

# Spis treści

<b>DANE WYJŚCIOWE DO PROJEKTOWANIA</b>	3
1. Przedmiot opracowania	3
2. Zakres opracowania	3
3. Cel Inwestycji	3
4. Podstawa merytoryczna opracowania	3
<b>OPIS TECHNICZNY</b>	4
1. Ogólna charakterystyka inwestycji	4
1.1. Stan istniejący	4
1.2. Stan projektowany	4
2. Opis wykonania	5
2.1. Budynek techniczny	5
2.2. Rozdzielnica SN-15 kV	5
2.3. Rozdzielnica niskiego napięcia	6
2.4. Kompensacja mocy biernej	8
2.5. Wyłączniki prądu	8
2.6. Analiza sieci wewnętrznych, monitoring	9
2.7. Instalacja oświetlenia awaryjnego	9
Oświetlenie bezpieczeństwa w pomieszczeniach	9
Oświetlenie ewakuacyjne	9
2.8. Układ pomiarowy	9
2.9. Pomieszczenia agregatów	10
2.10. Uziemienie, połączenia wyrównawcze	12
2.11. Ochrona przed przepięciami	13
2.12. Obsługa stacji	13
2.13. Wewnętrzne linie kablowe SN na terenie inwestycji	13
3. Ochrona przed niebezpieczeństwem porażeniem prądem elektrycznym	14
4. Tabliczki ostrzegawcze	14
5. Uwagi końcowe	15
<b>OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ</b>	16
1. Zwarcie w punkcie przyłączenia – zasilanie podstawowe – ZK SN -15 kV	16
2. Zwarcie w punkcie przyłączenia – zasilanie rezerwowe – ZK SN -15 kV	16
3. Porównanie parametrów technicznych pól SN	17
4. Obliczenia zwarcia sekcji nN- RG ST 0,4 kV	17
5. Porównanie parametrów technicznych pól nN	18
6. Dobór przekładników pomiarowych	18
6.1. Obliczanie prądu pierwotnego przekładnika prądowego	18
6.2. Obliczanie obciążenia wtórnego S <sub>s</sub> przekładnika prądowego	19
6.3. Dobór przekładników napięciowych	19
7. Obliczanie wymaganej wartości rezystancji uziomu stacji transformatorowej	20
8. Obliczenia rezystancji projektowanego uziomu sztucznego	20
9. Dobór elementów sekcji 15 kV	22
9.1. Kabel od rozd. SN-15 kV dla transformatorów do 800 kVA	22
9.2. Dobór wkładek bezpiecznikowych SN dla transformatora 800 kVA	22
10. Dobór elementów sekcji 0,4 kV	22
10.1. Dobór szyn i kabla dla połączenia transformatora z rozdzielnicą nN	22
10.2. Dobór szyn w rozdzielni nN-04 kV; RG ST	22
10.3. Kompensacja mocy biernej dla RG ST sekcji i RG AW	23

## RYSUNKI

<i>Treść</i>	<i>Nr rys.</i>
Schemat strukturalny zasilania i połączeń	<i>E-00</i>
Plan aranżacji i inst. Ośw. W budynku technicznym	<i>E-01</i>
Przekrój a-a budynku technicznego	<i>E-02</i>
Schemat zasadniczy rozdzielni sn-15 kv	<i>E-03</i>
Widok rozdzielni sn-15 kv	<i>E-04</i>
Widok rozdzielni rg st	<i>E-05</i>
Schemat połączeń – układ pomiarowy energii dla zasil. Podstawowego	<i>E-06</i>
Schemat połączeń – układ pomiarowy energii dla zasil. Rezerwowego	<i>E-07</i>
Plan instalacji uziemień i poł. Wyrównawczych w budynku technicznym	<i>E-08</i>

# DANE WYJŚCIOWE DO PROJEKTOWANIA

## 1. **Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu wykonawczego branży elektrycznej dla zadania: Budowa wewnętrznej stacji dwutransformatorowej, pomieszczeń agregatów, pośrednich układów pomiarowych energii elektrycznej zasilania podstawowego i rezerwowego, rozdzielni SN 15 kV, transformatorów 2x 15/0,4 kV 800 kVA, rozdzielni nN, układów SZR i 2 agregatów prądotwórczych w budynku technicznym dla planowanej inwestycji – budowy siedziby KMP w Bielsku-Białej.

Dokumentacja ta stanowi część dla zadania: "Budowa kompleksu budynków Komendy Miejskiej Policji przy ul. Wapiennej w Bielsku-Białej wraz z budową dwóch zjazdów, chodników, dróg wewnętrznych, miejsc parkingowych, kojców dla psów oraz infrastruktury technicznej przy ul. Wapiennej i Piekarskiej w Bielsku Białej na dz. nr 4102/15, 4102/16, 4102/12, 4079/149 oraz 4198/117".

## 2. **Zakres opracowania**

- zasilanie rozdzielni z punktu przyłącza: ZK-SN do proj. SN-15 kV w budynku technicznym
- dwusekcyjna rozdzielnia SN-15 kV z układem SZR
- układ pomiarowy energii elektrycznej zasilania podstawowego
- układ pomiarowy energii elektrycznej zasilania rezerwowego
- zabudowa transformatorów 2x 15/0,4 kV 800 kVA
- dwusekcyjna rozdzielnia nN-0,4 kV RG ST z automatyką SZR
- automatyka 2x SZR sieć / agregat
- kompensacja mocy biernej
- zabudowa 2 agregatów zasilania awaryjnego
- instalacja elektryczna oświetlenia budynku technicznego
- ochrona przed niebezpieczeństwem porażenia prądem elektrycznym

## 3. **Cel Inwestycji**

Inwestycja ma na celu zapewnienie zasilania obustronnego z sieci SN zakładu energetycznego oraz zasilania awaryjnego w tym osobnego dla celów łączności w pełnej automatyce SZR, zgodnie z wytycznymi KGP nr 3, warunkami przyłączenia, dla planowanej inwestycji – budowy siedziby KMP w Bielsku-Białej.

## 4. **Podstawa merytoryczna opracowania**

- Wytyczne nr 3 komendanta Głównego Policji z dnia 30 lipca 2013r.
- warunki przyłączenia nr WP/030344/2014/O06R01 TD/06/SR/2014-04-03/0000001 z dnia 2014-03-31.
- wymagania techniczne, zapisane w SIWZ dla niniejszego zadania
- uzgodnienia z inwestorem
- obowiązujące normy i przepisy

## OPIS TECHNICZNY

### 1. *Ogólna charakterystyka inwestycji*

#### 1.1. Stan istniejący

Obecnie teren przeznaczony pod zabudowę siedziby KMP nie jest zagospodarowany, w pobliżu zlokalizowane są linie kablowe SN Zakładu Energetycznego. Nie ma kolizji istniejącego uzbrojenia terenu – sieci elektroenergetyczne – z planowaną inwestycją.

#### 1.2. Stan projektowany

Dla zasilania siedziby KMP przewidziano budowę osobnego budynku technicznego. W budynku przewidziano wydzielone pomieszczenia rozdzielni SN-15 kV, dwie komory transformatorowe z możliwością zabudowy jednostek o mocy do 800 kVA, rozdzielnię nN-0,4 kV, pomieszczenie agregatorowni z zabudową dwóch agregatów, instalacją tankowania paliwa, czerpnią powietrza z tłumikami akustycznymi, stropową wyrzutnią powietrza oraz spalin wraz z tłumikami.

