

# **P.P.W. Ekar** sp. z o.o.

61-249 Poznań, ul. Unii Lubelskiej 1  
tel. +48 61 879 30 27, 879 32 32  
e-mail: ekar@ekar.com.pl

## **PROJEKT WYKONAWCZY-ZAMIENNY**

**INWESTOR:**

**Szpital Kliniczny im. Karola Jonschera  
Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu**

**OBIEKT:**

**Szpital Kliniczny ul. Szpitalna 27-33, 60-572 Poznań**

**TEMAT:**

**Przystosowanie układów pomiarowych do wymagań TPA**

**AUTORZY OPRACOWANIA:**

Projektant	mgr inż. Eugeniusz Górnik	upr. 388/73/Pm	01.2012	
Opracował	mgr inż. Łukasz Matuszewski		01.2012	
Weryfikacja	inż. Andrzej Dymek	upr. 19/75/Pm	01.2012	

**POZNAŃ, STYCZEŃ 2012**

## **Zawartość opracowania**

**1. Część ogólna – odpisy uzgodnień**

**2. Opis techniczny.**

**3. Obliczenia.**

**4. Zestawienie podstawowych materiałów**

**5. Karty katalogowe**

**6. Rysunki**

- |  |           |
|--|-----------|
| - Plan zagospodarowania technologicznego stacji SN-15kV  | rys. nr 1 |
| - Schemat ideowy rozdzielni SN-15kV – układ istniejący   | rys. nr 2 |
| - Schemat ideowy rozdzielni SN-15kV – układ projektowany | rys. nr 3 |
| - Schemat projektowanego układu pomiarowego              | rys. nr 4 |
| - Widok tablicy licznikowej TL                           | rys. nr 5 |

## 1. Część ogólna – odpisy uzgodnień

ENEA Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji Poznań  
Wydział Zarządzania Rozwojem Sieci  
ul. Panny Marii 2  
61-108 Poznań

Poznań, 22.12.2011 r.

OD5/RR1/3650/2011

Szpital Kliniczny im. Karola Jonschera  
Uniwersytetu Medycznego im. Karola  
Marcinkowskiego w Poznaniu  
ul. Szpitalna 27/33  
60-572 Poznań

### Warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENEA Operator Sp. z o.o.

Charakter i lokalizacja obiektu / lokalu  
szpital, Poznań, ul. Szpitalna 27/33  
warunki dotyczą wzrostu mocy w istniejącym obiekcie  
z mocą przyłączeniową o wartościach:  
– przyłączy główne: 832 kW (wzrost mocy o 320 kW)  
– przyłączy rezerwowe: 832 kW (wzrost mocy o 320 kW)  
na napięciu 15 kV  
zakwalifikowanego do III grupy przyłączeniowej

#### I. MIEJSCE PRZYŁĄCZENIA:

przyłączy główne (bez zmian) - łącznik szyn SN-15 kV w sekcji I stacji transformatorowej K-3017/E  
przyłączy rezerwowe (bez zmian) - łącznik szyn SN-15 kV w sekcji II stacji transformatorowej K-3017/E

#### II. RODZAJ POŁĄCZENIA Z SIECIĄ ORAZ ZAKRES NIEZBĘDNYCH ZMIAN W SIECI:

1. w zakresie dotyczącym urządzeń ENEA Operator Sp. z o.o.  
**Bez zmian w sieci.**
2. w zakresie dotyczącym urządzeń podmiotu przyłączanego
  - 2.1. Przystosować część Klienta w stacji K-3017/E wraz z układami pomiarowo-rozliczeniowymi do nowych potrzeb.
  - 2.2. Po stronie nn-0,4 kV przewidzieć układ SZR-u oraz blokadę uniemożliwiającą równoległą pracę transformatorów zasilanych z różnych sekcji 15 kV.

