jak na schemacie strukturalnym). W etapie II inwestycji (poza zakresem projektu) do rozdzielnicy przyłączone zostaną odpływy zgodne z projektem wykonawczym kolejnego etapu, uwzględniającym końcowe rozwiązania branżowe, obecnie ujęte w PFU przebudowy oczyszczalni oraz dodatkowo zasilanie z instalacji fotowoltaicznej.

W związku z powyższym na elewacji pół rozdzielnicy wykonać tymczasowe opisy odpływów, opisy docelowe będą wykonane po przebudowie oczyszczalni (etap II) i podpięciu docelowych odpływów.

W normalnych warunkach rozdzielnica będzie pracować z otwartym sprzęgłem, każdy transformator będzie pracował na własną sekcję rozdzielnicy.

Schemat strukturalny rozdzielnicy przedstawiono na rysunku nr E-14.

2.3. Podłoga techniczna podniesiona

W pomieszczeniu rozdzielnic RGSN i RGnn zamontowana zostanie podłoga techniczna, antyelektrostatyczna, wzmocniona. Podłoga będzie montowana na wysokości 600 mm nad nową posadzką betonową w pomieszczeniu rozdzielnic RGnn i 0,7m nad istniejącą posadzką w pomieszczeniu rozdzielnic RGSN.

W pomieszczeniu rozdzielnic RGSN powierzchnia podłogi podniesionej będzie miała około 87m², a w pomieszczeniu rozdzielnic RGnn około 116m².

Zaprojektowano podłogę podniesioną, składającą się z płyt o właściwościach antyelektrostatycznych.

Podstawą jest silnie sprasowana płyta wiórowa o grubości 38 mm, spód płyty - blacha stalowa ocynkowana, wierzch płyty aplikowany wykładziną PVC antyelektrostatyczną.

Boki płyty zabezpieczone przewodzącą taśmą PVC. Podłoga przystosowana do uziemienia, malowana płynem antypyłowym, wykończona listwą przyścienną z PVC.

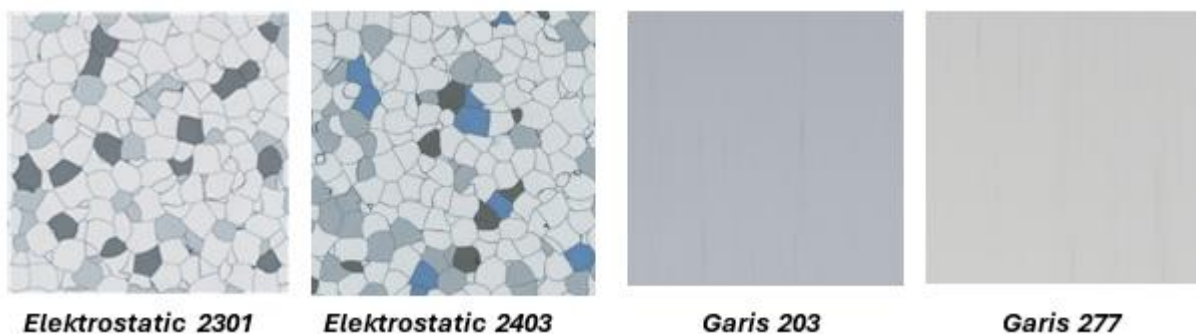


Konstrukcja wsporcza: wykonana z ocynkowanych profili C40, wsparta na regulowanych wspornikach stalowych, ocynkowanych, klejonych do podłoża. Ramy pod rozdzielnice/urządzenia wykonane z ocynkowanych profili C82, wkomponowane w podłogę podniesioną, klejone i dyblowane do podłoża. Boki płyty zabezpieczone przewodzącą taśmą PVC.

Parametry techniczne podłogi:

- klasa obciążenia	(6) 6,0 kN
- dopuszczalne obciążenie powierzchniowe	30 kN/m ²
- maksymalne obciążenie punktowe	8,9 kN
- opór elektryczny upływu podłogi	$R_u [\Omega] 5 \cdot 10^4 \leq R_u \leq 1 \cdot 10^9$
- współczynnik bezpieczeństwa	2
- klasa reakcji na ogień	Bfl-s1
- klasa odporności ogniowej	REI30

Aplikowane wykładziny (do wyboru przez Inwestora):



Warunki które muszą spełniać pomieszczenia do montażu podłóg podniesionych:

- temperatura nie niższa niż + 5°C,
- wilgotność względna nie większa niż 60%,
- pomieszczenia zakryte, zadaszone, zabezpieczone przed dostępem wody,
- podłoże stabilne - niekruszące,
- pomieszczenie puste, bez kabli i urządzeń itp.

System podłóg podniesionych posiada:

- Krajowy Certyfikat Stałości Właściwości Użytkowych Nr 020-UWB-1558/W
- Atest Higieniczny nr 106/322/106/2021
- Certyfikat nr EPD-2024-0065 Deklaracji Środowiskowej III typu

2.4. Instalacja oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego oraz gniazd

W pomieszczeniach rozdzielnic oraz w komorach transformatorowych wykonać nową instalację oświetlenia podstawowego i awaryjnego w oparciu o oprawy ze źródłami światła wykonanymi w technice LED. Oświetlenie podstawowe załączane będzie ręcznie.

Łączniki i osprzęt w wykonaniu natynkowym. Łączniki oświetleniowe należy montować

na wysokości 1,4 m od podłogi. Oprawy oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego pracujące w trybie „na ciemno”, załączające się po zaniku napięcia zasilającego opraw ośw. podstawowego, wyposażone we własne, autonomiczne źródło, zapewniające pracę opraw przez min. 1h. Oprawy awaryjne zostały rozmieszczone wewnątrz pomieszczeń, ciągach komunikacyjnych oraz w charakterystycznych miejscach i nad drzwiami, zgodnie z normą PN-EN 1838. Instalację gniazd 230V wykonać w oparciu o gniazda i osprzęt natynkowy w klasie ochronności IP44. Gniazda wtyczkowe montować na wysokości minimum 0,8 m od podłogi.

Oprawy oświetlenia podstawowego powinny spełniać następujące wymagania:

- źródło światła w postaci tzw. dywanów ledowych – zbiór diod ułożonych na modułach aluminiowych zapewniając równomierne rozłożenie mocy na dużej powierzchni, co skutkuje niską temperaturą pracy zapewniając dłuższą żywotność diod LED,
- trwałość: 80 000h (L70B10),
- THD $\leq 5\%$,
- zasilacze sekwencyjne posiadające współczynnik mocy $PF \cos\phi \geq 0,99$ minimalizujący wielkość poboru mocy biernej w stosunku do poboru mocy czynnej, filtry EMI charakteryzujące się zwiększonym poziomem zabezpieczeń przed zakłóceniami EMI, prąd rozruchowy $I_{INRUSH} = I_{NOM}$, sprawność elektryczna na poziomie 90%,
- poziom szczelności oprawy min. IP40,
- gwarancja min. 60 m-cy.

W projekcie zastosowano oprawy o następujących parametrach:

Oprawa oświetleniowa na źródła LED, IP66, IK08, , $Ra \geq 85$, $T_c = 4000K$; montaż nastropowy za pomocą kołków rozporowych lub za pomocą zwieszaków; wymiary $656 \times 72 \times 80 \text{ mm} \pm 10\%$, obudowa z samogasnącego poliwęglanu; uszczelka piankowa z pamięcią kształtu; klosz dyfuzyjny poliwęglan, ograniczający oślnienie; klipsy dociskowe wykonane z PC lub INOX; układ zasilający: sekwencyjny elektroniczny LED $\cos\phi \geq 0,99$, THD $\leq 5\%$, prąd rozruchowy $I_{INRUSH} = I_{NOM}$, sprawność elektryczna ≥ 90 ; w standardzie Smart CLO; pobór mocy: $\leq 25 \text{ W}$; temperatura pracy: $-20^\circ\text{C} \div +35^\circ\text{C}$; szeroki kąt rozsyłu min. 135° , skuteczność świetlna $\geq 148 \text{ lm/W}$; strumień świetlny $\geq 3700 \text{ lm}$.

Moc opraw nie powinna być wyższa, a strumień mniejszy od opraw referencyjnych. Trwałość strumienia, stopień ochrony, stopień szczelności, kąt rozsyłu, wskaźnik oddawania barw, współczynnik mocy nie mogą być gorsze niż ww. opraw referencyjnych.

Oprawy oświetlenia awaryjnego powinny spełniać następujące wymagania:

- napięcie zasilania – 230V,
- materiał obudowy – poliwęglan (850°C),
- kolor obudowy – biały,
- jednofunkcyjna - tryb awaryjny,
- źródło światła w postaci wysokosprawnych LED,

- trwałość: 50 000h (L70B10),
- poziom szczelności oprawy montowanej wewnątrz budynku min. IP40,
- poziom szczelności oprawy montowanej na zewnątrz budynku min. IP54,
- minimum IK03,
- gwarancja min. 60 m-cy.

W projekcie zastosowano oprawy o następujących parametrach:

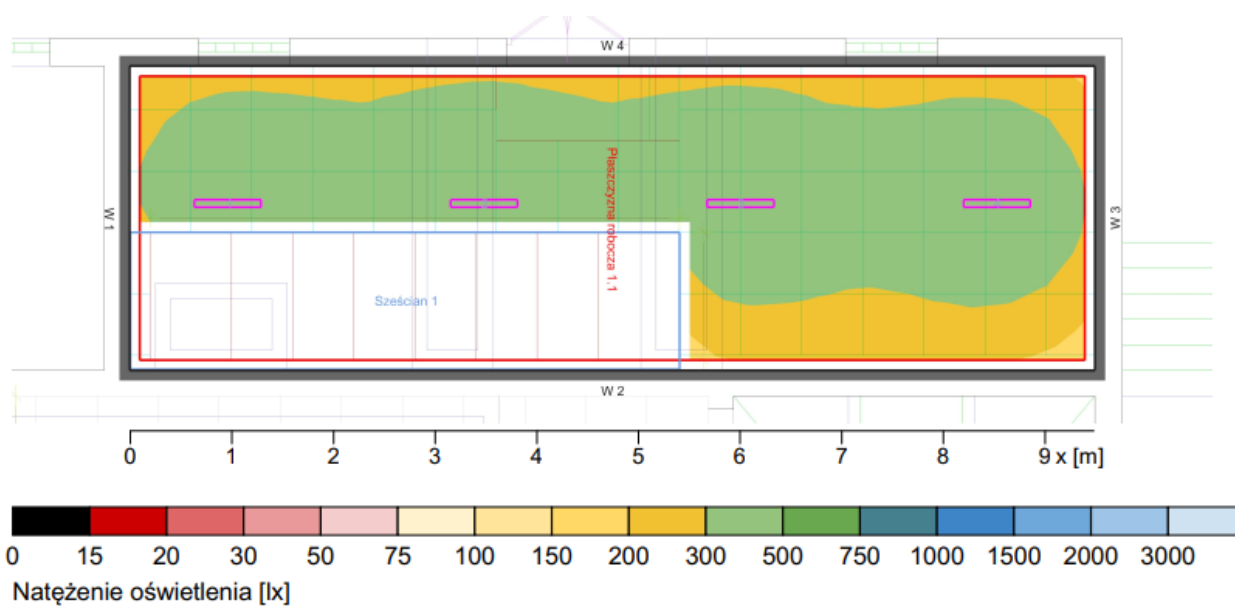
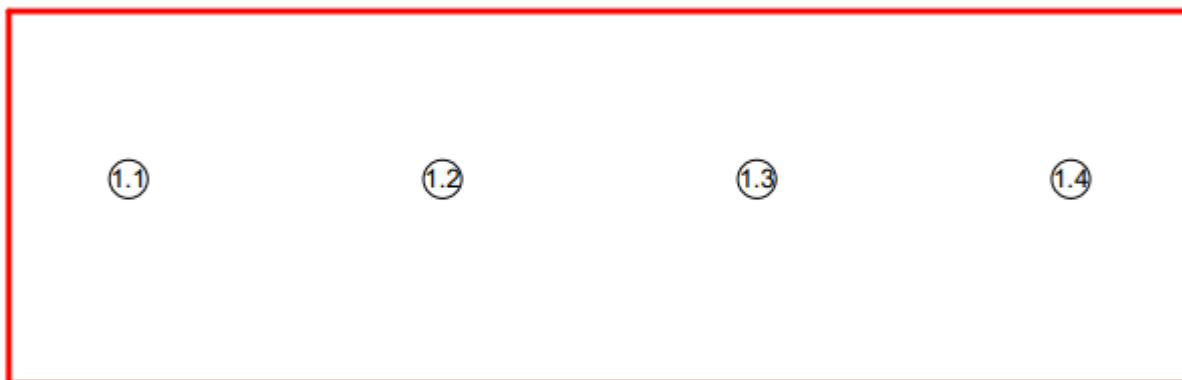
- oprawy ewakuacyjne z piktogramami – 96lm, 3W,
- oprawa kierunkowa - 1lm, 4W,
- oprawy awaryjne w pomieszczeniach rozdzielnic – 250lm, 4W,
- oprawy montowane na zewnątrz wyposażone w grzałkę – montaż naścienny, 250lm, 4W, oświetleniowa na źródła LED, IP66, IK08, , Ra≥85, Tc=4000K; montaż nastropowy, 60lm, 3W.