Na podstawie wydanych warunków zasilania w granicy działki, w pobliżu projektowanego wjazdu na parking od strony ul. Wapiennej będą posadowione dwa złącza kablowe ZKSN 4 polowe. Zasilanie złączy wraz z ich budową, opracowaniem dokumentacji formalno – prawnej leży po stronie Zakładu Energetycznego w ramach opłaty przyłączeniowej. Pozostały zakres robót wykona własnym kosztem i staraniem Inwestor.

Od ZKSN należy wybudować dwie linie kablowe SN i wprowadzić do budynku technicznego – proj. rozdzielni SN-15 kV. Dla zasilania podstawowego i rezerwowego zastosować ten sam typ kabla: 3x XUHAKXS 1x120 mm<sup>2</sup> 12/20 kV,  $L_{wykopu} = 85$  m.

- Napięcie sieci zewnętrznej SN: 15 kV
- Układ sieci instalacji wewnętrznej nN: TN-S
- Napięcie zasilania po stronie nN: 3P 230/400 V
- Moc przyłączeniowa:
  - zasilanie podstawowe - 1100 kW;
  - zasilanie rezerwowe - 1100 kW
- Moc zainstalowana obiektu:  $P_i = 1761$  kW
- Moc szczytowa:  $P_{sz} = 951$  kW
- Prąd obliczeniowy:  $I_B = 1476$  A

## **2. Opis wykonania**

### **2.1. Budynek techniczny**

Budynek techniczny będzie zlokalizowany przy budynku głównym siedziby, w skarpie z możliwością dojazdu od frontu, pozostałe 3 ściany wraz ze stropem będą przykryte ziemią. Dojazd do budynku technicznego ma kratki odwadniające oraz zachowany spadek w stronę przeciwną, uniemożliwiając tym zalanie budynku w trudnych warunkach atmosferycznych. W dokumentacji konstrukcji budynku przewidziano otwory czerpni, wyrzutni, kanały kablowe osobno dla wprowadzenia linii SN, oraz osobno dla wyprowadzenia linii nN. Podłoga w budynku betonowa. W polach obsługi należy na podłodze położyć dywaniki gumowe.

Kable SN i nN z zewnątrz wprowadzone są przez otwory przepustowe umieszczone w części fundamentowej. W przygotowane w fundamencie miejsca zainstalować przepusty systemowe gazoszczelne i wodoszczelne.

Budynek techniczny posiada drzwi wejściowe do korytarza obsługi agregatorowni, rozdzielni SN i nN oraz do komór transformatorowych. W ścianie frontowej oraz drzwiach komory transformatora znajdują się otwory wentylacyjne z żaluzjami zapewniającymi odpowiednie chłodzenie transformatora. Komory przystosowane do montażu jedynie transformatorów suchych o mocy maksymalnej 800 kVA. Budynek konstrukcji żelbetowej posiada ściany zewnętrzne i jedną nośną REI 250 grubości 250 mm, oraz działowe REI 120 grubości 120 mm.

W budynku znajduje się:

- Oświetlenie sztuczne
- Wentylacja mechaniczna
- Otwory wlotowe i wylotowe żaluzyjne umieszczone w ścianie frontowej - w drzwiach wejściowych do korytarza obsługi oraz komory transformatora.
- Otwory wlotowe żaluzyjne umieszczone w ścianie frontowej oraz wylotowe w stropie dla chłodzenia agregatorowni.
- Instalacja tankowania dla dwóch agregatów
- Złącze ZK – wtyk dla możliwości podłączenia 3 agregatu przewoźnego
- Instalacja odprowadzenia spalin – systemowe rury dwupłaszczowe.
- Instalacja uziemiająca.

### **2.2. Rozdzielnica SN-15 kV**

Zaprojektowano pola rozdzielni SN oparte na wyrobach ZPUE Włoszczowa – seria Rotoblok SF z izolacją gazową, napięcie znamionowe 24 kV. Należy zainstalować 3 pola wyłącznikowe VCB, 2 pola liniowe SL2, 2 pomiarowe SP1, i 2 pola transformatorowe ST2.

Oslony pól SN z przekładnikami oraz dźwignię odłącznika w polu pomiaru napięcia przystosować do plombowania.

Rozdzielnica SN typu Rotoblok SF przystosowana jest do montażu w polach liniowych ograniczników przepięć typów: GXE, GXR, POLIM-D prod. firmy ABB.

Wymiary rozdzielnic SN:

- szerokość (podziałka polowa) - 500 mm
- wysokość - 1950 mm
- głębokość - 1150 mm

Połączenie rozdzielnic z transformatorem wykonano kablem 3xYHAKXS (1x70 mm<sup>2</sup> 12/20 kV). W polu transformatorowym zastosowano głowice typu QT II 93-EB 62-1PL firmy 3M. Na transformatorze zastosowano głowice kablowe ITK 224.

Typ rozłącznika w polu liniowym	GTR SF 1
Typ rozłącznika w polu pomiarowym	GTR SF 1
Typ rozłącznika w polu transformatorowym	GTR SF 2V

Szczegółowe dane w dokumentacji techniczno ruchowej rozdzielnic typu Rotoblok SF.

### 2.3. Rozdzielnic niskiego napięcia

Zastosowano rozdzielnic niskiego napięcia dwu sekcijną w obudowie wolnostojącej typu XVTL IP55 wraz z izolatorami pod most szynowy 2500 A produkcji EATON. W członach zasilania i polu sprzęgła sekcijnego zastosowano układ SZR oparty o moduł automatyki MAX-1SX oraz wyłączniki kompaktowe typu NZM 1600A 3-bieg wraz z akcesoriami umożliwiającymi współpracę z ww modulem.

SZR 1600 A z blokadą elektryczną.

Zestawienie mat. SZR 1600 A:

	Typ	Opis	Ilość
1	MAX-1SX	MODUŁ AUTOMATYKI MAX-1SX (z panelem XV100)	1
2	NZMN4-VE1600	Wyłącznik mocy 3-bieg. 1600A selektywny	2
3	NZMN4-AE1600	Wyłącznik mocy 3-bieg. 1600A	1
4	NZM4-XR208-240AC	Napęd zdalny	3
5	NZM4-XA208-250AC/DC	Wyzwalacz wzrostowy	3
6	M22-K10	Element stykowy 1Z mocowanie przód	2
7	M22-K01	Element stykowy 1R mocowanie przód	4
8	LTS-160/00/3-F	Rozł. bezp. LTS do montażu na płycie	2
9	UPS 1/1 230V AC 300 VA	Dla zasilania układu sterowania	1

W szafie RG ST należy zainstalować ograniczniki przepięć typu B, zabezpieczenia obwodów odpływowych, ośw. stacji, kompensacji biegu jałowego transformatora, kompensacji sekcji I i II, oraz sterowanie wentylatorem umieszczonym w drzwiach komory transformatora.

Wymiary rozdzielnic wynoszą:

- szerokość - 2875 mm
- wysokość - 2100 mm
- głębokość - 600 mm

Połączenie rozdzielnic z transformatorem wykonano kablem 3x(3xYKXS 1x240 mm<sup>2</sup> RMC) + 2xYKY 1x240 mm<sup>2</sup>. Rozdzielnica w wykonaniu standardowym przystosowana jest do pracy w układzie TN-C-S lub TN-S.

Po stronie nN na transformatorach należy zainstalować kondensatory do kompensacji mocy biernej stanu jałowego transformatora. Zastosować kondensatory z izolacją gazową azotową N<sub>2</sub> – o mocy 7,5 kvar.