#### III. MIEJSCE DOSTARCZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ:

przyłączy główne (bez zmian) - zaciski dopływowe łącznika szyn SN-15 kV w sekcji I stacji w stacji transformatorowej K-3017/E (łącznik na majątku i w eksploatacji Klienta)  
przyłączy rezerwowe (bez zmian) - zaciski dopływowe łącznika szyn SN-15 kV w sekcji II stacji w stacji transformatorowej K-3017/E (łącznik na majątku i w eksploatacji Klienta)

Miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowi jednocześnie granicę własności i eksploatacji urządzeń.

#### IV. MIEJSCE ZAINSTALOWANIA UKŁADU POMIAROWO-ROZLICZENIOWEGO:

Rozliczeniowe pomiaru energii elektrycznej na napięciu 15 kV z usytuowaniem ich u Klienta w rozdzielni nn-0,4 kV.

#### V. WYMAGANIA DOTYCZĄCE UKŁADU POMIAROWO-ROZLICZENIOWEGO:

- 1. Wymagania techniczne dotyczące układu pomiarowo-rozliczeniowego:**
  - 1.1. układ dla każdego przyłącza zabudować na napięciu sieci, do której obiekt jest przyłączony;
  - 1.2. układ zabudować w układzie trójsystemowym, czteroprzewodowym;
  - 1.3. licznik energii elektrycznej powinien:
    - 1.3.1. umożliwiać jednokierunkowy pomiar energii czynnej i dwukierunkowy pomiar energii biernej;
    - 1.3.2. posiadać zatwierdzenie typu oraz aktualną legalizację GUM;
    - 1.3.3. posiadać klasę dokładności nie gorszą niż 0,5 dla energii czynnej i 1 dla energii biernej;

OD5/RR1/3650/2011 UBO

SM

Strona 1

- 1.3.4. rejestrować i przechowywać w pamięci pomiary mocy czynnej przez okresy od 15 do 60 min. przez co najmniej 63 dni;
- 1.3.5. automatycznie zamykać okres rozliczeniowy wskazany w umowie o świadczenie usług dystrybucji lub Taryfie dla usług dystrybucji energii elektrycznej ENEA Operator Sp. z o.o.;
- 1.3.6. posiadać sygnalizację obecności napięcia pomiarowego;
- 1.4. układ pomiarowo-rozliczeniowy powinien posiadać:
  - 1.4.1. układ synchronizacji czasu rzeczywistego co najmniej raz na dobę,
  - 1.4.2. układ podtrzymania ze źródeł zewnętrznych;
- 1.5. obwody wtórne prądowe i napięciowe prowadzić bezpośrednio od listew zaciskowych przekładników do listwy pomiarowej w szafie pomiarowej;
- 1.6. przekładniki prądowe i napięciowe powinny:
  - 1.6.1. posiadać wzorcowanie przez GUM lub akredytowane przez PCA laboratorium;
  - 1.6.2. posiadać klasę dokładności nie gorszą niż 0,5;
- 1.7. przekładniki prądowe powinny:
  - 1.7.1. posiadać współczynniki bezpieczeństwa przyrządu FS nie większy niż 5;
  - 1.7.2. być tak dobrane, aby prąd pierwotny wynikający z mocy umownej mieścił się w granicach 20-120% ich prądu znamionowego, przy jednoczesnym prognozowanym minimalnym poborze mocy czynnej nie mniejszym niż 20 % prądu znamionowego;
- 1.8. przekładniki prądowe i napięciowe powinny być tak dobrane, aby obciążenie strony wtórnej zawierało się między 25 %, a 100 % wartości nominalnej mocy uzwojeń/rdzeni tych przekładników; w przypadku wystąpienia konieczności dociążenia rdzenia pomiarowego jako dociążenie należy zastosować atestowane rezystory instalowane w obudowach przystosowanych do plombowania;
- 1.9. do uzwojenia wtórnego przekładników prądowych w układach pomiarowo-rozliczeniowych nie wolno przyłączać innych przyrządów;
- 1.10. zabezpieczenie przekładników napięciowych wykonać po stronie SN;
- 1.11. wszystkie elementy czlonu zasilającego oraz osłony i urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowo-rozliczeniowego powinny być przystosowane do plombowania;
- 1.12. w pobliżu liczników zainstalować podwójne gniazdo 230 V AC;
- 1.13. liczniki oraz pozostałe elementy pomocnicze należy zabudować w szafie pomiarowej w rozdzielni nn.