Oprawy ośw. awaryjnego powinny mieć możliwość współpracy z centralą nadzoru i kontroli pracy opraw, tworzących jeden spójny system monitoringu. Centrala poza zakresem projektu – zostanie dobrana i dostarczona w kolejnym etapie inwestycji.

Oprawy oświetlenia podstawowego i awaryjnego pomiędzy sekcjami rozdzielnic RGnn oraz centralnie naprzeciw wejścia do budynku i w pomieszczeniu rozd. RGSN, montowane będą na wysokości 2,7m na korytkach kablowych perforowanych, ocynkowanych o wymiarach 50x50mm. Korytka zostaną podwieszone do stropu na prętach stalowych gwintowanych ocynkowanych o przekroju min. $\varnothing 6$ z wykorzystaniem akcesoriów systemowych (wieszaki, zapinki itp.). Pozostałe oprawy montowane będą na ścianach na wysokości 2,2m, a w komorach transformatorowych oprawy ośw. podstawowego na wysokości 2,3m, a awaryjne na wys. 2,5m.

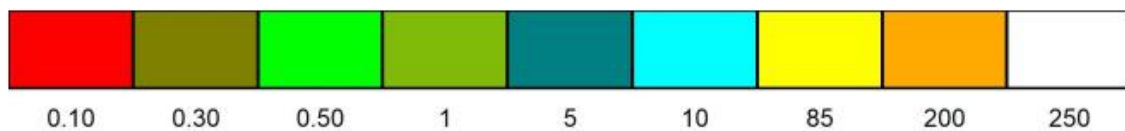
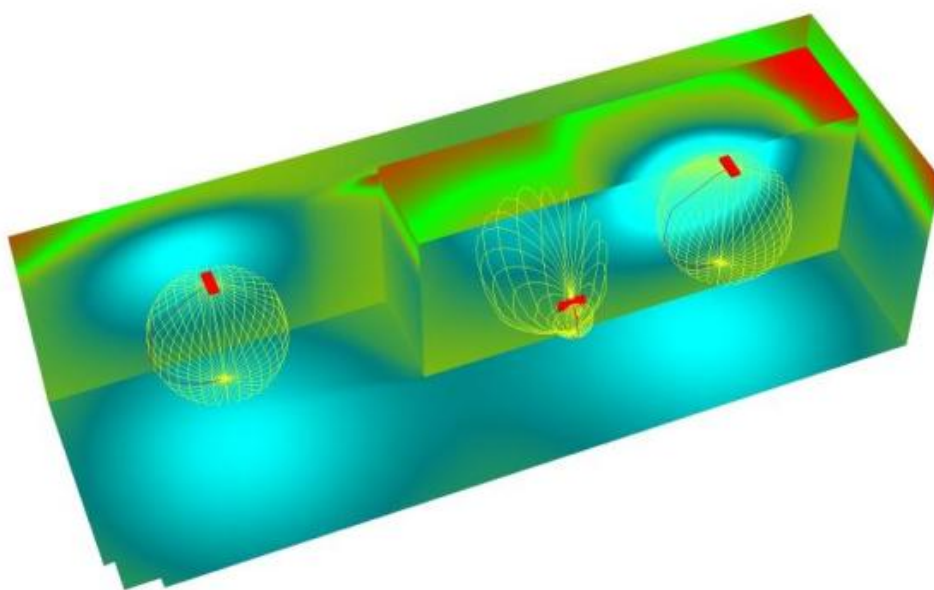
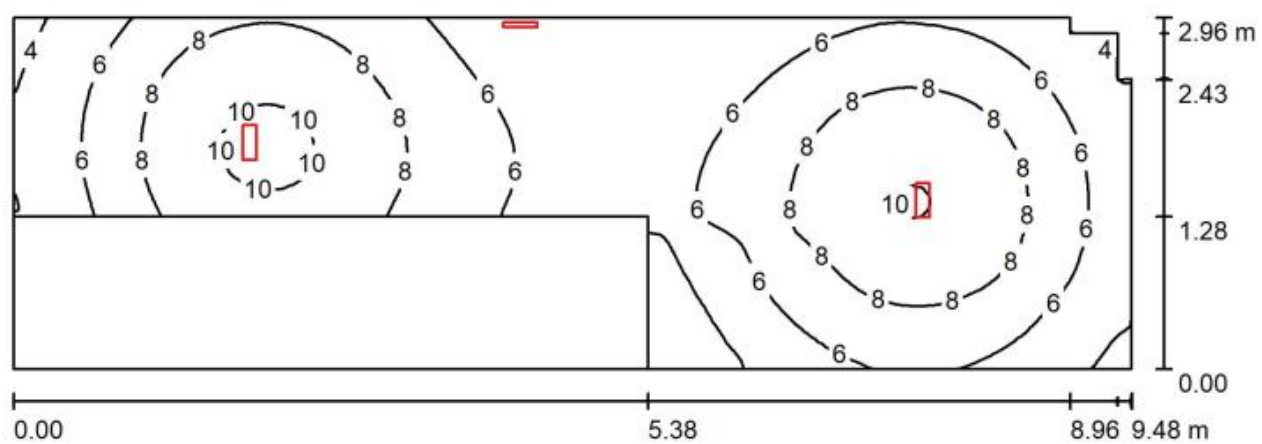
Obliczenia natężenia oświetlenia dla poszczególnych pomieszczeń:

- pomieszczenie rozdzielnicy RGSN – oświetlenie podstawowe;



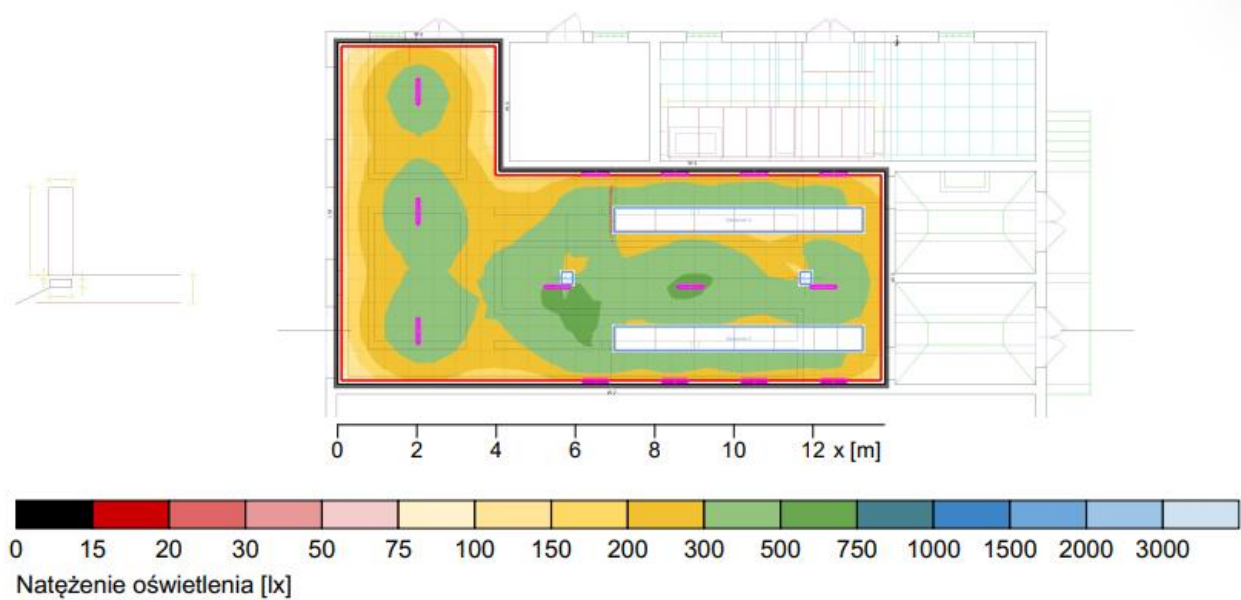
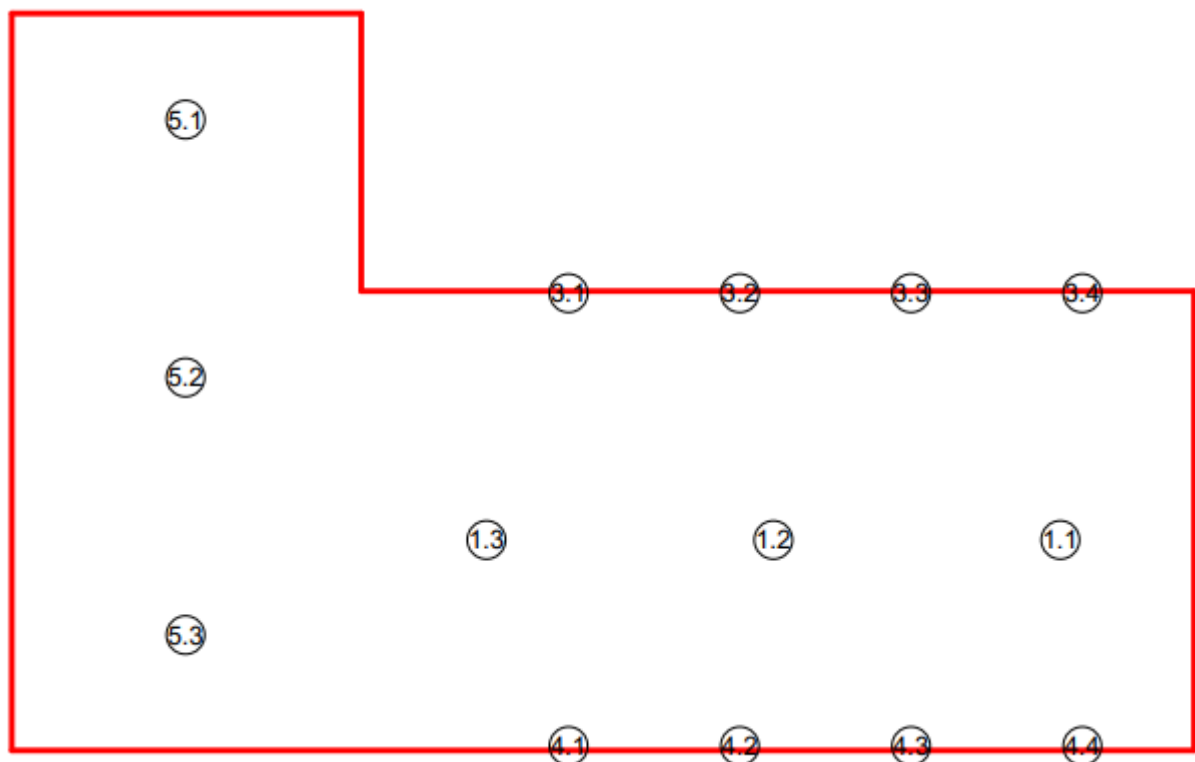
	W poziome	cylindryczne
\bar{E}_m	322 lx	168 lx
E_{min}	177 lx	100 lx
$E_{min}/\bar{E}_m (U_o)$	0.55	0.60
$E_{min}/E_{max} (U_d)$	0.34	
E_z/E_h		0.46
Pozycja	0.85 m	1.20 m
Rug (--- ---)	---	

- pomieszczenie rozdzielnicy RGSN – oświetlenie awaryjne;