Podczas pracy normalnej transformatory zasilają będą sekcję I i sekcję II – praca równoległa dwóch transformatorów. Przy zaniku zasilania po stronie wtórnej jednego z transformatorów układ SZR 1600 A odłączy pion zasilania nN uszkodzonej linii, i rozłączy wyłącznik sekcyjny – odstawi sekcję I, jeden transformator przejmie obciążenie z sekcji II.

W pomieszczeniu rozdzielni nN-0,4 kV należy zainstalować osobne szafy SZR1 i SZR2 służące do przełączenia na zasilanie awaryjne z agregatów prądotwórczych SZE 1 i ZSE 2. W szafie SZR2 należy dodatkowo zainstalować ręczny przełącznik sieć/agregat I-0-II; 4P; 100 A np SIRCO VM1 w celu możliwości podłączenia trzeciego agregatu przewoźnego.

Zestawienie mat. SZR 1000 A z blokadą elektryczną i mechaniczną.:

	Typ	Opis	Ilość
1	MAX-1SX	MODUŁ AUTOMATYKI MAX-1SX (z panelem XV100)	1
2	NZMN4-4-VE1000	Wyłącznik mocy 4-bieg. 1000A selektywny	2
3	NZM4-XR208-240AC	Napęd zdalny	2
4	NZM4-XA208-250AC/DC	Wyzwalacz wzrostowy	2
5	M22-K10	Element stykowy 1Z mocowanie przód	2
6	M22-K01	Element stykowy 1R mocowanie przód	4
7	UPS 1/1 230V AC 300 VA	Dla zasilania układu sterowania	1

Zestawienie mat. SZR 100 A z blokadą elektryczną i mechaniczną.:

	Typ	Opis	Ilość
1	MAX-1SX	MODUŁ AUTOMATYKI MAX-1SX (z panelem XV100)	1
2	NZMN2-4-VE100	Wyłącznik mocy 4-bieg. 100A selektywny	2
3	NZM2-XR208-240AC	Napęd zdalny do BG2	2
4	NZM2/3-XA208-250AC/DC	Wyzwalacz wzrostowy	2
5	M22-K10	Element stykowy 1Z mocowanie przód	2
6	M22-K01	Element stykowy 1R mocowanie przód	4

Każdy SZR wyposażony jest w układ automatyki, sterownik procesorowy i moduł komunikacyjny Ethernet. Dla SZR 1600 A i 1000 A zastosować zasilacze UPS 1/1 230 V AC 300 VA, zasilanie automatyki SZR 100 A wyprowadzić po UPS-ie instalowanym dla SZR 1000 A.

Moduły automatyki typoszeręgu MAX w wyniku pobudzenia pod napięciowego mogą sterować przełączeniami źródeł zasilania przy przerwach w zasilaniu trwających dłużej niż 1 sekundę. Czas zwłoki reakcji SZR na zanik napięcia można dopasować do działania urządzeń zasilających i odbiorczych. Na przykład w celu wyeliminowania zbędnego zadziałania SZR w wyniku przemijających zakłóceń w sieciach rozdzielczych średniego napięcia i działania samoczynnego powtórnego załączenia. (SPZ) nastawa zwłoki reakcji SZR powinna być większa niż 3 sekundy. Do działania urządzeń zasilających i odbiorczych można również dopasować czas zwłoki reakcji SZR na powrót napięcia. Czas wykonania pełnego cyklu zadziałania SZR, liczonego od chwili pobudzenia do otwarcia pierwszego łącznika (wyłącznika/ rozłącznika), do chwili zamknięcia ostatniego łącznika wynosi od 2,5 - 3,5 sekundy. Układ SZR z modułem typu MAX zapewnia:

- automatyczne przełączanie zasilania pomiędzy źródłem (zasilaczem) podstawowym a rezerwowym - agregat prądotwórczy;

- możliwość dopasowania czasu zwłoki reakcji SZR na zanik i powrót napięcia do czasu działania układów SZR w rozdzielniach nadrzędnych oraz nastaw czasowych zabezpieczeń;
- automatyczne uruchamianie agregatu prądotwórczego i kontrolę jego gotowości do przyjęcia obciążenia;
- automatyczne lub po ręcznym potwierdzeniu przełączanie powrotne na zasilanie podstawowe i zatrzymywanie agregatu prądotwórczego po zadanym czasie wybiegu;
- wzajemne podwójne blokady elektryczno-programowe i ew. mechaniczne aparatów wykonawczych przed załączeniem źródeł do pracy równoległej;
- ręczne sterowanie aparatami wykonawczymi;
- wyłączenie przeciwpożarowe (awaryjne) - miejscowe lub zdalne - źródeł za pomocą „głównego wyłącznika prądu”;
- sygnalizację optyczną obecności prawidłowych napięć źródeł, położenia (otwarty/zamknięty) styków łączników, wyłączenia przeciwpożarowego (awaryjnego) oraz prawidłowego działania automatyki SZR;
- kontrolę wykonania dyspozycji zamknięcia i/lub otwarcia przez aparaty wykonawcze;
- kontrolę zadziałania wyzwalaczy nadprądowych wyłączników;
- kontrolę prawidłowego odwzorowania położenia styków aparatów wykonawczych

## 2.4. Kompensacja mocy biernej

Zaleca się dobór urządzeń kompensacyjnych wykonać na podstawie pomiarów profilu mocy wykonanych podczas w pełni użytkowanego obiektu (po zainstalowaniu wszystkich odbiorników) w okresie letnim przez minimum 1 dobę. W przypadku braku takiej możliwości na podstawie uzgodnień z Inwestorem dla kompensacji mocy biernej przewidziano montaż baterii kondensatorów z regulatorem do kompensacji automatycznej w osobnych szafach.

Jeden zestaw należy podłączyć do RG ST sekcja I, drugi do RG AW w budynku głównym A. Z sekcji II baterię przeniesiono do rozdzielni RG AW, tak aby przy zasilaniu awaryjnym (zasilanie z agregatu ZSE1) także była zapewniona kompensacja mocy biernej.

Szafę kompensacji automatycznej dla RG ST należy umieścić w pomieszczeniu agregatorowni. Należy zastosować szafy:  $Q_n = 200 \text{ kvar}$ ,  $U_n = 420 \text{ V}$ , Stopnie: 50+50+40+30+15+10+5.

Szafę kompensacji automatycznej dla RG AW należy umieścić w pomieszczeniu rozdzielni głównej budynku A. Należy zastosować szafy:  $Q_n = 200 \text{ kvar}$ ,  $U_n = 420 \text{ V}$ , Stopnie: 50+50+40+30+15+10+5.

## 2.5. Wyłączniki prądu

Jako główny wyłącznik prądu GWP z funkcją wyłącznika przeciwpożarowego zastosowano zdalne sterowanie cewkami wzrostowymi instalowanymi w SZR, co powoduje po podaniu napięcia przez przycisk GWP bezzwłoczne wyłączenie obwodów obiektu zasilanych z sieci energetycznej oraz agregatów prądotwórczych. Wszystkie systemy instalacji przeciwpożarowych posiadają własne źródła zasilania z czasem potrzymania odpowiednio wg wymogów, dodatkowo zostały zasilane napięciem awaryjnym.

Przyciski wyłączników prądu należy zainstalować przy wejściu – w korytarzu obsługi oraz w pomieszczeniu agregatorowni. Zastosować przyciski w obudowie z szybką szklaną. Zasilanie obwodu sterowania każdego WP należy zrealizować po przełączniku faz PFA 8s. Instalację WP wykonać przewodem niepalnym HDGs 2x1,5 mm<sup>2</sup>.



## **2.6. Analiza sieci wewnętrznych, monitoring**

Agregat prądotwórczy, SZR, UPS-y muszą być wyposażone w moduł komunikacyjny połączony z siecią LAN. W budynku technicznym przewidziano montaż gniazd RJ 45; jedno pod TL, 2 w agregatorowni, 3 w pomieszczeniu rozdzielni nN-0,4 kV.

W pomieszczeniu dyżurnego należy zainstalować jedno stanowisko operatorskie składające się z komputera PC i monitora LED 24". Na jednostce PC należy zainstalować oprogramowania producenta wszystkich monitorowanych urządzeń: ZSE, SZR, UPS, 4 analizatorów sieci instalowanych w rozdzielniach budynku A.

## **2.7. Instalacja oświetlenia awaryjnego**

Wszystkie oprawy oświetlenia awaryjnego muszą posiadać certyfikat wydany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy; CNBOP-PIB.

### **Oświetlenie bezpieczeństwa w pomieszczeniach**

Obwody do lamp wydzielonych (Aw) wykonać przewodem YDYżo 4x1.5 mm<sup>2</sup> i izolacji 750 V p/t. We wszystkich pomieszczeniach technicznych zaprojektowano oprawy ośw. bezpieczeństwa z autonomicznym źródłem zasilania. Oprawy stanowią w 100% ośw. podstawowe. Oprawy załączają się automatycznie przy zaniku napięcia zasilania na czas 2 godz.

### **Oświetlenie ewakuacyjne**

Instalację wykonać przewodem YDYżo 4x1.5 mm<sup>2</sup> i izolacji 750 V p/t. Oświetlenie realizowane jest za pomocą opraw instalowanych w wersji naściennej, – oprawy wyposażać w piktogramy zielone z zaznaczonym kierunkiem ewakuacji, oprawy załączają się automatycznie przy zaniku napięcia zasilania na czas 2 godz.

## **2.8. Układ pomiarowy**

Pomiar energii realizowany będzie w układzie pośrednim za pomocą przekładników prądowych i napięciowych zamontowanych w rozdzielni SN-15 kV; odpowiednio w polach nr 02 i 08. Szafy pól przystosowane do plombowania.

Szafa licznikowa TL zostanie zainstalowana w pomieszczeniu rozd. SN-15 kV.

Główne parametry układu pomiarowego:

- Napięcie nominalne: 15 kV.
- Przekładniki napięciowe:  
UMZ 24-1; 15:√3V / 0,1:√3V; 10 VA; kl. 0,5; FS5 legalizowane
- Przekładniki prądowe:  
TPU 50.11; 50/5 A;  $I_{thn}/I_{dyn} = 6,3/16$  kA; 7,5 VA; kl. 0,2; FS 5; legalizowane
- Dwukierunkowy pomiar energii czynnej i biernej
- Licznik czterokwadrantowy ZMD405C T44.0459.
- Rejestracja profili obciążenia.

- Moduł komunikacyjny typu MK-6, z układem synchronizacji czasu, łącze RS323
- Zasilanie napięciem gwarantowanym:– zasilacz UPS 1/1 230 V AC; 300 VA,
- Transmisja danych pomiarowych poprzez GSM/GPRS – moduł komunikacyjny CU-P32

Układ pomiarowy zasilany będzie z przekładników instalowanych na każdej fazie rozdzielni SN-15 kV.

Projektowane obwody pomiarowe; napięciowe i prądowe należy wyprowadzić z przekładników pola do szafy licznikowej TL.

Obwody pomiarowe winny być prowadzone w sposób uniemożliwiający dostęp osób niepowołanych, oraz tak by można było założyć plomby Dostawcy. Przewody prądowe obw. wtórnych YKSY 7x2,5 mm<sup>2</sup> między przekładnikami a listwą Ska-P1 prowadzić we wspólnej osłonie – RVS 22 n/t. Przewody napięciowe YKSY 5x2,5 mm<sup>2</sup> prowadzić jw. w osobnej osłonie.

Układ rozliczeniowo - pomiarowy dla każdego zasilania SN pośredni z licznikiem energii elektrycznej jako licznik podstawowy - elektroniczny, czterokwadrantowy, o klasie dokładności 0,2 dla energii czynnej i bierniej, wyposażony w automatyczne zamykanie okresu rozliczeniowego oraz rejestrację i przechowywanie w pamięci pomiarów mocy czynnej 15 minutowej – profil mocy. Typ licznika wg schematu, wraz z legalizacją i parametryzacją dostosowaną do taryfy TAURON Dystrybucja Sp. z o.o.

Układy pomiarowe zostaną połączone ze sobą modułem komunikacyjnym typu MK-6 poprzez łącze RS323. Dodatkowo moduł komunikacyjny będzie pełnił funkcję synchronizatora czasu dla układów licznikowych.

Zasilanie układów pomiarowych wykonać napięciem gwarantowanym 230V AC z zainstalowanego w SZR 1600 A zasilacza UPS 1/1 230 V AC; 300 VA.

Zaprojektowano szafę licznikową z drzwiami przeszklonymi o wymiarach 800x800x400mm (wys./szer./gł.), posiadającą płytę montażową, dostępną po otwarciu szafy. Pod każdym licznikiem zamocowana będzie listwa przyłączeniowa typ Ska-P1. W dolnej części szafy zamocowany będzie moduł komunikacyjny MK6 z synchronizatorem czasu, gniazdo 230 VAC natablicowe.

Przed załączeniem odbiorcy, należy wykonać badania pomontażowe, parametryzację liczników i sprawdzenie transmisji danych w układzie pomiarowym. Przed zamontowaniem licznik przedłożyć do Tauron Dystrybucja celem sprawdzenia poprawności jego parametryzacji.

## **2.9. Pomieszczenia agregatów**

### **2.9.1. Posadowienie zespołu spalinowo elektrycznego ZSE**

Zaprojektowano ZSE1 o mocy ciągłej 800 kVA składający się z silnika wysokoprężnego Perkins i generatora prądotwórczego Marelli zainstalowanych na wspólnej ramie wyposażony w układ automatyki samostartu. Typ np. EPS System GP 880 AUT. Dane katalogowe projektowanego zespołu prądotwórczego podano w dalszej części opisu w formie załączników. Agregat po SZR 1000 A zasilac będzie RG AW obwodów napięcia awaryjnego – ogólnego obiektów siedziby KMP.

Dla celów zasilania teletechniki zaprojektowano ZSE2 o mocy ciągłej 101 kVA. Typ np. EPA System GV 112 AUT. Agregat po SZR 100 A zasilac będzie RGX obwodów napięcia krytycznego (w tandemie z UPS 2x40 KVA).

Obydwa zespoły ZSE posadowić w jednym pomieszczeniu budynku technicznego w wersji wewnętrznej z tłumikami o podwyższonym stopniu tłumienia, układem podgrzewania bloku silnika

i układem zdalnego monitoringu. Pojemność zbiorników paliwa pozwoli na minimum 12 godziny pracy zespołu przy pełnym obciążeniu. Tolerancja częstotliwości na poziomie  $\pm 0,25\%$  oraz stabilność napięcia na poziomie  $\pm 0,5\%$  gwarantują współpracę projektowanego agregatu prądotwórczego z najbardziej czułoprądowymi odbiornikami (komputery, UPS-y, serwery, siłownie telekomunikacyjne itp.).

Na podstawie wytycznych producenta zaprojektowano odpowiedni fundament przedstawiony w części konstrukcyjnej dokumentacji – opracowanie równoległe.