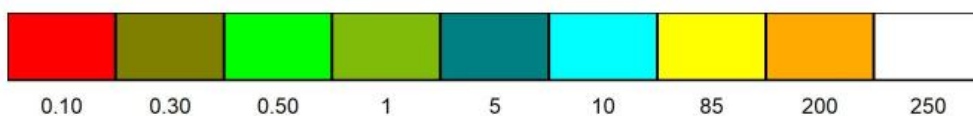
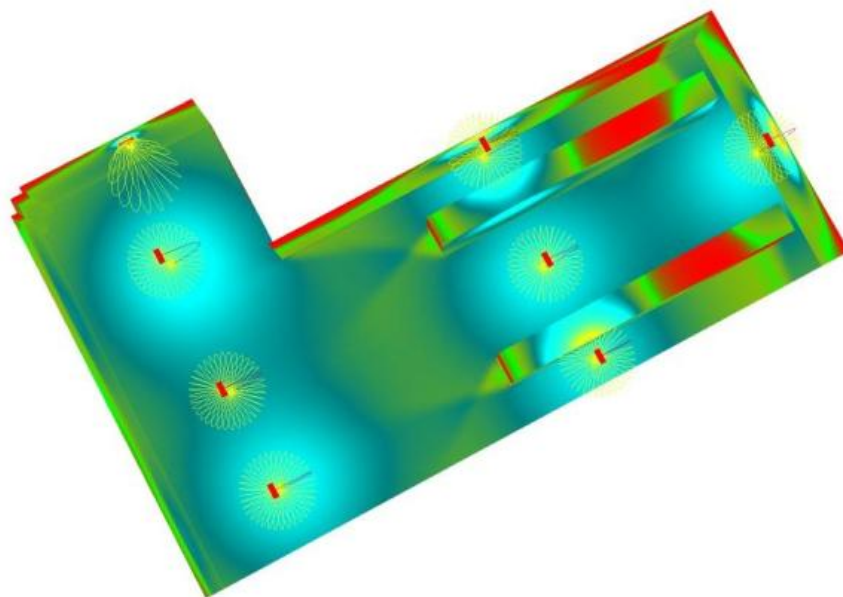
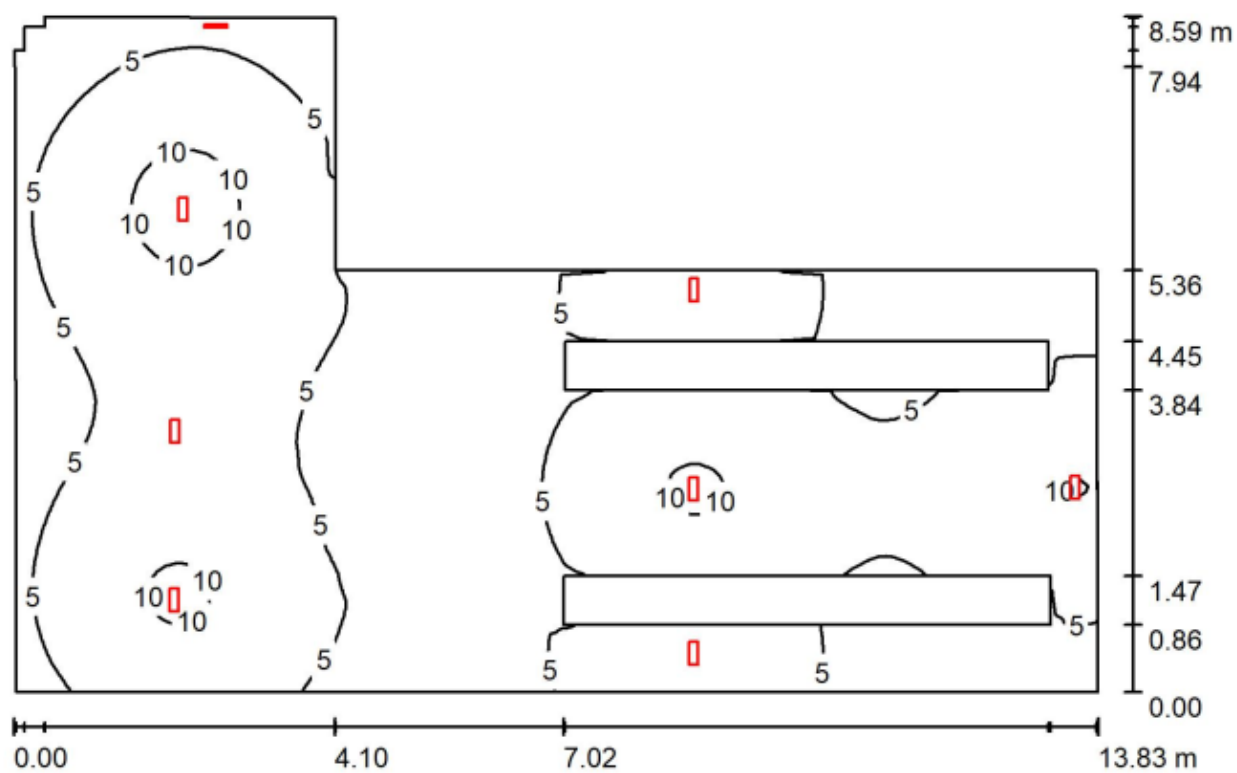


lx

- pomieszczenie rozdzielnic RGnn – oświetlenie podstawowe;

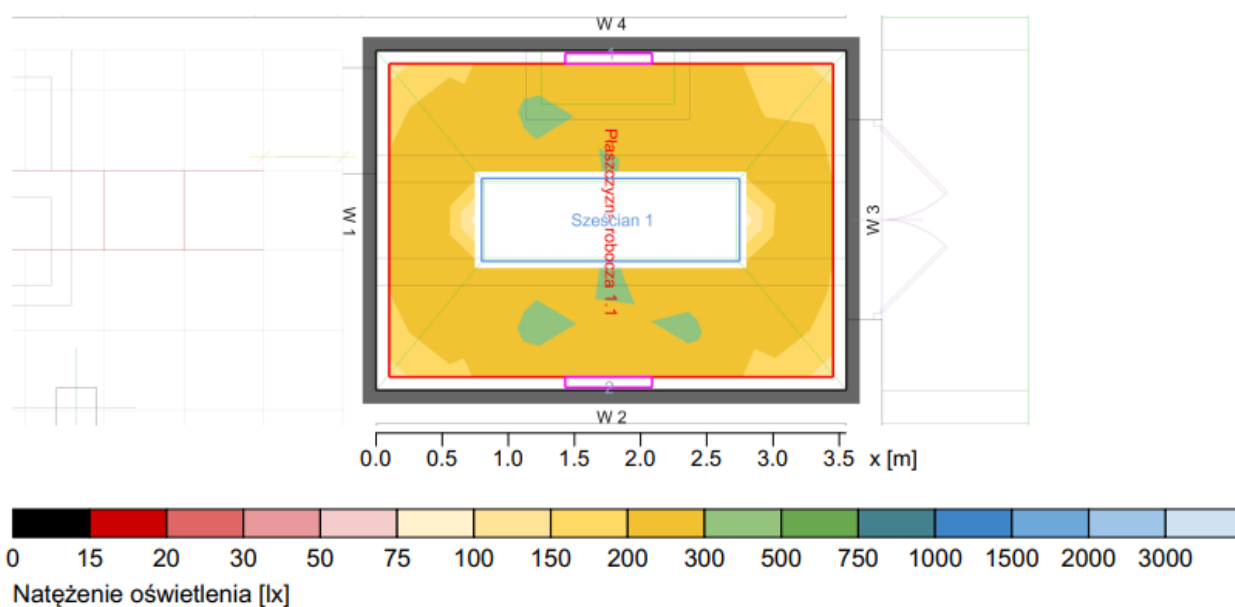


- pomieszczenie rozdzielnic RGnn – oświetlenie awaryjne;

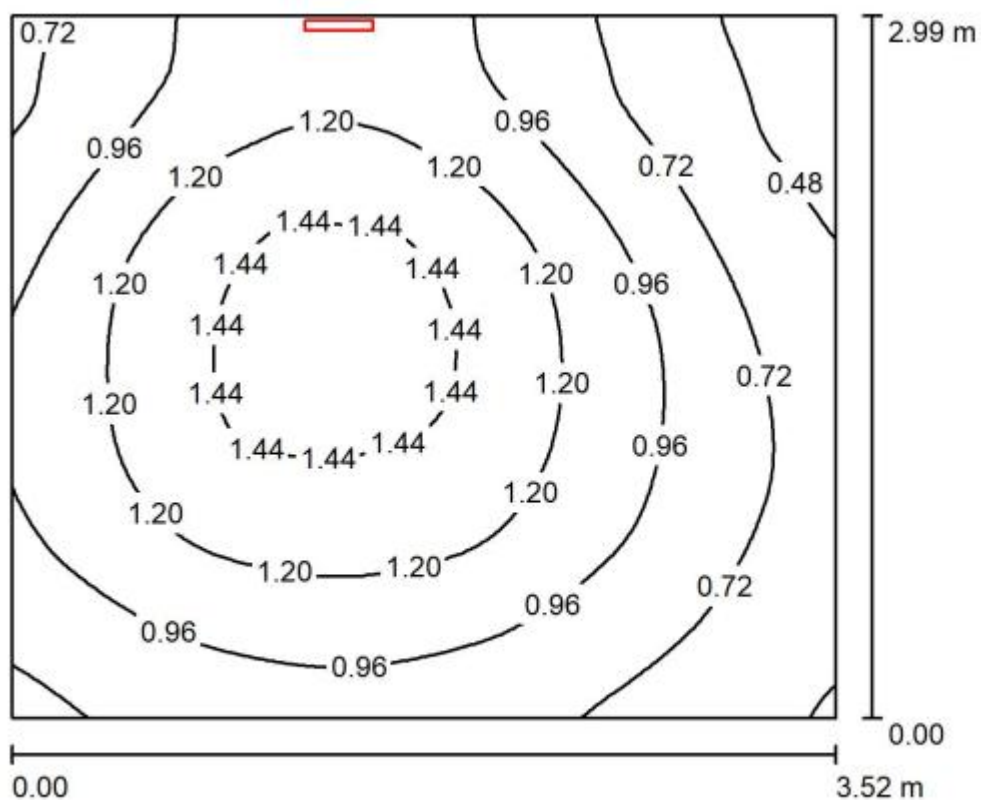


lx

- komora transformatora – oświetlenie podstawowe;



- komora transformatora – oświetlenie awaryjne;



Wysokość pomieszczenia: 2.700 m, Wysokość montażu: 2.500 m,

2.5. Agregat prądotwórczy

Dla zasilania awaryjnego najważniejszych odpływów obiektu w razie zaniku napięcia sieciowego, przewidziano agregat prądotwórczy diesla w obudowie wyciszonej. Montaż agregatu będzie zrealizowany na podwyższonym fundamencie obok budynku nr 14 w możliwie bliskiej odległości od rozdzielnic głównej RGnn. W fundamencie należy wyprowadzić rury ochronne 2xØ110 dla kabli siłowych łączących agregat z rozdzielnicą RGnn. Kable będą posiadały żyły miedziane, wielodrutowe. Agregat dobrano zgodnie z bilansem mocy urządzeń niezbędnych do funkcjonowania oczyszczalni w najgorszych możliwych warunkach, tj.: kraty, pompy 3x30kW (ob. przy ul. Oławskiej), pompy 4x46kW (ob. 3), urządzenia obiektów 3C i 3D, dmuchawa 132kW (ob. 14). Łączna moc tych urządzeń to około 440kW.

2.6. Trasy kablowe wewnętrzne

Kable zasilające pomiędzy rozdzielnicą RGSN, a transformatorami prowadzić w pomieszczeniu rozdzielni pod podłogą techniczną, a dalej w istniejących kanałach i przez istniejące przepusty. Kabel zasilający do transformatora nr 2 prowadzić ze skrajnego pola sekcji II do komory transformatora w istniejącej rurze ochronnej Ø150.

Pod podłogą techniczną ułożyć drabiny kablowe cynkowane zanurzeniowo.

Główne trasy kablowe w pomieszczeniu rozdzielni RGnn wykonać z drabin ocynkowanych metodą zanurzeniową zgodnie z normą PN-EN ISO 1461 wg rysunku E-27.

Stosować osprzęt i akcesoria systemowe ocynkowane tego samego producenta co główne trasy kablowe. Drabiny kablowe pod podłogą techniczną montować dopiero po jej wykonaniu.

Przejścia kabli i przewodów przez ściany i stropy należy wykonywać w rurach ochronnych z tworzywa sztucznego i uszczelniać przeciwpożarowo za pomocą masy uszczelniającej pęczniejącej. Wszystkie kable i przewody wyprowadzane z budynku na zewnątrz, powinny być w osłonach z zastosowaniem uszczelnień przed wnikaniem wilgoci, istniejące przepusty uszczelnić.

Przy przejściach przez strefy oddzielenia pożarowego stosować przepusty o odporności ogniowej równej odporności ogniowej ścian.

2.7. Instalacja uziemiająca

Jak wynika z dokumentacji archiwalnej, Istniejąca instalacja uziemiająca stacji wykonana jest z bednarki Fe-Zn 40x4 zakopanej w ziemi wzdłuż ścian budynku na głębokości 1m, dodatkowo wbitych jest 9 prętów Ø30 o długości 6m każdy.

Wszystkie dostępne metalowe części urządzeń nie przeznaczone do pracy pod napięciem (nie stanowiące części obwodu elektrycznego) należy połączyć z główną szyną uziemiającą

budynku. Główną szynę uziemiającą należy zainstalować w pomieszczeniu rozdzielni lub w bezpośrednim sąsiedztwie.

Stalowe schody należy uziemić bednarką Fe-Zn co najmniej 30x4mm.

Nową instalację uziemiającą w pomieszczeniach wykonać z bednarki Fe/Zn pod podłogą techniczną i połączyć z istniejącym uziemieniem w istniejących (zasypywanych) kanałach kablowych.

W stacji do głównej magistrali uziemiającej należy podłączyć:

- Rozdzielnicę RGSN – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm];
- Rozdzielnicę RGnn – bednarką Fe/Zn 40x5 [mm];
- Drzwi, futryny – linką LgY 25 mm²;

Instalację uziemiającą wykonaną wewnątrz budynku należy pomalować w żółto-zielone pasy.

Instalację uziemień i przewodów ochronnych należy wykonać zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-54.

Środki ochrony przed dotykiem pośrednim należy wykonać zgodnie z wymogami normy PN-IEC 60364-4-41.