#### 2.9.2. Podłączenie kabla sterowania rozruchem agregatu i awaryjnym wyłączeniem

Zespół prądotwórczy wyposażony będzie w układ automatyki samostartu, który śledzić będzie napięcie na kablu zasilania podstawowego w SZR. Kabel sterowniczy start/stop YKSYektmY 7x2,5mm<sup>2</sup>, 0,6/1kV, należy wyprowadzić odpowiednio z SZR do szafy sterowniczo-zasilającej danego zespołu ZSE. Silnik wysokoprężny otrzymuje sygnał do startu w momencie zaniku napięcia na zasilaniu SZR. Generator gotowy jest do pełnego obciążenia po kilkudziesięciu sekundach (określonych w karcie katalogowej) po starcie.

Dodatkowo dla awaryjnego wyłączenia doprowadzić przewód HDGs 2x1,5 mm<sup>2</sup> wyprowadzony z przekaźnika faz PFA 8s zainstalowanego w rozdzielnicy potrzeb własnych napięcia awaryjnego budynku technicznego; TPW-AW.

#### 2.9.3. Podłączenie kabli

Kable sieciowe wprowadzić do skrzynek przyłączeniowych ZSE wg schematu zasilania. Zasilanie potrzeb własnych należy wyprowadzić z rozdzielni RG ST sekcja II przewodem YDYżo 5x4 mm<sup>2</sup> dla ZSE1, oraz kablem YDYżo 5x2,5 mm<sup>2</sup> dla ZSE2.

#### 2.9.4. Instalacja paliwowa i odprowadzenia spalin

Każdy z zespołów ZSE wyposażony jest w własny zbiornik paliwa instalowany na ramie. Dla ZSE1 zbiornik o pojemności 1750 L pozwalający na 10 godz. pracy przy pełnym obciążeniu. Dla ZSE2 zbiornik o pojemności 300 L pozwalający na 12 godz. pracy przy pełnym obciążeniu.

Dla możliwości tankowania z zewnątrz przewidziano skrzynkę tankowania paliwa wykonaną ze stali lakierowanej i montowaną na elewacji budynku, z sygnalizacją napełnienia zbiornika oraz z rurociągiem pomiędzy skrzynką a agregatami.

Dla odprowadzenia spalin przewidziano montaż układu wydechowego o długości do 8 mb, z rur dwupłaszczowych stalowych nierdzewnych, umocowanie tłumika na przygotowanej konstrukcji nad agregatem, przejście przez przygotowany w ścianie otwór w ścianie, izolacja termiczna przejścia, wyprowadzenie nad strop pomieszczenia w wyrzutni powietrza z wykorzystaniem 5 kolan systemowych.

#### 2.9.5. Instalacja czerpni i wyrzutni powietrza dla dwóch ZSE

Przewidziano montaż:

- układu wentylacyjnego długości 1 mb pomiędzy chłodnicą a przygotowanym otworem w ścianie z uwzględnieniem kompensatora drgań przymocowanego do chłodnicy
- przepustnicy wielopłaszczyznowej sterowanej automatycznie, zamontowanej na wyrzutni powietrza (na chłodnicy) – stalowa ocynkowana
- kulisowego tłumika akustycznego w kanale wyrzutni powietrza o długości 2 mb

- przejścia dachowego i wyrzutni dachowej
- kulisowego tłumika akustycznego w kanale czerpni powietrza o długości 2 mb
- przepustnicy wielopłaszczyznowej sterowanej automatycznie, zamontowanej na czerpni powietrza od wewnątrz pomieszczenia – stalowa ocynkowana
- żaluzji stałej w otworze czerpni od strony zewnętrznej budynku- stalowa ocynkowana

#### 2.9.6. Uwagi ogólne

Wszystkie instalacje wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami. Zespół prądotwórczy należy zamówić u producenta lub dystrybutora łącznie z jego transportem, rozładunkiem, montażem i uruchomieniem, wraz z układem czerpni i wyrzutni powietrza, oraz wyprowadzeniem spalin na zewnątrz pomieszczenia.

### 2.10. Uziemienie, połączenia wyrównawcze

Budynek techniczny posiada uziemienie ochronne podłączone do wspólnego uziomu na zewnątrz. Główna magistrala uziemiająca wewnątrz budynku składa się z części poziomej wykonanej z płaskownika ocynkowanego Fe/Zn 40x5 wewnątrz instalowanego na ścianie na wysokości 0,35 m.

W budynku technicznym do głównej magistrali należy podłączyć:

- Rozdzielnicę SN 15 kV; każda celka - linką LgYżo 70 mm<sup>2</sup>,
- Rozdzielnicę nN w dwóch punktach - linką LgYżo 50 mm<sup>2</sup>,
- Ramę transformatora i agregatu - linką LgYżo 95 mm<sup>2</sup>,
- Futryny, drzwi, obróbki, korytka kablowe, czerpnie i wyrzutnie każde w dwóch punktach - linką LgYżo 16 mm<sup>2</sup>,
- Metalowe elementy konstrukcyjne budynku - linką LgYżo 16 mm<sup>2</sup>,
- Żaluzje, każda - linką LgYżo 35 mm<sup>2</sup>.

Do głównej magistrali należy dołączyć przez zaciski kontrolne dwuśrubowe 4 wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego doprowadzonego do magistrali przez przepusty gazoszczelne systemowe umieszczone w ścianach zewnętrznych (ZK-3, ZK-4).

Analogicznie należy wykonać uziemienie punktu neutralnego transformatora. Punkt ten nie łączyć z główną magistralą wyrównawczą (ZK-1, ZK-2).

Na podstawie wykonanych obliczeń wymagana wypadkowa rezystancja uziomu wynosi  $R_{Bwyp} < 2 \Omega$ . Należy zastosować uziom mieszany: kratowy pod budynkiem stacji transformatorowej, fundamentowy – budynek A i B, pionowy i poziomy.

Uziom kratowy: w około budynku technicznego – 1 m od ścian, należy ułożyć płaskownik Fe/Zn 25x4 mm. Powstały prostokąt wypełnić w formie kraty tym samym płaskownikiem, długość oka siatki wynosi maksimum 5 m.

Uziom fundamentowy: metalowy płaskownik 50x4 mm nieocynkowany układany na sztorc w najniższej części zbrojenia łąw fundamentowych, przed zalaniem betonem. Dotyczy wszystkich budynków.

Uziom pionowy: pręt Fe/Zn  $\phi$  18 mm, L = 3 m wbijany pionowo na trasie uziomu poziomego obiektu, łącznie 30 szt..

Uziom poziomy: bednarke Fe/Zn 25x4, L  $\approx$  300 m układać w wykopach razem z liniami kablowymi terenu inwestycji.

Połączenia podziemne wykonać metodą spawania, a nadziemne metodą skręcania z użyciem śrub z podkładkami sprężynującymi. Wszystkie połączenia zabezpieczyć przed korozją.

Po połączeniu uziomu z instalacją uziemiającą stacji należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia. **UWAGA:** W przypadku nie uzyskania wskazanej wartości rezystancji uziemienia, należy wykonać dodatkowe uziomy prętowe, aż do uzyskania tej wartości.

## 2.11. Ochrona przed przepięciami

Budynek rozdzielni po stronie SN nie będzie chroniony od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych. Stacja przewidziana jest do pracy w sieci wyłącznie kablowej i nie jest wymagana ochrona przepięciowa urządzeń elektroenergetycznych.

## 2.12. Obsługa stacji

Obsługa urządzeń rozdzielni średniego napięcia odbywać się będzie wewnątrz budynku z osobnych pomieszczeń obsługi rozdzielnic SN i nN.

W drzwiach do komory transformatora należy zastosować barierki ochronne.

## 2.13. Wewnętrzne linie kablowe SN na terenie inwestycji

Od ZKSN należy wybudować dwie linie kablowe SN i wprowadzić do budynku technicznego – proj. rozdzielni SN-15 kV. Dla zasilania podstawowego i rezerwowego zastosować ten sam typ kabla: 3x XUHAKXS 1x120 mm<sup>2</sup> 12/20 kV, L<sub>wykopu</sub> = 85 m.

Uwagi do układania kabli SN:

- Kabel układać w wykopie na głębokości 0.8 m na podsypce z piasku o gr. 0.1m. Ułożony kabel zasypać warstwą piasku (grubość 0.1m. ). Pozostałą część wykopu należy wypełnić gruntem rodzimym. W trakcie zasypywania należy ułożyć folie kalandrową tak, aby znajdowała się ona najmniej 0.3 m nad kablem. Zaleca się ubijanie gruntu w trakcie zasypywania rowu przy pomocy wibratora.
- Kabel w rowie układać linią falistą z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu, nie mniejszym, niż 1% długości wykopu.
- W przypadku skrzyżowań z innymi instalacjami podziemnymi należy w ich miejscu prowadzić wiązkę 3 kabli w rurze ochronnej AROT DVK  $\phi$ 160, na długości po 0,5 m w obie strony od miejsca skrzyżowania.
- W przypadku skrzyżowań z drogami wewnętrznymi należy w ich miejscu prowadzić kabel w rurze ochronnej AROT SRS  $\phi$ 160, na długości po 0,5 m w obie strony od krawędzi jezdni.

Kabel w miejscach wprowadzenia i wyprowadzenia z rur nie może opierać się o krawędzie otw. i powinien być uszczelniony.

### **3. Ochrona przed niebezpieczeństwem porażeniem prądem elektrycznym**

#### **Ochrona w warunkach normalnych**

W celu ochrony przed dotykiem pośrednim zastosowano:

- izolacja czynna kabli SN– 12/20 kV
- izolacja czynna przewodów i kabli nN – 1 kV
- udostępnienie – rozdzielnia nN i SN, komora transformatorowa; zamykana przy pomocy zamka.

#### **Ochrona w warunkach uszkodzenia**

W celu ochrony przed dotykiem pośrednim zastosowano:

- po stronie SN – uziemienie ochronne
- po stronie nN - 1 kV – samoczynne wyłączanie zasilania na skutek pojawienia się prądu zwarcia w uszkodzonym obwodzie za pomocą bezpieczników topikowych w czasie  $t_v < 5$  s – dla obwodów rozdzielczych, dla pozostałych obwodów odpowiednio w czasie:  $t_v < 0,4$  s, oraz  $t_v < 0,2$  s
- Połączenia wyrównawcze: przewód PE winien mieć izolację w kolorze żółto-zielonym. Do przewodów PE należy przyłączyć bolce gniazd wtyczkowych, obudowy lamp i wszystkich urządzeń elektrycznych, za wyjątkiem zastosowanych urządzeń z obudową w II klasie izolacji.
- Ekwipotencjalizację realizuje się za pomocą połączeń wyrównawczych bezpośrednich: wszystkie urządzenia metalowe, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, znajdujące się wewnątrz chronionego budynku oraz urządzenia do niego wprowadzone, należy łączyć między sobą i z GSU budynku.
- Żyłę powrotną kabla SN należy podłączyć do uziemienia na obu jego końcach.
- Rezystancja uziemienia, roboczego, ochronnego, odgromowego jako wspólnego po stronie SN i Nn powinna wynosić:  $R_E < 2 \Omega$

UWAGA: W przypadku nie uzyskania wskazanej wartości rezystancji uziemienia, należy wykonać dodatkowe uziomy prętowe, aż do uzyskania tej wartości.

Przed uruchomieniem linii należy wykonać pomiary napięć rażeniowych, rezystancji uziomów, izolacji kabli.

### **4. Tabliczki ostrzegawcze**

Należy zastosować następujące tabliczki:

Dla budynku technicznego: tablice ostrzegawcze – (3 szt.) – umieszczone na każdych drzwiach.

W polach zasilania i odpływowych SN i nN:

- tablice identyfikacyjne na kablu przy głowicy – zawierające nr obwodu i prąd znamionowym bezpiecznika chroniącego obwód.

W komorze trafo:

- na barierkach zawieszonych na wysokości 110 cm od poziomu gruntu przy wejściach do komory trafo zawiesić tabliczkę ostrzegawczą z napisem „Pod napięciem”.

## **5. Uwagi końcowe**

Przed przystąpieniem do prac budowlanych wykonawca zobowiązany jest do opracowania harmonogramu wyłączeń czynnych urządzeń elektroenergetycznych i jego zatwierdzeniu w Tauron Dystrybucja S.A.

Instalację elektryczną należy wykonać wg obowiązujących przepisów PN, oraz warunków technicznych zakładu energetycznego. Wolno stosować tylko materiał dopuszczony przez normy PN.

Po zakończeniu robót instalacyjnych dokonać pomiarów i próby, z których należy sporządzić protokoły.

## OBLICZENIA I DOBÓR URZĄDZEŃ

### 1. Zwarcie w punkcie przyłączenia – zasilanie podstawowe – ZK SN -15 kV

Napięcie robocze sieci SN:

$$U_n = 15 \text{ kV}$$

Prąd zwarcia 3 faz. w pkt przyłącza:

$$I_{k3}'' = 1,7 \text{ [kA]}$$

Czas trwania zwarcia:

$$t = 0,6 \text{ sek.}$$

Sieć pracuje w układzie: sieć skompensowana

$$I_{k3}'' = 1,7 \text{ [kA]}$$

udarowy prąd zwarcia:

$$\kappa = 1,7$$

$$i_p = \kappa \times \sqrt{2} \times I_{k3}'' = 1,7 \times 1,41 \times 1,7 = 4,1 \text{ [kA]}$$

zastępczy zwarcia prąd cieplny:

$$I_{th}'' \approx 1,025 \cdot I_{k3}'' \approx 1,74 \text{ [kA]}$$

### 2. Zwarcie w punkcie przyłączenia – zasilanie rezerwowe – ZK SN -15 kV

Napięcie robocze sieci SN:

$$U_n = 15 \text{ kV}$$

Prąd zwarcia 3 faz. w pkt przyłącza:

$$I_{k3}'' = 3,6 \text{ [kA]}$$

Czas trwania zwarcia:

$$t = 1 \text{ sek.}$$

Sieć pracuje w układzie: sieć skompensowana

$$I_{k3}'' = 3,6 \text{ [kA]}$$

udarowy prąd zwarcia:

$$\kappa = 1,7$$

$$i_p = \kappa \times \sqrt{2} \times I_{k3}'' = 1,7 \times 1,41 \times 3,6 = 8,7 \text{ [kA]}$$

zastępczy zwarcia prąd cieplny:

$$I_{th}'' \approx 1,025 \cdot I_{k3}'' \approx 3,7 \text{ [kA]}$$

Pominięto wpływ linii od ZK SN do rozd. SN 15 kV ze względu na bardzo krótką długość 85 m i duży przekrój żył kabli:  $120 \text{ mm}^2$  – impedancja linii jest pomijalnie mała.



### 3. Porównanie parametrów technicznych pól SN

Proj. rozdzielnia SN 15 kV - rozdzielnice ROTOBLOK SF produkcji ZPUE Włoszczowa

- napięcie nominalne: 24 kV > 15 kA

- prąd zwarciaowy 1-sek. 16 kA >  $I''_{th} = 3,7 \text{ kA}$

- prąd zwarciaowy udarowy 40 kA >  $i_p = 8,7 \text{ kA}$

Rozdzielnice SN spełniają warunki zwarciaowe.