2.8. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim urządzeń elektrycznych (ochrona podstawowa) będzie zrealizowana przez zastosowanie odpowiedniej izolacji roboczej, obudów (osłon) lub umieszczeniem ich poza zasięgiem dotyku. Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zostanie zrealizowana przez :

- W sieci średniego napięcia (15 kV) poprzez stosowanie uziemienia. Ochronie podlegają wszystkie dostępne metalowe części nie przeznaczone do pracy pod napięciem (nie stanowiące części obwodu elektrycznego).
- W sieci 0,4 kV pracującej w układzie TN, tj. z uziemionym punktem zerowym, zarówno w obwodach 3- jak i 1-fazowych zgodnie z PN-IEC 60364-4-47 przez zastosowanie szybkiego wyłączenia w przypadku przekroczenia napięcia dotykowego bezpiecznego (wyłączniki samoczynne).

Instalację przeciwporażeniową należy wykonać zgodnie z przepisami zawartymi w:

- w normie PN-E-05115 dla instalacji o napięciu znamionowym powyżej 1kV,
- w normie PN-IEC-60364 (komplet norm) dla instalacji o napięciu znamionowym poniżej 1kV.

Po wykonaniu instalacji należy sprawdzić przy pomocy pomiarów skuteczność działania ochrony przeciwporażeniowej. W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych i nieskutecznie działającej ochrony, należy zastosować środki przewidziane przez ww. przepisy.

2.9. Sprawdzenia odbiorcze

Próby i badania pomontażowe.

Przed oddaniem stacji transformatorowej do eksploatacji należy dokonać sprawdzenia:

- zgodności wykonania z projektem i wymaganiami norm i przepisów,
- zgodności osprzętu w stacji z wymaganiami norm lub dokumentów,
- oznakowania, znaków bezpieczeństwa i środków bezpieczeństwa.
- działania wyłączników, rozłączników i uziemników, rozłączników w polach zasilających, odpływowych, sprzęgłowych i transformatorowych,
- sprawdzenia zabezpieczeń,
- stanu połączeń śrubowych w obwodach prądowych,
- poprawność działania zamknięć w polach.

Po zakończeniu sprawdzeń, należy wykonać:

- badanie wyłączników, rozłączników SN w tym oględziny, pomiar rezystancji i próby funkcjonalne,
- badania obwodów SN w tym próby izolacji napięciem probierczym przemiennym i pomiar rezystancji,
- badanie transformatora w tym pomiar rezystancji uzwojeń, pomiar rezystancji izolacji uzwojeń,
- pomiar biegu jałowego, pomiar przekładni, sprawdzenie grup połączeń,
- badania stanu uziemienia i pomiar rezystancji uziemienia stacji,
- zgodnie z normami,
- PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV,
- PN-IEC 60364-6-61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenia odbiorcze,
- N-SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.

3. WYKAZ NORM I PRZEPISÓW

- PN-HD 60364-1 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
- PN-HD 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym.
- PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-HD 60364-5-53:2022-10 Instalacje elektryczne niskiego napięcia.
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-EN 12464-1:2022 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1:
Miejsca pracy we wnętrzach.
- PN-EN 1838 Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne.

UWAGI KOŃCOWE

Całość robót powinna być prowadzona z uwzględnieniem:

- przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy,
- przepisów ochrony środowiska,
- przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej,
- przepisów dotyczących pracy przy urządzeniach.

4. OBLICZENIA ELEKTRYCZNE

Charakterystyczne wielkości znamionowe i zwarciove.

Moc odbiorników:

Z pól nr 1 i 8 rozdzielnic RGSN 15kV projektuje się zasilanie dwóch istniejących transformatorów nr 1 i 2 typu TNOSI 630/15PNS o mocy $S_n = 630 \text{ kVA}$

Parametry znamionowe transformatorów:

- napięcie znamionowe GN/DN	$U_n = 15750/400V$
- prąd znamionowy GN/DN	$I_n = 23,1/909,3A$
- napięcie zwarcia:	$u_z = 5,94\%$
- straty obciążeniowe:	$\Delta P_{cu} = 6616W$
- straty jałowe:	$\Delta P_j = 965W$
- grupa połączeń:	Dyn5

Czas trwania zwarcia dla kabli zasilających rozdzielnicę RGSN 15kV z pól nr 5 i 6 rozdzielni RE-9 S-643 „WUKO” 15kV oraz pól zasilających nr 3 i 6 RGSN 15kV przyjęto $T_k = 1,0s$:

Czas trwania zwarcia dla rozdzielnic RGSN 15kV z uwzględnieniem nastawy zwarciovej zabezpieczeń w polach nr 3 i 6 rozdzielnic RG 15kV.

- czas własny zadziałania zabezpieczenia:	$\leq 40ms$
- czas wyłączania wyłącznika:	$\leq 45ms$
- czas łukowy:	$\leq 15ms$
- czas nastawy zwarciovej w polu nr 3 i 6 rozdzielnic RG 15kV:	$t_n = 0,3s$
Całkowity czas trwania zwarcia dla RGSN 15kV:	$T_k = 0,4s$

Bilans mocy:

Prąd znamionowy istniejących trafo 630kVA $I_{nT} = 23,1A$. Do analizy bilansu mocy założono możliwość wymiany w przyszłości transformatora 630kVA na transformator o mocy do 1000kVA o prądzie znamionowym $I_{nT} = 36,7A$ oraz 100% rezerwę mocy:

$$I_o = 2 \cdot I_{nT} \cdot 200\% = 2 \cdot 31A \cdot 200\% = 132A$$

Rozdzielnicę RGSN 15kV projektuje się na maksymalne obciążenie $I_n = 132A$.

Parametry zwarciove na szynach rozdzielni RE-9 S-643 „WUKO” 15kV.

Zgodnie z danymi z Warunków Przyłączenia z TAURON Dystrybucja S.A. parametry zwarciove na szynach rozdzielni RE-9 S-643 „WUKO” 15kV wynoszą:

Moc zwarciova na szynach rozdzielni: $S_k'' = 192 \text{ MVA}$

Prąd jednofazowego zwarcia z ziemią w sieci 15kV: $I_o = 150A$

Układ energetyczny określany jest następującymi parametrami:

- napięcie	$U_n = 15 \text{ kV}$
- moc zwarciova układu zasilającego	$S_{kQ}'' = 192 \text{ MVA}$
- R/X (założona)	0,1

Reaktancja zastępcza układu zasilającego X_s dla składowej zgodnej i przeciwnej.

$$Z_Q = c \cdot \frac{U_n^2}{S_Q''} \quad \Omega$$

$$S_{kQ}'' = \sqrt{3} U_n \cdot U_n \cdot I_{kQ}'' = \text{MVA}$$

$$Z_Q = c \cdot \frac{U_n^2}{\sqrt{3} I_{kQ}''} \quad \Omega$$

$$X_Q = \frac{Z_Q}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_Q}{X_Q}\right)^2}} \quad \Omega$$

$$R_Q = \sqrt{Z_Q^2 - X_Q^2} \quad \Omega$$

Z_Q , R_Q , X_Q – odpowiednio impedancja, rezystancja i reaktancja zwarciowa układu (sieci) zasilającej wyznaczone w obliczeniach.

$U_{nQ} = 15 \text{ kV}$ – napięcie nominalne sieci zasilającej,

S_{kQ}'' - moc zwarciowa w miejscu zwarcia (192 MVA dla stacji zasilającej),

c – współczynnik napięciowy (1,1 dla wyznaczenia mocy max i 1.0 dla wyznaczenia mocy min dla 15 kV oraz 1,05 dla wyznaczenia mocy max i 0.95 dla wyznaczenia mocy min – 0,4 kV)

I_k'' – wyznaczony prąd zwarciowy w miejscu zwarcia,

$R/X = 0,1$ wartość przyjęta dla sieci zasilającej 15 kV z uwagi, że napięcie sieci zasilającej jest niższe od 35 kV.

Rezystancja i reaktancja zwarciowa transformatorów TNOSI 630/15PNS o mocy

$S_n = 630 \text{ kVA}$ wyznaczono na podstawie poniższych wzorów:

Rezystancja i reaktancja transformatora dla składowej zgodnej i przeciwnej.

$$R_T = \frac{u_{R\%} \cdot U_{nT}^2}{100 \cdot S_{nT}} \quad \Omega/f$$

$$u_{R\%} = \frac{\Delta P_{Cu} \cdot 100}{S_{nT}} \quad \%$$

$$X_T = \frac{u_{X\%} \cdot U_{nT}^2}{100 \cdot S_{nT}} \quad \Omega/f$$

$$u_{X\%} = \sqrt{u_{Z\%}^2 - u_{R\%}^2} \quad \%$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \quad \Omega/f$$

Przekładnia transformatora z uwzględnieniem regulacji zaczeów

$$\vartheta_z = \frac{U_n G}{U_n D \cdot \left(1 + \frac{zacz\%}{100}\right)}$$

$zacz\%$ - liczba, którą oznaczany jest odpowiedni zacze uzwojenia pierwotnego transformatora (-5, 0, +5%).

Napięcie w stanie jałowym transformatora (z uwzględnieniem możliwości regulacji) jest równe.

$$U_{TsJ} = k_{\theta} \cdot U_{nD}$$

przy czym

$$k_{\theta} = 1 - 0,01 \cdot zacZ_{\%}$$

Zależności przeliczeniowe wykorzystywane przy obliczaniu impedancji zastępczej w miejscu zwarcia.

Przeliczanie rezystancji i reaktancji zastępczej z napięcia U_{nG} (15kV) na napięcie U_{nD} (0,4kV)

$$R(X)_{UnD} = R(X)_{UnG} \cdot \left(\frac{U_{nD} \cdot \left(1 + \frac{zacZ_{\%}}{100} \right)}{U_{nG}} \right)^2$$

Z_T, R_T, X_T – odpowiednio, wyznaczone impedancja, rezystancja i reaktancja zwarcia transformatora,

U_{nT} – napięcie znamionowe transformatora (15kV i 0,4kV w zależności od miejsca wyznaczenia parametrów zwarcia),

I_{nT} - prąd znamionowy transformatora,

S_{nT} - moc znamionowa transformatora [MVA],

ΔP_{cu} - straty całkowite w uzwojeniach transformatora przy prądzie znamionowym [kW],

$u_{R\%}$ - względna znamionowa strata napięcia na rezystancji transformatora, %,

$u_{X\%}$ - względna znamionowa strata napięcia na reaktancji rozproszenia transformatora, %,

ϑ_z - przekładnia znamionowa transformatora,

Transformator dwuuzwojeniowy określony jest następującymi parametrami znamionowymi:

- przekładnia	$U_{nG}/U_{nD} = 15,75/0,400 \text{ kV/kV}$
- napięcie znamionowe transformatora	$U_{nT} = 15 \text{ kV}$
- moc znamionowa transformatora	$S_{nT} = 0,63 \text{ MVA}$
- napięcie zwarcia transformatora	$u_z\% = 5,94 \%$
- strata mocy w uzw. przy obciążeniu znam. S_{nT}	$\Delta P_{cu} = 6.616 \text{ kW}$
- układ połączeń,	Dyn5

Dla celów wyznaczenia maksymalnych parametrów zwarcia na szynach projektowanej rozdzielni założono pracę dwóch generatorów 100kW.

Uwaga: W analizowanej sieci generatory pracują na napięciu 0,4kV, wyznaczona moc zwarcia dla pracujących generatorów na napięciu 15kV będzie większa – dobór aparatury dla rozdzielni RGSN 15kV sprawdzony zostanie na większe parametry zwarcia.

$$Z_G = R_G + jX_{dG} \Omega$$

$$X_{dG}'' = x_d'' \cdot \frac{U_{rG}}{\sqrt{3}I_{rG}} = x_d'' \cdot \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}} \Omega$$

Przyjęto $R_G = 0,07X_d''$ gdy $U_{rG} > 1 \text{ kV}$ oraz $S_{rG} < 100 \text{ mVA}$

gdzie:

Z_G - impedancja zwarcia generatora,

R_G - rezystancja generatora,

X_d'' - reaktancja przejściowa generatora,

x_d'' – względna reaktancja przejściowa generatora,

U_{rG} - napięcie znamionowe generatora,

I_{rG} – prąd znamionowy generatora,

S_{rG} – moc znamionowa generatora,

Dla celów obliczeniowych przyjęto: $S_{rG}=0,1\text{MVA}$; $U_{rG}=15\text{kV}$; $x_d'' = 20\%$.

Linia kablowa określona jest następującymi parametrami znamionowymi (wg. katalogu TFKable wydanie VI).

Kabel typu XnRUHAKXS 1x120mm² na napięcie 12/20kV.

(kabel elektroenergetyczny jednożyłowy z żyłą aluminium o izolacji z polietylenu usieciowanego z żyłą powrotną miedzianą koncentryczną uszczelnioną wzdłużnie i promieniowo z powłoką z polietylenu termoplastycznego).

- rezystancja	$R_k = 0,253 \Omega/\text{km} (20^\circ\text{C})$ $R_k = 0,328 \Omega/\text{km} (90^\circ\text{C})$
- reaktancja	$X_k = 0,122 \Omega/\text{km}$
- prąd doziemny jednostkowy	$i_0=2,61 \text{ A/km}$
- obciążalność długotrwała ułożenie w ziemi:	$I_{dd}=285\text{A}$
- obciążalność długotrwała ułożenie w powietrzu:	$I_{dd}=323\text{A}$
- maks. temp. żyły dla obciążenia długotrwałego	90°C
- maks. temp. żyły roboczej przy zwarcu 5 sek	250°C
- długość linii do pola nr 3 RGSN 15kV - 120m	$R_k = 0,03036 \Omega (20^\circ\text{C})$ $R_k = 0,03289 \Omega (90^\circ\text{C})$ $X_k = 0,01428 \Omega$
- długość linii do pola nr 6 RGSN 15kV – 130m	$R_k = 0,03289 \Omega (20^\circ\text{C})$ $R_k = 0,04264 \Omega (90^\circ\text{C})$ $X_k = 0,01547 \Omega$

Kabel typu XRUHAKXS 1x70mm² na napięcie 12/20kV.

- rezystancja	$R_k = 0,443 \Omega/\text{km} (20^\circ\text{C})$ $R_k = 0,571 \Omega/\text{km} (90^\circ\text{C})$
- reaktancja	$X_k = 0,135 \Omega/\text{km}$
- prąd doziemny jednostkowy	$i_0= 1,89 \text{ A/km}$
- obciążalność długotrwała ułożenie w ziemi:	$I_{dd}=210\text{A}$
- obciążalność długotrwała ułożenie w powietrzu:	$I_{dd} = 231\text{A}$
- maks. temp. żyły dla obciążenia długotrwałego	90°C
- maks. temp. żyły roboczej przy zwarcu 5 sek	250°C
- długość linii z pola nr 1 RG 15kV - 15m	$R_k = 0,00664 \Omega (20^\circ\text{C})$ $R_k = 0,00856 \Omega (90^\circ\text{C})$ $X_k = 0,00198 \Omega$
- długość linii do pola nr 8 RG 15kV – 30m	$R_k = 0,01329 \Omega (20^\circ\text{C})$ $R_k = 0,01713 \Omega (90^\circ\text{C})$ $X_k = 0,00396 \Omega$

Rezystancja kabli pomiędzy transformatorem 15/0,4kV, a rozdzielnicą RGnn - 400/230V
Kabel 6xYAKXS 1x300, przekrój 1800mm² $R_s = 0,0166 \Omega/\text{km}$ – przyjęto dł. 15m.

$$R = \rho \cdot l / S = 0,00016 \text{ W}$$

gdzie:
rezystywność aluminium
 $\rho = 2,82 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}$

Rezystancja kabli w katalogu fabrycznym podane zostały są dla temperatury 20°C i granicznej 90°C.

W związku z tym należy uwzględnić wpływ temperatury powodującej wzrost rezystancji przewodów z uwzględnieniem wpływu nagrzania przewodów prądem roboczym. Skorygowane wartości rezystancji żył należy obliczyć z zależności:

$$R_t = R_{20} \cdot [1 + \alpha(\theta_z - 20)] \quad \Omega$$

Wartość rzeczywistej temperatury żył kabla przy danym obciążeniu prądowym, wyznaczono wg wzoru:

- dla temperatury otoczenia nie przekraczającej +25°C

$$\theta_z = 25 + (\theta_d - 25) \left(\frac{I_o}{I_d} \right)^2 \quad ^\circ\text{C}$$

- dla temperatury otoczenia większej od +25°C

$$\theta_z = \theta_{ot} + (\theta_d - \theta_{ot}) \cdot \left(\frac{I_o}{k_t \cdot I_d} \right)^2 \quad ^\circ\text{C}$$

gdzie:

R_t – wartość skorygowanej rezystancji jednostkowej żył w temperaturze θ_z , Ω/km .

α - współczynnik cieplny rezystancji, 1/°C; (0,00393 1/°C – dla żył miedzianych;
0,00403 1/°C – dla żył aluminium)

R_{20} – wyznaczona wartość rezystancja jednostkowa żył w temperaturze 20°C, Ω/km .

θ_z – rzeczywista temperatura żył kabla w wyniku nagrzania prądem roboczym, [°C]

θ_{ot} – temperatura otoczenia, [°C]

θ_d - temperatura graniczna dopuszczalna długotrwale, [°C]

I_o - prąd obciążenia. [A]

I_d - prąd dopuszczalny długotrwale, [A]

k_t - współczynnik poprawkowy.

Zalecane jest przyjmowanie temperatury granicznej dopuszczalnej długotrwale (np. kabli w izolacji polietylenu usieciowanego należy przyjmować 90°C).

Dla linii kablowych o stałych obciążeniach np. zasilających pewną grupę urządzeń przyjmuje się temperaturę kabla/przewodu rzeczywistą wynikającą z obciążenia linii na podstawie zależności jw.

W dokumentacji dla celów wyznaczenia parametrów zwarciovych przyjęto :

- dla wyznaczenia parametrów zwarciovych maksymalnych przyjęto R dla temp 20°C.
- dla wyznaczenia parametrów zwarciovych minimalnych przyjęto R dla temp 90°C.

Wyznaczone w ten sposób parametry zwarciove są bardziej obostrzone.

Prąd zwarciaowy początkowy:

$$I_k'' = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} Z_k} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_k^2 + X_k^2}} \text{ kA}$$

gdzie:

I_k'' – prąd zwarciaowy początkowy

U_n – napięcie nominalne sieci ,

Z_k = impedancja zwarciaowa,

c - współczynnik napięciowy (1,1 dla wyznaczenia mocy max i 1.0 dla wyznaczenia mocy min dla 15kV oraz 1,05 dla wyznaczenia mocy max i 0.95 dla wyznaczenia mocy min – 0,4kV)

Moc zwarciaowa

$$S_k'' = \sqrt{3} I_k'' U_n$$

Prąd zwarciaowy udarowy

$$i_p = \kappa \sqrt{2} I_k''$$

$$\kappa = 1,02 + 0,98 e^{-3\frac{R}{X}}$$

Prąd zwarciaowy wyłączeniowy symetryczny i niesymetryczny

Dla zwarć odległych od generatora prąd zwarciaowy wyłączeniowy symetryczny i niesymetryczny jest równy prądowi zwarciaowemu początkowemu W obliczeniach uwzględniono przybliżenie i przyjęto jak niżej.

$$I_b = I_k''$$

$$I_{basym} \approx I_b \approx I_k''$$

Prąd zwarciaowy zastępczy cieplny

Obliczenie przeprowadzono dla zwarcia odległego $n=1$

$$I_{th} = \sqrt{n + m} I_k''$$

$$m = \frac{T}{T_k} \left[1 - e^{-\frac{2T}{T_k}} \right]$$

$$T = \frac{X}{2\pi f R}$$

Wyznaczone parametry zwarciaowe na szynach rozdzielni RE-9 S-643 „WUKO” 15kV oraz rozdzielnicy RGSN 15kV.

Na podstawie powyżej przedstawionych zależności wyznaczono parametry zwarciaowe jak niżej.

Dla celów wyznaczenia parametrów zwarciaowych założono pracę z rozdzielni RGSN 15kV dwóch generatorów 100kW.

Parametry zwarciaowe maksymalne na szynach RE-9 S-643 „WUKO” 15kV

Moc zwarciaowa na szynach rozdzielni:	$S_k'' = 193,3 \text{ MVA}$
Symetryczny prąd zwarciaowy początkowy:	$I_k'' = 7,5 \text{ kA}$
Prąd zwarciaowy udarowy:	$i_p = 18,4 \text{ kA}$
Zastępczy prąd zwarciaowy cieplny ($T_k = 1\text{s}$):	$I_{th} = 7,6 \text{ kA}$
Zastępczy prąd zwarciaowy cieplny 1-sekundowy:	$I_{th1s} = 7,6 \text{ kA}$
Zastępczy prąd zwarciaowy cieplny 3-sekundowy:	$I_{th3s} = 4,4 \text{ kA}$
Prąd zwarciaowy wyłączeniowy symetryczny i niesymetryczny	$I_b; I_{basym} = 7,5 \text{ kA}$
$R_k = 0,1275$; $X_k = 1,274$; $R_k / X_k = 0,1$	

Parametry zwarciaowe minimalne na szynach RE-9 S-643 „WUKO” 15kV

Moc zwarciaowa na szynach rozdzielni:	$S_k'' = 192,0 \text{ MVA}$
Symetryczny prąd zwarciaowy początkowy:	$I_k'' = 7,39 \text{ kA}$
$R_k = 0,1284$; $X_k = 1,283$; $R_k / X_k = 0,1$	

Parametry zwarciaowe maksymalne na szynach rozdzielnicy RGSN 15kV.

Moc zwarciaowa na szynach rozdzielni:	$S_k'' = 190,7 \text{ MVA}$
Symetryczny prąd zwarciaowy początkowy:	$I_k'' = 7,4 \text{ kA}$
Prąd zwarciaowy udarowy:	$i_p = 17,6 \text{ kA}$
Zastępczy prąd zwarciaowy cieplny ($T_k = 0,4\text{s}$) :	$I_{th} = 7,65 \text{ kA}$
Zastępczy prąd zwarciaowy cieplny 1-sekundowy:	$I_{th1s} = 7,4 \text{ kA}$
Zastępczy prąd zwarciaowy cieplny 3-sekundowy:	$I_{th3s} = 2,8 \text{ kA}$
Prąd zwarciaowy wyłączeniowy symetryczny i niesymetryczny	$I_b; I_{basym} = 7,4 \text{ kA}$
$R_k = 0,1575$; $X_k = 1,288$; $R_k / X_k = 0,122$	

Parametry zwarciaowe minimalne na szynach rozdzielnicy RGSN 15kV.

Moc zwarciaowa na szynach rozdzielni:	$S_k'' = 188,9 \text{ MVA}$
Symetryczny prąd zwarciaowy początkowy:	$I_k'' = 7,27 \text{ kA}$
$R_k = 0,17960$; $X_k = 1,298$; $R_k / X_k = 0,138$	

Parametry zwarciaowe zasilania z transformatorów 15/0,4kV 630kVA

$$R_T = 0,0027 \Omega$$

$$X_T = 0,01485 \Omega$$

Parametry po stronie wtórnej trafo 15/0,4kV – rozdzielnica R-400/230V dla parametrów minimalnych do doboru zabezpieczeń (wkładki bezpiecznikowych w polach) nr 1 i 8 RGSN 15kV

$$R_z = 0,003 \Omega$$

$$X_z = 0,0158 \Omega$$

Impedancja pętli zwarcia dla zwarcia trójfazowego

$$Z_z = 0,01605 \Omega$$

Impedancja pętli zwarcia dla zwarcia jednofazowego

$$Z_z = 0,01702 \Omega$$

Prąd zwarcia dwufazowego po stronie 400V : 11835A

Prąd zwarcia dwufazowego po stronie 400V w przeliczeniu na stronę 15kV: 315A

Prąd zwarcia jednofazowego po stronie 400V : 12836A

Prąd zwarcia jednofazowego po stronie 400V w przeliczeniu

na stronę 15kV: 342A
Minimalny prąd zwarcia dwufazowego na zaciskach transformatora strona 15kV; 5,7kA

Dobór aparatury i kabli.

Dobór kabli zasilających rozdzielnicę RG 15kV z RE-9 S-643 „WUKO” 15kV.

Istniejący kabel z pola nr 6 typu HAKnFtA 3x120 mm² długości 120m do sekcji I rozdzielniczy RGSN, projektuje się wymienić na kabel typu:

3 x XRUHAKX 1x120/50mm² 12/20kV, długości 120m.

Istniejący kabel z pola nr 5 typu HAKnFtA 3x120 mm² długości 130m do sekcji II rozdzielniczy RGSN, projektuje się wymienić na kabel typu:

3 x XRUHAKX 1x120/50mm² 12/20kV, długości 130m.

Do doboru kabli ze względu na wytrzymałość zwarciovą przyjęto czas trwania zwarcia $T_k=1,0s$

Sprawdzenie obciążalności długotrwałej projektowanych linii kablowych (ułożenie w ziemi, trójkąt):

Obciążalność kabla typu XRUHAKXS 1x120mm² 12/20kV (karta katalogowa TF, tabela 3):
ułożonego w ziemi $I_{dd}=285A$; w powietrzu $I_{dd}=323A$.

$$I_d = I_{dd} \cdot f_1 = 285A \cdot 0,81 = 231A$$

$f_1=0,81$ - współczynnik przeliczeniowy f_1 dla kabli ułożonych w ziemi przyjęty dla założonych parametrów.