### 4. Obliczenia zwarciaowe sekcji nN- RG ST 0,4 kV

Transformator

$S_{nT} = 800 \text{ kVA}$ ;

$u_r = 15/0,4 \text{ kV/kV}$ ;

$u_{k\%} = 6\%$ ;

$\Delta P_{cun} = 8,2 \text{ kW}$

$$u_R = \frac{\Delta P_{cun}}{S_{nT}} = \frac{8,2}{800} = 0,01025$$

$$u_x = \sqrt{u_k^2 - u_R^2} = \sqrt{0,06^2 - 0,01025^2} = 0,059$$

$$X_T = u_x \times \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = 0,059 \times \frac{400^2}{800 \cdot 10^3} = 0,012 \Omega$$

$$R_T = u_R \times \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = 0,01025 \times \frac{400^2}{800 \cdot 10^3} = 0,00205 \Omega$$

Moc zwarciaowa na szynach rozdzielni SN-15 kV:

$$S''_{15SN} = \sqrt{3} \cdot I''_{k3} \cdot U_N = \sqrt{3} \cdot 3,6 \cdot 15 = 93,5 \text{ MVA}$$

Reaktancja rozdzielni SN-15 kV przeliczona na napięcie nN – 0,4 kV:

$$X_{0,4} = \frac{1,1 \cdot U_N^2}{S''_{15SN}} \cdot \left( \frac{U_{nd}}{U_N} \right)^2 = \frac{1,1 \cdot 15^2}{93,5} \cdot \left( \frac{0,4}{15} \right)^2 = 0,001882 \Omega$$

Impedancja obwodu zwarciaowego po stronie nN – 0,4 kV:

$$Z_{k(0,4)} = \sqrt{R_T^2 + (X_T + X_{0,4})^2} = \sqrt{0,00205^2 + (0,012 + 0,001882)^2} = 0,014 \Omega$$

Początkowy prąd zwarcia:

$$I''_{k3(0,4)} = \frac{C_{\max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k(0,4)}} = \frac{1,1 \cdot 0,4}{\sqrt{3} \times 0,014} = 18,15 \text{ [kA]}$$

Udarowy prąd zwarcia:

$$i_{p(0,4)} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{k3(0,4)} = 1,7 \cdot 1,41 \cdot 18,15 = 43 \text{ kA}$$

Zastępczy zwarciovowy prąd cieplny:

$$I''_{th(0,4)} \approx 1,025 \cdot I''_{k3(0,4)} \approx 18,6 \text{ kA}$$

**Dla pracy równoległej 2 transformatorów:**

$$I''_{k3(0,4TR2)} = 36,3 \text{ [kA]}$$

$$i_{p(0,4)} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{k3(0,4)} = 1,7 \cdot 1,41 \cdot 36,3 = 87,3 \text{ kA}$$

$$I''_{th(0,4)} \approx 1,025 \cdot I''_{k3(0,4)} \approx 37,2 \text{ kA}$$

$$I_b = \frac{S_{SZ}}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{2 \times 800}{\sqrt{3} \times 0,4} = 2309 \text{ [A]}$$

## 5. Porównanie parametrów technicznych pól nN

- napięcie znamionowe 1000V / 400 V
- znamionowy prąd ciągły szyn zbiorczych 2500 A >  $I_b = 2309 \text{ [A]}$
- prąd zwarciovowy 1-sek. 65 kA >  $I''_{k3} = 36,3 \text{ [kA]}$
- prąd zwarciovowy szczytowy 143 kA >  $i_p = 87,3 \text{ [kA]}$

Dobre rozdzielnice Nn spełniają warunki zwarciovowe.

## 6. Dobór przekładników pomiarowych

### 6.1. Obliczanie prądu pierwotnego przekładnika prądowego

$$I_b = \frac{P_{SZ}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{1100}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,93} = 45,5 \text{ A}$$

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika w funkcji prądu, prąd pierwotny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym następującą zależnością:

$$0,2 I_n < I_b < 1,2 I_n ; \quad 0,2 \cdot 50 < 45,5 < 1,2 \cdot 50 ; \quad 10 < 45,5 < 60$$

Warunek spełniony. Należy dobrać przekładnie prądową 50/5 A.

## 6.2. Obliczanie obciążenia wtórnego Ss przekładnika prądowego

Straty mocy na przewodach:  $S_p = \frac{I_{sn}^2 \times 2 \times L}{\gamma \times S}$

straty mocy na liczniku:  $S_{ap} = 0,05 \text{ VA}$

straty mocy na zestykach:  $S_z = 1,25 \text{ VA}$

$$S_s = S_p + S_{ap} + S_z$$

Przekładnik prądowy  $S_n = 7,5 \text{ VA}$

Sprawdzanie warunku obciążenia wtórnego:  $0,25 S_n < S_s < S_n$

układ pomiarowy	Dł. linii kablowej od rozd. 15kV do szafy TL	Strata mocy na:				Sprawdzenie warunku
		przewodach	zestykach	liczniku	razem	
		Sp	Sz	Sap	Ss	
Podst.	11	3,93	1,25	0,05	5,23	$1,9 < 5,23 < 7,5$
Rezerw	7,5	2,68	1,25	0,05	3,98	$1,9 < 3,98 < 7,5$

Warunek doboru został spełniony.

Sprawdzanie na warunki zwarciove (bardziej niekorzystny układ zasilania rezerwowego):

Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny:

$$I_{thn} = 6,3 \text{ kA} \geq \sqrt{\frac{I_{th}^2 \times T_k}{1}} = \sqrt{\frac{3640^2 \times 1}{1}} = 3,64 \text{ kA}$$

Znamionowy prąd dynamiczny:

$$I_{dyn} = 16 \text{ kA} > i_p = 8,7 \text{ kA}$$

Na podstawie obliczeń należy instalować przekładniki prądowe

**TPU 50.11; 50/5 A;  $I_{thn}/I_{dyn} = 6,3/16 \text{ kA}$ ; 7,5 VA; kl. 0,2; FS 5; legalizowane**

## 6.3. Dobór przekładników napięciowych

Ze względu na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następującego warunku obciążenia przekładnika:

$$0,25 S_n < S_s < S_n;$$

straty mocy na licznikach:  $S_{ap} = 1,3 \text{ VA}$

Przekładnik napięciowy  $S_n = 10 \text{ VA}$

Sprawdzanie warunku obciążenia wtórnego:  $0,25 S_n < S_s < S_n$ ;  $2,5 < 1,3 < 10$

Warunek doboru nie został spełniony.