- 2,5K*m/W Oporność cieplna właściwa ziemi (obszar suchy),
- 0,5 do 1,0 stopień obciążenia kabla,
- 20°C temperatura ziemi w miejscu ułożenia kabla,

Dla warunków ułożenia kabla w rurach i przepustach $k=0,85$.

$$I_d = I_{dd} \cdot 0,85 = 285A \cdot 0,85 = 242A.$$

Dla warunków ułożenia kabla w powietrzu, kabel posiada wyższe wartości obciążalności długotrwałej niż wyznaczone dla ułożenia w ziemi.

$$I_{dd}=231A > I_o=132A$$

Dobór prawidłowy

Sprawdzanie doboru kabli do warunków zwarciovych

Do doboru kabli ze względu na wytrzymałość zwarciovą przyjęto czas trwania zwarcia $T_k=1,0s$

$$s_{min} = \frac{I_{th} \sqrt{\frac{T_k}{1}}}{J_{1s}} = \frac{7600A}{94A/mm^2} = 80,8mm^2$$

$$s_{kabela} = 120mm^2 > s_{min} = 80,8 mm^2$$

Dobór prawidłowy

gdzie: $I_{th} = 7,6\text{kA}$ zastępczy prąd zwarciaowy cieplny na szynach rozdzielni 15kV RE-9 S-643 „WUKO”,
 $T_k = 1\text{s}$ czas trwania zwarcia,
 $J_{1S} = 94\text{A/mm}^2$ dopuszczalna obciążalność jednosekundowa przeliczona na 1mm^2
(dla temp. żyły przed zwarcie 90°C , temp. żyły przy zwarcie 250°C).

Dobry kabel typu XRUHAKX $1 \times 120\text{mm}^2$ posiada wytrzymałość zwarciaową dla maksymalnego czasu trwania zwarcia w polach nr 5 i 6 rozdzielnic RE-9 S-643 „WUKO” 15kV wynoszącego $T_k = 2,2\text{s}$.

Dobór kabli zasilających transformatory nr 1 i 2 z rozdzielnic RG 15kV.

Istniejące szyny z pola nr 1 typu $3 \times \text{AP}50 \times 5$ do trafo nr 1 projektuje się wymienić na kabel typu $3 \times \text{XRUHAKXS } 1 \times 70/25 \text{ mm}^2$ 12/20kV długości 15m.

Istniejący kabel z pola nr 7 typu $3 \times \text{HAKXS } 3 \times 70/25 \text{ mm}^2$ do trafo nr 2 projektuje się wymienić na kabel typu $3 \times \text{XRUHAKX } 1 \times 70/25 \text{ mm}^2$ 12/20kV długości 30m.

Transformatory nr 1 i 2 o mocy 630kVA zostaną zabezpieczone w polach nr 1 i 8 nowej rozdzielnic RGSN 15kV wkładkami o prądzie znamionowym 40A.

Dla wkładki firmy SIBA HHD-B 10/17,5kV o prądzie znamionowym 40A .

- napięcie znamionowe U_n : 10/17,5kV
- znamionowy prąd wyłączalny (zdolność wyłączenia) I_1 : 63kA
- prąd wyłączalny najmniejszy I_3 : 140A

Minimalny wyznaczony prąd zwarcia dwufazowego na zaciskach strony górnej trafo:

$$I_{z \min} = 5,7\text{kA}$$

Minimalny prąd zwarcia po stronie wtórnej trafo nr 1(2) w przeliczeniu na stronę pierwotną 15kV:

$$I_{z \min} = 315\text{A}$$

Zgodnie z charakterystyką czasowo-prądową bezpiecznika SIBA HHD-B 40A 10/17,5kV

- dla spodziewanego prądu zwarcia $I_{z \min} = 5,7\text{kA}$ wyłączenie nastąpi w czasie krótszym niż 0,01s.
- dla spodziewanego prądu zwarcia $I_{z \min} = 315\text{A}$ wyłączenie nastąpi w czasie krótszym niż 0,15s.

Maksymalny czas trwania zwarcia do doboru kabla zasilającego transformator przyjęto 0,15s (rzeczywisty czas trwania wynosi 0,01s)

Zdolność wyłączeniowa wkładki bezpiecznikowej:

$$I_1 = 63\text{kA} > I_{th} = 7,6\text{kA}$$

Dobór prawidłowy

Sprawdzenie obciążalności długotrwałej projektowanych linii kablowych (ułożenie w powietrzu, trójkąt):

Obciążalność kabla typu XRUHAKXS 1x70mm² 12/20kV (karta katalogowa TF):
ułożonego w ziemi $I_{dd}=210A$; w powietrzu $I_{dd}=231A$.

Dla warunków ułożenia kabla w rurach i przepustach $k=0,85$.

$$I_d = I_{dd} \cdot 0,85 = 210A \cdot 0,85 = 179A.$$

$$I_{dd}=179A > I_o=23,1 A$$

po ewentualnej wymianie transformatorów na 1000kVA

$$I_{dd}=179A > I_o=36,7 A$$

Dobór prawidłowy

Sprawdzanie doboru kabli do warunków zwarciovych

Do doboru kabli ze względu na wytrzymałość zwarciovą przyjęto czas trwania zwarcia $T_k=0,15s$

$$s_{min} = \frac{I_{th} \sqrt{\frac{T_k}{1}}}{J_{1s}} = \frac{7600A \sqrt{\frac{0,15}{1}}}{94A/mm^2} = 31,3mm^2$$

$$s_{kabela} = 70mm^2 > s_{min} = 36,7 mm^2$$

Dobór prawidłowy

gdzie: $I_{th} = 7,6kA$ zastępczy prąd zwarciový cieplny na szynach rozdzielni RGSN 15kV,

$T_k = 0,15s$ czas trwania zwarcia,

$J_{1s} = 94A/mm^2$ dopuszczalna obciążalność jednosekundowa przeliczona na 1mm²

(dla temp. żyły przed zwarciev 90°C , temp. żyły przy zwarciev 250°C).

Dobraný kabel typu XRUHAKX 1x70mm² posiada wytrzymałość zwarciovą dla maksymalnego czasu trwania zwarcia w polach nr 1 i 8 rozdzielnicy RGSN 15kV wynoszącego $T_k=0,75s$.

Dobór rozdzielnicy RGSN 15kV.

Dobrano rozdzielnicę o parametrach znamionowych.

- | | |
|--|---|
| - napięcie znamionowe izolacji: | $U_r = 17,5\text{kV} > U_n = 15\text{kV}$ |
| - prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych: | $I_r = 630\text{A} > I_{dd} = 231\text{A}$ |
| - prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany: | $I_k = 31,5\text{kA} > I_{th1s} = 7,4\text{kA}$ |
| - prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany | $I_p = 40\text{kA} > i_p = 17,6\text{kA}$ |

Przekładniki prądowe.

Dobrano przekładniki prądowe typu IMZ 17 40/5/5/5

- rdzeń I 10VA, kl 0,2s
- rdzeń II 10VA, kl 0,2s FS5
- rdzeń III 5VA, 5P10

Znamionowy prąd pierwotny:	$I_{pn} = 40\text{A} > I_o = 23\text{A}$
Dopuszczalna przeciążalność przekładnika:	$1,2 I_{pn} = 48\text{A}$
Wytrzymałość zwarcia cieplna 1 sek.:	$I_{n1} = 300 \times I_{pn} = 12\text{kA} > I_{th1s} = 7,4\text{kA}$
Wytrzymałość elektrodynamiczna:	$i_{nsz} = 2,5 \times I_{n1} = 22,5\text{kA} > i_p = 17,6\text{kA}$

Uzwojenie pomiarowe (rdzeń I) 1S1-1S2:	klasa – 0,2s
Współczynnik bezpieczeństwa:	FS10
Moc znamionowa:	$S_n = 10\text{VA}$

Uzwojenie pomiarowe (rdzeń II) 2S1-2S2:	klasa – 0,2s
Współczynnik bezpieczeństwa:	FS5
Moc znamionowa:	$S_n = 10\text{VA}$

Uzwojenie zabezpieczeniowe (rdzeń III) 3S1-3S2:	klasa – 5P10
Moc znamionowa:	$S_n = 5\text{VA}$

Pobór mocy przez uzwojenie licznika ZMD405:	$S_{nl} = 0,125\text{VA}$
Straty mocy na stykach:	$S_z = 0,05 \times 5^2 = 1,25\text{VA}$
Przewody: $L_y 2,5\text{mm}^2$ $R = 7,41\Omega/\text{km}$ dł. 22m	
Moc pobierana przez przewody przy obciążeniu znamionowym	$S_{np} = 5^2 \times 0,163 = 4,075\text{VA}$
Całkowita moc w obwodzie wtórnym przekładnika	$S_{np} = 0,125 + 1,25 + 4,075 = 5,45\text{VA}$

Warunek dokładności przekładnika w zakresie mocy po stronie wtórnej :

$$0,25 \cdot S_n \leq S_{np} \leq S_n$$
$$2,5\text{ VA} \leq 5,45\text{VA} \leq 10\text{VA}$$

Warunek dokładności przekładnika w zakresie prądu po stronie pierwotnej :

$$0,2 \cdot I_{np} \leq I_o \leq 1,2 I_{np}$$
$$8\text{A} \leq 23,1 \leq 1,2 \cdot 40\text{A} = 48\text{A}$$

Warunek spełniony

Sprawdzenie doboru wyłączników

Dobrano wyłącznik 630A

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - napięcie znamionowe izolacji : | $U_{ni} = 17,5kV > 15kV = U_n$ |
| - prąd znamionowy ciągły wyłącznika : | $I_{nc} = 630A > 132A = I_o$ |
| - prąd znamionowy wyłączalny zwarciov: | $I_{nws} = 31,5kA > 7,4kA = I_b$ |
| - prąd znamionowy załączalny zwarciov: | $I_{nza} = 40,0kA > 17,6kA = I_p$ |
| - prąd znamionowy szczytowy wytrzymałalny : | $I_{nsz} = 40,0kA > 17,6 = I_p$ |

Warunek spełniony

Dobór nastaw zabezpieczeń elektroenergetycznych.

Pola nr 1 i 8 rozdzielnic RGSN 15kV – odpływ do transformatora nr T1 i T2.

Zabezpieczenie zwarciov i przeciążeniowe – wkładki bezpiecznikowe,
Zabezpieczenie od zwańc doziemnych – realizacja w polach dopływowych nr 3 i 6.

Zgodnie z katalogiem wkładek bezpiecznikowych SIBA dla mocy znamionowej transformatora 630kVA zalecany prąd znamionowy bezpiecznika HH [A] : 31.5-50A (bez zabezpieczenia strony wtórnej transformatora od przeciążeń; poszczególne odcjścia kablowe są zabezpieczane bezpiecznikami niskonapięciowymi)

Dobrano wkładekę bezpiecznikową HHD-B 40A 10/17,5kV

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| - prąd znamionowy wyłączalny: | $I_1 = 63kA > 7,6kA = I_{th1}$ |
| - prąd znamionowy najmniejszy: | $I_3 = 140A$ |
| - wartość I^2t przedłukowa: | $I^2t = 2900A^2s$ |
| - wartość I^2t wyłączenia: | $I^2t = 12000 - 19000A^2s$ |

Minimalny prąd zwańc dwufazowego po stronie 400V na rozdzielnic R- 400/230V
w przeliczeniu na stronę 15kV: $I_{zmin} = 315A$

Zgodnie z charakterystyką czasowo-prądową wkładeki bezpiecznikowej 40A dla prądu zwańc
 $I_{zmin} = 315A$ wyłączenie zwańc nastąpi w czasie krótszym niż 0,15s.

Dobór prawidłowy

Pola dopływowe nr 3 i 6 rozdzielnic RGSN 15kV.

Sterownik polowy

Zabezpieczenie zwarciov zwłoczne i bezzwłoczne:

$$\frac{k_{nz} k_s I_o}{k_p} \leq I_{nast} \frac{I_{zmin}}{k_c}$$

$k_{nz} = 1,5$ współczynnik niezawodności,

$k_s = 1$ współczynnik schematu,

$k_p = 0,97$ współczynnik powrotu,

$k_c=1,5$ współczynnik czułości,
 $I_{zmin}= 5,7kA$ minimalny prąd zwarcia dwufazowego na stronie pierwotnej transformatorów T1 i T2.

$$\frac{1,5 \times 1 \times 132A}{0,97} = 205A \leq 900A \leq 3800A = \frac{5700A}{1,5}$$

W polach dopływowych aktywować dwa stopnie zabezpieczeń

- bezzwłoczne $I_{nast} = 900A$
- zwłoczne $I_{nast} 255A$ $t=0,3s$ (nastawa będzie stanowiła zabezpieczenie rezerwowe dla transformatorowych T1 i T2 z współczynnikiem czułości $k_c=1,23$)

Zabezpieczenie przeciążeniowe:

Z uwagi na zainstalowany w polach dopływowych przekładnik prądowy o prądzie znamionowym 40A (48A dopuszczalna przeciążalność) nastawę zabezpieczenia przeciążeniowego dobrano do prądu przeciążalności długotrwałej przekładnika.

$$I_{nast} \leq 48A$$

Zabezpieczenie ziemnozwarciowe zerowoprądowe.