Zastosowano rezystor dociażający  $R_d=1200\Omega$ ,  $S_r=4,08VA$

układ pomiarowy	Strata mocy na:				Sprawdzenie warunku
	zestykach	liczniku	rezystorze	razem	
	Sz	Sap	Sr	Ss	$0,25 S_n < S_s < S_n$
Podst.	1,25	1,3	4,08	6,63	$2,5 < 6,63 < 10$
Rezerw	1,25	1,3	4,08	6,63	$2,5 < 6,63 < 10$

Na podstawie obliczonego obciążenia należy instalować przekładniki napięciowe:

**UMZ 24-1; 15:√3V / 0,1:√3V; 10 VA; kl. 0,5; FS5 legalizowane**

Wartość prądu wkładek bezpiecznikowych wysokonapięciowych: 0,5 A

## 7. Obliczanie wymaganej wartości rezystancji uziomu stacji transformatorowej

Przewód ochronny nN jest połączony ze wspólnym uziemieniem stacji, spełniającym rolę uziemienia ochronnego SN i uziemienia roboczego nN, rezystancja uziemienia wspólnego nie może przekraczać wartości obliczonej ze wzoru wg P SEP-E-0001:

$$R_E = \frac{U_{Tp}}{I_{k1}''}$$

$R_E$  – wypadkowa rezystancja uziemienia wspólnego SN i nN

$U_{Tp}$  – największe dopuszczalne napięcie w miejscu uszkodzenia w zależności od czasu trwania zwarcia doziemnego

$I_{k1}''$  – prąd jednofazowego zwarcia z ziemią

Prąd zwarcia doziemnego 30 A, czas trwania zwarcia:  $t_F = 10$  s

$U_{Tp} = 67$  V dla  $t_F = 10$  s, wg P SEP-E-0001

$$R_E = \frac{67}{30} = 2,23 [\Omega]$$

Przyjmuje się: dopuszczalna rezystancja wypadkowa uziomu w stacji trafo:  **$R_E < 2,0 \Omega$**

**UWAGA:** W przypadku nie uzyskania wskazanej wartości rezystancji uziemienia, należy wykonać dodatkowe uziomy prętowe, aż do uzyskania tej wartości.

## 8. Obliczenia rezystancji projektowanego uziomu sztucznego

Obliczenie uziomu pionowego i poziomego pojedynczego:

$$R_{1,2} \approx \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L}{r}$$

Obliczenie uziomu otokowego:

$$R_3 \approx \frac{0,45\rho}{\sqrt{A}}$$

Obliczenie uziomu ławy fundamentowej:

$$R_4 = \frac{0,82\rho}{\sqrt{A}} + \frac{1,85\rho}{L}$$

Rezystancja wypadkowa całkowita dla uziomu złożonego:

$$R_u = \frac{1,4}{\frac{n}{R_1} + \frac{n}{R_2} + \frac{n}{R_3} + \frac{n}{R_4}}$$

gdzie:

$\rho$  - rezystywność gruntu,

L - długość uziomu

r- połowa największego wymiaru poprzecznego uziomu

n - ilość uziomów danego typu.

A- powierzchnia objęta obrysem uziomu [ $m^2$ ]

Na podstawie wyników badań geologicznych założono średnią wartość rezystywności gruntu: 500  $\Omega m$ .

Wyniki obliczeń:

Rodzaj uziomu	Rezystywność gruntu	Ilość uziomów	Połowa naj. wym. poprz.	Długość jednostkowa	Powierzchnia	Objętość stopy fundamentowej	Rezystancja jednostkowa
	$\rho$	n	r	L	A	V	$R_E$
	[ $\Omega m$ ]	[szt]	[m]	[m]	[ $m^2$ ]	[ $m^3$ ]	[ $\Omega$ ]
uziom kratowy	500	1	-	-	201	-	21,16
uziom otokowy	500	0	-	-	5440	-	3,05
uziom poziomy	500	1	0,013	300	-	-	2,68
uziom pionowy	500	30	0,009	3	-	-	154,09
Uziom ławy fundamentu	500	1	-	309	5127	-	8,72
stopa fundamentowa-płyta	500	0	-	-	-	1538,1	8,66
wypadkowa obliczeniowa rezystancja uziomu:							<b>1,92</b>

Wnioski: dla uzyskania wypadkowej rezystancji uziomu:  **$R_{Bwyp} < 2 \Omega$** , należy zastosować uziom mieszany: kratowy pod budynkiem stacji transformatorowej, fundamentowy – budynek A i B, pionowy i poziomy.

Uziom kratowy: w około budynku stacji transf. – 1 m od ścian, należy ułożyć płaskownik Fe/Zn 25x4 mm. Powstały prostokąt wypełnić w formie kraty tym samym płaskownikiem, długość oka siatki wynosi maksimum 5 m.

Uziom fundamentowy: metalowy płaskownik 50x4 mm nieocynkowany układany na sztorc w najniższej części zbrojenia ław fundamentowych, przed zalaniem betonem.

Uziom pionowy: pręt Fe/Zn  $\phi$  18 mm, L = 3 m wbijany pionowo na trasie uziomu poziomego obiektu, łącznie 30 szt.

Uziom poziomy: bednarke Fe/Zn 25x4, L  $\approx$  300 m układać w wykopach razem z liniami kablowymi terenu inwestycji.

Wszystkie uziomy łączyć ze sobą poprzez spawanie.

## **9. Dobór elementów sekcji 15 kV**

### **9.1. Kabel od rozd. SN-15 kV dla transformatorów do 800 kVA**

$$I_b = \frac{S_{SZ}}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{800}{\sqrt{3} \times 15} = 31[A] < I_{dd} \text{ YHAKXS } 70 \text{ mm} = 130A$$

Warunek spełniony.

### **9.2. Dobór wkładek bezpiecznikowych SN dla transformatora 800 kVA**

$$I_{bSN} \geq 2 \cdot \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 2 \cdot \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 15} = 61,6A$$

Dobrano bezpieczniki SN w polu transformatorowym: 63A.

## **10. Dobór elementów sekcji 0,4 kV**

### **10.1. Dobór szyn i kabla dla połączenia transformatora z rozdzielnicą nN.**

$$I_b = \frac{S_{SZ}}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{800}{\sqrt{3} \times 0,4} = 1155[A]$$

dla transformatora 800 kVA – 4xP80x10.

$$I_{obl.} = 1155 A < I_{dd} \text{ P } 60 \times 10 = 1850A$$

dla transformatora 800 kVA – 3x(3xYKXS 1x240 mm<sup>2</sup>) + 2xYKXS 1x240 mm<sup>2</sup>.

$$I_{obl.} = 1443 A < I_{dd} \text{ YKXS } 1 \times 240 = 599 \times 3 = 1797A$$

### **10.2. Dobór szyn w rozdzielni nN-04 kV; RG ST.**

$$I_b = \frac{S_{SZ}}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{2 \times 800}{\sqrt{3} \times 0,4} = 2309[A]$$

dla pracy równoległej dwóch transformatorów: 2x 800 kVA – 4xP80x10.

$$I_{obl.} = 2309 \text{ A} < I_{dd \text{ P } 80 \times 10} = 1850 \text{ A}$$

Warunek spełniony.

### 10.3. Kompensacja mocy biernej dla RG ST sekcji i RG AW

Dobrano docelowo dla sekcji I i RG AW dwie baterie kondensatorów energetycznych BK-W 200 kvar, z których każda ma następujące dane znamionowe:

$$Q_n = 200 \text{ kvar}$$

$$U_n = 0,42 \text{ kV}$$

$$\text{Stopnie: } 50+50+40+30+15+10+5$$

Prąd obciążenia baterii:

$$I_{Bk} = \frac{Q_k}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{200 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 288,7 \text{ A}$$

Wymagana wartość zabezpieczenia:

$$I_n = k_1 \cdot I_{Bk} = 1,3 \cdot 288,7 = 375,3 \text{ A}$$

Zatem należy przyjąć WTN3 gG 400A

Kabel zasilania baterii:

$$I_{Bk} \leq I_n \leq I_z; \quad I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,6 \cdot 400}{1,45} = 441 \text{ A}$$

$$288,7 < 400 < 441$$

Na podstawie PN-IEC 60364-45-523 należy przyjąć kabel YKXS 4x185 mm<sup>2</sup>, którego:

$$I'_z = k_p \cdot I_z = 1 \cdot 456 \text{ A} = 456 \text{ A} > 441 \text{ A}$$

warunek doboru został spełniony.