Szyny rozdzielni wraz z odpływami do transformatorów nr T1 i T2 zabezpieczyć należy w polach dopływowych rozdzielni RGSN 15kV.

$$k_{nz} I_{cx} \leq I_{nast} \leq \frac{I_{cs} - I_{cx}}{k_{cz}}$$

$$4 \times 0,1A \leq 3A \leq 75,2A = \frac{150,7A - 0,1A}{2}$$

$k_{nz}= 4$ współczynnik niezawodności

$k_{cz} = 2$ współczynnik czułości,

$I_{cx} = 0,1A$ prąd ziemnozwarciowy fragmentu sieci za miejscem zainstalowania zabezpieczenia (prąd udziału kabli zasilających transformatory T1 i T2).

$I_{cx} = 150A + 0,65A$ prąd ziemnozwarciowy pojemnościowy całej galwanicznie połączonej sieci (prąd sieci $I_0=150A$ oraz prąd wynikający z wyłożonych nowych linii kablowych do zasilania rozdzielni i transformatorów).

W sterowniku polowym należy aktywować nastawy rozruchowe:

Prąd bazowy $I_b=30A$

$I>>$

$$I_s = 30 \times I_b = 900A$$

$$t=0,0s; k_{odpadu}=0,97; t_{odpadu}=0,1s$$

$I>1$

$$I_s = 8,5 \times I_b = 255A$$

$$t=0,3s; k_{odpadu}=0,97; t_{odpadu}=0,1s$$

THERM

$$I_{max} = 1,15 I_b = 34,5A$$

$$Tg1= 30min$$

$$Tg2=30min$$

$$Ts= 30min$$

$I0>$

$I0s =30mA$ (przekładnik I0-11 1/100 co stanowi po stronie pierwotnej 3A)

$t=0,1s; k_{odpadu}=0,97; t_{odpadu} = 1,0s$, stabilizacja U_0 - NIE

ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
1. Rozdz. 15kV - RGSN wg rys. E-02						
1.	<p>Rozdzielnica 15kV, 8 polowa w izolacji powietrznej, jednosystemowa, dwusekcyjna, czteroprzedziałowa w wykonaniu szafowym, przyściennym o następujących parametrach technicznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> - napięcie znamionowe rozdzielnic – 17,5kV, - prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych – 630A, - prąd znamionowy pól odpływowych – 630A, - prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (3s)-16 kA, - odporność na działanie łuku wewnętrznego (1s) – 31,5kA, - prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany – 40kA, - klasa odporności na łuk wewnętrzny – AFLR, - stopień ochrony – IP41, - transformator potrzeb własnych 15/0,23kV. - napięcie sterowania 230V AC z transformatora potrzeb własnych. - szerokość pól zasilających i pomiaru napięcia – do 600mm, - szerokość pól odpływowych/transformatorych – do 800mm, - głębokość pól – do 1250mm. <p>Składająca się z: 2 pól zasilających wyłącznikowych, 2 pól pomiaru napięcia, 2 pól odpływowych transformatorowych, rozłącznikowych, pola sprzęgła z wyłącznikiem i pola odcinacza.</p> <p>Przekładniki prądowe w polach zasilających i napięciowe w polach pomiarowych, legalizowane i przygotowane do plombowania.</p>	RGSN	1	kpl		
Aparatura pomocnicza w polach zasilających wg rysunku E-04 i E-09						
2.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się ze 115 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X1	2	kpl		
3.	Listwa zaciskowa kompletna pomiarowa dla obwodów napięciowych składająca się z 10 zacisków. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X2	2	kpl		
4.	Listwa zaciskowa kompletna składająca się z 7 zacisków. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 4mm ² do montażu na szynę. 3 złączki szare, 3 złączki niebieskie, 1 żółto-zielona	XZ	2	kpl		
5.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 42 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	2	kpl		Listwa obwodów okrężnych
6.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPW), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H1	2	szt		do montażu na elewacji pola
7.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H2	2	szt		do montażu na elewacji pola
8.	Wskaźnik położenia uziemnika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H3	2	szt		do montażu na elewacji pola
9.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C16, 16A	F1LN, F2LN	4	szt		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
10.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C1, 1A	F1, F7	4	szt		
11.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C4, 4A	F2, F3	4	szt		
12.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, B6, 6A	F4	2	szt		
13.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 3P, 230V, C1, 1A	F5	2	szt		
14.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, C0,5, 0,5A	F6	2	szt		
15.	Przycisk sterowniczy (Wc3XY), czerwony, 3X, średnica montażowa 30mm, IP55	SO	2	szt		
16.	Rezystor terminujący sieć ARC CAN 120 Ω	R41	2	szt		
17.	Przewód LgY 2,5, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	2	kpl		
18.	Przewód LgY 1,5, kolor czarny	-	2	kpl		
Aparatura pomocnicza w polach pomiarowych wg rysunku E-05 i E-10						
19.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 70 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X1	2	kpl		
20.	Listwa zaciskowa kompletna pomiarowa dla obwodów napięciowych składająca się z 10 zacisków. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X2	2	kpl		
21.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 42 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	2	kpl		Listwa obwodów okrężnych
22.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPW), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H1	2	szt		do montażu na elewacji pola
23.	Wskaźnik położenia uziemnika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H3	2	szt		do montażu na elewacji pola
24.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C6, 6A	F1, F2	4	szt		
25.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, B6, 6A	F4	2	szt		
26.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 3P, 230V, C1, 1A	F7	2	szt		
27.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, C0,5, 0,5A	F8	2	szt		
28.	Zabezpieczenie przed skutkami ferorezonansu, napięcie 100-200VAC, IP20, klasa przepięciowa II	Z1	2	szt		
29.	Przełącznik woltomierza (L3L1, L2L3, L1L2 - 0 - L1N, L2N, L3N), 10A,	S42	2	szt		do montażu na elewacji pola
30.	Woltomierz elektromagnetyczny w klasie dokładności 1, zakres pomiarowy 0-15kV	V1	2	szt		do montażu na elewacji pola
31.	Przewód LgY 2,5, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	2	kpl		
32.	Przewód LgY 1,5, kolor czarny	-	2	kpl		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
Aparatura pomocnicza w polach odpyływowych transformatorowych wg rysunku E-06 i E-11						
33.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 35 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X1	2	kpl		
34.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 42 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	2	kpl		Listwa obwodów okrężnych
35.	Wskaźnik położenia rozłącznika (WPcz), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H1	2	szt		do montażu na elewacji pola
36.	Wskaźnik położenia uziemnika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H3	2	szt		do montażu na elewacji pola
37.	Lampka kontrolna, 16 A, 230 V, 1LED, Czerwony, MW: 0.5	H41	2	szt		do montażu na szynie TS
38.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C6, 6A	F2	2	szt		
39.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, B6, 6A	F4	2	szt		
40.	Przewód LgY 2,5, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	2	kpl		
41.	Przewód LgY 1,5, kolor czarny	-	2	kpl		
Aparatura pomocnicza w polu sprzęgła wg rysunku E-07 i E-12						
42.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 166 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X1	1	kpl		
43.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 42 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	1	kpl		Listwa obwodów okrężnych
44.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPW), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H1	1	szt		do montażu na elewacji pola
45.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H2	1	szt		do montażu na elewacji pola
46.	Wskaźnik położenia uziemnika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H3	1	szt		do montażu na elewacji pola
47.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C6, 6A	F1, F2, F3	3	szt		
48.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, B6, 6A	F4	1	szt		
49.	Przycisk sterowniczy (Wc3XY), czerwony, 3X, średnica montażowa 30mm, IP55	SO	1	szt		
50.	Przycisk sterowniczy (Wz3X), zielony, 3X, średnica montażowa 30mm, IP55	SZ	1	szt		
51.	Wyłącznik krańcowy drzwi przedziału przyłączowego	S71	1	szt		
52.	Przewód LgY 2,5, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	1	kpl		
53.	Przewód LgY 1,5, kolor czarny	-	1	kpl		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
Aparatura pomocnicza w polu odcinacza wg rysunku E-08 i E-13						
54.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 50 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X1	1	kpl		
55.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 46 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	1	kpl		Listwa obwodów okrężnych
56.	Wskaźnik położenia (WPW), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H1	1	szt		do montażu na elewacji pola
57.	Wyłącznik krańcowy drzwi przedziału przyłączowego	S71	1	szt		
58.	Przewód LgY 2,5, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	1	kpl		
59.	Przewód LgY 1,5, kolor czarny	-	1	kpl		
Przycisk Wyłączenia Pożarowego (PWP) – montaż na elewacji budynku przed wejściem do pom. rozd.						
60.	Ręczny przycisk przeciwpożarowego wyłącznika prądu (PWP1), uruchamiająco-sygnalizujący, 230V, wersja natynkowa z 3 łącznikami zwiernymi, LED czerwony, LED zielony. Po zbitiu szybki przycisk należy wcisnąć ręcznie	PWP	1	szt		
61.	Przewód ognioodporny HDGs 5x1,5	RGSN6-2101 RGSN3-2101	35	mb		
62.	Korytka siatkowe E90 ocynkowane 60H60 (szer/wys. - 60mm) z osprzętem montażowym	-	15	mb		
2. Rozdz. 0,4kV - RGnn wg rys. E-14						
63.	Rozdzielnica 400V w osłonach metalowych, malowana proszkowo, dwusekcyjna, w wykonaniu szafowym (18 szaf), wolnostojąca o następujących parametrach technicznych: - napięcie znamionowe robocze – 400 V, - napięcie znamionowe izolacji – 1000 V - częstotliwość znamionowa – 50 Hz, - prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych dla temperatury otoczenia 35 °C – 2000 A, - szyny główne i odpływowe wykonane z miedzi, - wytrzymałość zwarciova – 31,5/63 kA, - stopień ochrony – IP40, - napięcie sterowania 230V AC, - układ szyn L1, L2, L3, PEN, - forma zabudowy wewnętrznej dla pól zasilających – 4B, - forma zabudowy wewnętrznej dla pól odpływowych – 2B, - głębokość pól – do 800mm. Składająca się z: 2 pól zasilających wyłącznikowych, pola sprzęgła z wyłącznikiem, pola odcinacza z rozłącznikiem 2000A, 6 pól odpływowych z wyłącznikiem kompaktowym, pozostałe pola wyposażone w rozłączniki bezpiecznikowe, a pola drobnych odpływów wyposażone w wyłączniki samoczynne.	RGnn	1	kpl		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
Most szynowy sprzęgłowy						
64.	Most szynowy sprzęgłowy, obudowany z szynami aluminiowymi niklowanymi i cynowanymi na całej długości o następujących parametrach technicznych: - napięcie znamionowe robocze – 400 V, - napięcie znamionowe izolacji – 1000 V, - częstotliwość znamionowa – 50 Hz, - prąd znamionowy ciągły – 2000 A, - wytrzymałość zwarciova – 31,5/63 kA, - stopień ochrony – min. IP34.	-	1	kpl		
Aparatura pomocnicza w polach zasilających wg rysunku E-16, E-17 i E-19, E-20						
65.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 152 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X	2	kpl		
66.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 10 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	2	kpl		Listwa obwodów okrężnych
67.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPW), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H21	2	szt		do montażu na elewacji pola
68.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H22	2	szt		do montażu na elewacji pola
69.	Rozłącznik bezpiecznikowy D01 16A, 3p z wkładkami bezpiecznikowymi 6A	Q61	4	szt		
70.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C4, 4A	F81	2	szt		
71.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C2, 2A	F82	2	szt		
72.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, B2, 2A	F83	2	szt		
73.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, C0,5, 0,5A	F84	2	szt		
74.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 24VDC, C2, 2A	F85, F86	4	szt		
75.	Przycisk sterowniczy powrotny z guzikiem krytym (Kc2X), czerwony, 2 styki zwierne (2X), 230VAC, średnica montażowa 30mm,	S31, S33	4	szt		
76.	Przycisk sterowniczy powrotny z guzikiem krytym (Kz2X), zielony, 2 styki zwierne (2X), 230VAC, średnica montażowa 30mm,	S32	2	szt		
77.	Przycisk sterowniczy ryglowany (DRc4X1Y), czerwony, 4 styki zwierne (4X), 1 rozwierny (1Y), 230VAC, średnica montażowa 30mm,	S34	2	szt		
78.	Przełącznik przemysłowy miniaturowy, 3 styki przełączne (3P), 230V, 10A z mechanicznym wskaźnikiem zadziałania, przyciskiem testującym, czołowy z funkcją testowania styków, wskaźnik zadziałania-diody LED (WTL)	K70-K710	22	szt		
79.	Zasilacz 230VAC/24VDC, prąd wyjściowy 5A, IP20	PS1	2	szt		
80.	Analizator parametrów sieci z funkcjami pomiaru: napięcia, prądu, mocy czynnej i biernej, współczynnika mocy, częstotliwości, energii. Wyposażony w złącze Ethernet, transmisja min. 10000 kbit/s, wej/wyj cyfrowe - min. 2	P91	2	szt		
81.	Przełącznik woltomierza (L3L1, L2L3, L1L2 - 0 - L1N, L2N, L3N), 10A,	S41	2	szt		do montażu na elewacji pola

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
82.	Woltomierz elektromagnetyczny w klasie dokładności 1, zakres pomiarowy 0-500V	P21	2	szt		do montażu na elewacji pola
83.	Przewód LgY 2,5 / 750V, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	1	kpl		
84.	Przewód LgY 1,5 / 750V, kolor niebieski, czarny, żółto-zielony	-	1	kpl		
85.	Przewód 35mm ² / 750V, kolor czarny,	-	1	kpl		
Aparatura pomocnicza w polach zasilających wg rysunku E-18 i E-21						
86.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 152 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 2,5mm ² do montażu na szynę.	X	1	kpl		
87.	Listwa zaciskowa kompletna, składająca się z 10 zacisków, kolor szary. Złączka przelotowa 2-przewodowa, 1,5-4mm ² do montażu na szynę.	X0	1	kpl		Listwa obwodów okrężnych
88.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPW), LED, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H21	1	szt		do montażu na elewacji pola
89.	Wskaźnik położenia wyłącznika (WPcz), LED, czerwony/zielony, 230VAC, zgodny z normą PN-EN 60947-5-1, średnica montażowa 30mm, IP65 (część zewnętrzna)	H22	1	szt		do montażu na elewacji pola
90.	Rozłącznik bezpiecznikowy D01 16A, 3p z wkładkami bezpiecznikowymi 6A	Q61	1	szt		
91.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C4, 4A	F81	2	szt		
92.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 230V, C2, 2A	F82	2	szt		
93.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, B2, 2A	F83	2	szt		
94.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 1P, 230V, C0,5, 0,5A	F84	2	szt		
95.	Wyłącznik nadprądowy obwodów pomocniczych, 2P, 24VDC, C2, 2A	F85, F86	4	szt		
96.	Przycisk sterowniczy powrotny z guzikiem krytym (Kc2X), czerwony, 2 styki zwierne (2X), 230VAC, średnica montażowa 30mm,	S31	1	szt		
97.	Przycisk sterowniczy powrotny z guzikiem krytym (Kz2X), zielony, 2 styki zwierne (2X), 230VAC, średnica montażowa 30mm,	S32	1	szt		
98.	Przycisk sterowniczy ryglowany (DRc4X1Y), czerwony, 4 styki zwierne (4X), 1 rozwierny (1Y), 230VAC, średnica montażowa 30mm,	S34	1	szt		
99.	Przełącznik przemysłowy miniaturowy, 3 styki przełączne (3P), 230V, 10A z mechanicznym wskaźnikiem zadziałania, przyciskiem testującym, czołowy z funkcją testowania styków, wskaźnik zadziałania-dioda LED (WTL)	K70-K710	11	szt		
100.	Zasilacz 230VAC/24VDC, prąd wyjściowy 5A, IP20	PS1	1	szt		
101.	Analizator parametrów sieci z funkcjami pomiaru: napięcia, prądu, mocy czynnej i biernej, współczynnika mocy, częstotliwości, energii. Wyposażony w złącze Ethernet, transmisja min. 10000 kbit/s, wej/wyj cyfrowe - min. 2	P91	1	szt		
102.	Przewód LgY 2,5 / 750V, kolor brązowy, niebieski, czarny, żółto-zielony	-	1	kpl		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
103.	Przewód LgY 1,5 / 750V, kolor niebieski, czarny, żółto-zielony	-	1	kpl		
3. Podłoga techniczna podniesiona						
104.	Płyta o wymiarach 600x600mm o właściwościach antyelektrostatycznych. Silnie sprasowana płyta wiórowa o grubości 38 mm, spód płyty - blacha stalowa ocynkowana, wierzch płyty aplikowany wykładziną PVC antyelektrostatyczną. Boki płyty zabezpieczone przewodzącą taśmą PVC. Podłoga przystosowana do uziemienia, malowana płynem antypyłowym. Gwarancja min. 3 lata.	-	około 200	m ²		Pomieszczenie RGnn około 116m ² , Pomieszczenie RGSN około 87m ²
105.	Konstrukcja wsporcza: wykonana z ocynkowanych profili C40, wsparta na regulowanych wspornikach stalowych, ocynkowanych, klejonych do podłoża. Ramy pod urządzenia wykonane z ocynkowanych profili C82, wkomponowane w podłogę podniesioną, klejone i dyblowane do podłoża. Boki płyty zabezpieczone przewodzącą taśmą PVC.	-	1	kpl		
106.	Drobny materiał montażowy	-	1	kpl		
4. Rozdzielnica oświetleniowa ROG wg rys. E-24						
107.	Rozdzielnica naścienna skrzynkowa, modułowa z poliwęglanu, min. IP40, wyposażona w klamry do montażu naściennego, mufki łączeniowe, dławiki. W rozdzielniczy zabudować: - wyłącznik nadprądowy 1P, B-6, 6A, 230V (szt. 6), - wyłącznik nadprądowy 3P, B-6, 6A, 400V (szt. 1), - diodowy wskaźnik napięcia 230/400V (szt. 1), - wyłącznik nadprądowy 4P, C-20, 20A, 440V (szt. 1), - ochronnik przepięciowy typ 1+2, 8kA/1,3kV (szt. 1) - wyłącznik różnicowo-nadprądowy 16A/30mA, 230V, (szt. 3) Skrzynka z przełącznikiem izolacyjnym I-0-II 63A, 400V, 4P	ROG	1	kpl		
5. Instalacja oświetlenia i gniazd wtykowych wg rys. E-25 i E26						
108.	Oprawa oświetleniowa wodoszczelna i pyłoszczelna w obudowie z poliwęglanu, źródło światła LED, napięcie 230V, klasa ochronności II, THD<5%, 25W, 4000K, 3700lm, 148lm/W, kąt rozsyłu 135°	OP1	24	szt		
109.	Oprawa oświetleniowa z czujnikiem zmierzchu i ruchu, min. IP44, źródło światła LED, napięcie 230V, klasa ochronności II, THD<5%, 10W, 4000K, min. 1500lm,	OP2	3	szt		
110.	Oprawa awaryjna (wyjście), wykonana z poliwęglanu, tryb awaryjny, min. IP40, natynkowa, wyposażona we własny akumulator, czas podtrzymania 1h, 96lm, 3W	1	5	szt		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
111.	Oprawa awaryjna kierunkowa z piktogramem (wyjście-strzałka w prawo), wykonana z poliwęglanu, tryb awaryjny, min. IP40, natynkowa, wyposażona we własny akumulator, czas podtrzymania 1h, 1lm, 4W	2	1	szt		
112.	Oprawa awaryjna, wykonana z poliwęglanu, tryb awaryjny, min. IP40, natynkowa, wyposażona we własny akumulator, czas podtrzymania 1h, 250lm, 4W	3	8	szt		
113.	Oprawa awaryjna do montażu na zewnątrz (z grzałką), wykonana z poliwęglanu, obudowa naścienna, tryb awaryjny, IP65, natynkowa, wyposażona we własny akumulator, czas podtrzymania 1h, 250lm, 3W	4	5	szt		
114.	Łącznik oświetleniowy jednobiegunowy natynkowy	-	6	szt.		
115.	Gniazdo 230V/16A, natynkowe, podwójne IP44	-	7	szt.		
116.	Puszki odgałęźne natynkowe	-	10	szt.		
117.	Rura instalacyjna RL-32	-	60	mb		
118.	Rura instalacyjna RL-16	-	40	mb		
119.	Uchwyty do rur RL	-	1	kpl		
120.	Korytka 50H50 perforowane, ocynkowane metodą zanurzeniową	-	30	mb		
121.	Pręt gwintowany ocynkowany Ø6, dł 2m	-	20	mb		
122.	Przewód YDYżo 3x2,5 mm ²	-	200	mb		
123.	Przewód YDYżo 3x1,5 mm ²	-	300	mb		
124.	Materiał montażowy	-	1	kpl		
6. Agregat prądotwórczy						

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
125.	<p>Agregat prądotwórczy diesla o mocy ciągłej około 500kW, napięcie 230/400V, częstotliwość 50Hz, silnik turbodoładowany chłodzony cieczą (uznanych producentów) z tłumikiem wydechu zabudowanym wewnątrz obudowy, agregat stacjonarny w obudowie wyciszonej, zgodnej z Dyrektywą Hałasową. Praca z pełnym obciążeniem na jednym baku paliwa min. 8h. Powiększony bak paliwa (min. 1200l). Prądnica (uznanych producentów) w odpowiedniej klasie izolacji, stopień ochrony min. IP23, sprawność 95%, THD pod obciążeniami <5%, bez obciążenia <1,5%.</p> <p>Agregat wyposażony między innymi w: panel sterowania, elektroniczny regulator obrotów, presostat niskiego ciśnienia oleju, pomiar ciśnienia oleju, termostat wysokiej temperatury silnika, pomiar temperatury silnika, grzałka silnika z termostatem, elektroniczny regulator obrotów, filtr paliwa z separatorem wody, akumulator rozruchowy, cewka wybijakowa wyłącznika generatora, przycisk awaryjnego zatrzymania, kontrola poziomu paliwa, wibroizolatory drgań silnika i prądnicy, karta komunikacji dla standardu przyjętego w systemie AKPiA na oczyszczalni.</p>	-	1	kpl		
126.	Szafka z układem SZR przeznaczona do współpracy z agregatem j.w. do montażu w pomieszczeniu rozdzielni.	-	1	kpl		Do ewentualnego wykorzystania w późniejszych etapach inwestycji
127.	Materiał montażowy	-	1	kpl		
7. Trasy kablowe wg rys. E-27 i E28						
128.	Drabina kablowa 400H50 (szer. 400mm, wys. 50mm), blacha grubości 1,2mm, cynkowana metodą zanurzeniową	-	70	mb		Montaż w budynku pod podłogą techn.
129.	Drabina kablowa 300H50 (szer. 300mm, wys. 50mm), blacha grubości 1,2mm, cynkowana metodą zanurzeniową	-	15	mb		Montaż w budynku pod podłogą techn.
130.	Łącznik przegubowy do drabin H50, cynkowany metodą zanurzeniową	-	20	szt		
131.	Drabina kablowa 200H50 (szer. 200mm, wys. 50mm), blacha grubości 1,5mm, cynkowana metodą zanurzeniową	-	130	mb		Montaż w istniejącym kanale kabl. zewnętrznym dla kabli 15kV
132.	Drabina kablowa 300H50 (szer. 200mm, wys. 50mm), blacha grubości 1,5mm, cynkowana metodą zanurzeniową	-	260	mb		Montaż w istniejącym kanale kabl. zewnętrznym
133.	Łącznik drabin H50, cynkowany metodą zanurzeniową	-	120	szt		

Lp.	Wyszczególnienie urządzeń lub prac montażowych	Ozn.	Ilość	Jedn.	Prod.	Uwagi
134.	Wysięgnik wzmocniony cynkowany metodą zanurzeniową do drabin 200H50	-	66	szt		
135.	Wysięgnik wzmocniony cynkowany metodą zanurzeniową do drabin 300H50	-	130	szt		
136.	Rura ochronna z tworzywa sztucznego Ø160, sztywna, czerwona, 750N	-	60	mb		
137.	Rura ochronna z tworzywa sztucznego Ø160, giętka, karbowana, czerwona	-	15	mb		
138.	Rura ochronna z tworzywa sztucznego Ø110, giętka, karbowana, niebieska	-	30	mb		
139.	Materiał montażowy	-	1	kpl		
8. Instalacja uziemiająca – uzupełnienie do instalacji istniejącej						
140.	Bednarka Fe/Zn 30x4	-	30	mb		
141.	Bednarka Fe/Zn 40x5	-	50	mb		
142.	Linka LgY 25mm ²	-	10	mb		
143.	Materiał montażowy	-	1	kpl		
9. Kable i przewody						
144.	Kabel elektroenergetyczny 12/20kV typu XRUHAKXS 1x120/50		750	mb		
145.	Kabel elektroenergetyczny 12/20kV typu XRUHAKXS 1x70/25		120	mb		
146.	Kabel elektroenergetyczny 0,6/1kV typu YAKXS 1x300		720	mb		
147.	Kabel elektroenergetyczny 0,6/1kV typu N2XH-J 4x240		40	mb		
148.	Kabel elektroenergetyczny 0,6/1kV typu YnKYżo 5x10		35	mb		
149.	Kabel sterowniczy Typu YKSY 7x1,5		108	mb		
10. Ewentualne dostawy na czas przełączeń						
150.	Agregat prądotwórczy diesla o mocy 400kW		1	kpl		
151.	Złącze kablowe lub szafa z zabezpieczeniami		1	kpl		Montaż tymczasowy w pomieszczeniu rozdzielnic RGnn
152.	Kable i przewody		1	kpl		Kable tymczasowe
153.	Rury ochronne niebieskie karbowane giętke fi 110, fi 50		1	kpl		Ochrona kabli tymczasowych