## 2. Wymagania techniczne dotyczące układów transmisji danych pomiarowych:

- 2.1. transmisja danych do systemu pomiarowego ENEA Operator Sp. z o.o. z układu pomiarowo-rozliczeniowego powinna być realizowana w sposób „off-line”, nie częściej niż raz na dobę, przy czym dostarczanie danych o pobieranej mocy i energii biernej nie jest obligatoryjne;
- 2.2. w przypadku posiadania przez odbiorcę systemu automatycznej rejestracji danych pomiarowych, system ten powinien zdalnie przekazywać dane pomiarowe w standardzie „PTPIREE” na serwer ftp lub stronę www ENEA Operator Sp. z o.o., w dobie n+1 do godziny 6:00;
- 2.3. transmisja danych z układu pomiarowo-rozliczeniowego energii elektrycznej powinna być realizowana za pośrednictwem interfejsów szeregowych liczników energii elektrycznej lub rejestratorów (koncentratorów);
- 2.4. urządzenia technologiczne systemów łączności powinny posiadać homologację ministerstwa właściwego ds. łączności, dopuszczającą do instalowania i użytkowania urządzeń na terenie Rzeczypospolitej Polskiej.

## 3. Wymagania dodatkowe:

- 3.1. uzgodnienie w ENEA Operator Sp. z o.o. dokumentacji projektowanych układów pomiarowo-rozliczeniowych wraz z obliczeniami obwodów wtórnych i doбором przekładników prądowych oraz układu transmisji danych pomiarowych;
- 3.2. zrealizowanie układów pomiarowo-rozliczeniowych i układu transmisji danych pomiarowych własnym kosztem i staraniem, na podstawie uzgodnionej dokumentacji;
- 3.3. zgłoszenie gotowości do sprawdzenia technicznego do właściwej terytorialnie jednostki ENEA Operator Sp. z o.o.;
- 3.4. przeprowadzenie pozytywnych prób w zakresie przesyłania danych pomiarowych w uzgodnieniu z ENEA Operator Sp. z o.o.

## VI. WYMAGANY STOPIEŃ SKOMPENSOWANIA MOCY BIERNEJ:

Energia elektryczna winna być pobierana przy współczynniku mocy odpowiadającym  $\text{tg } \varphi \leq 0,4$ .



VII. WARTOŚCI DO OBLICZEŃ:

1. Moc zwarcia - 200 MVA na szynach rozdzielni 15 kV stacjach WN/SN Pogodno i Wawrzyńa.
2. Wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego) powinna wynosić:  $R_{uz} < 0,8 \Omega$ . Pomiar wykonać przy połączonych kablach SN, uziemieniu sztucznym stacji oraz żyłach PEN kabli nn.
3. Rezystancja uziemienia sztucznego stacji transformatorowej powinna wynosić:  $R_{uz} < 5,0 \Omega$ . Uziemienie sztuczne wykonać jako otokowe umożliwiające połączenie wszystkich uziomów naturalnych.

VIII. DANE I INFORMACJE DOTYCZĄCE SIECI DLA DOBORU SYSTEMU OCHRONY OD PORAŻEŃ:

1. W zakresie ochrony przeciwporażeniowej należy spełnić:
  - 1.1. Aktualne normy w przedmiotowym zakresie.
  - 1.2. Wymagania podane w pkt. VII.2 oraz pkt. VII.3.


IX. WYMAGANIA W ZAKRESIE AUTOMATYKI ZABEZPIECZENIOWEJ I SIECIOWEJ:

Sieć elektroenergetyczna wyposażona jest w automatyki SPZ i SZR, które mogą powodować przerwy trwające do kilku sekund.

X. UWAGI DODATKOWE

1. Instalację wewnętrzną należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN-IEC 60364 oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie „warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz.U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami). Instalowane urządzenia powinny spełniać wymagania norm oraz posiadać odpowiednie atesty.
2. Instalowane urządzenia powinny spełniać wymagania norm oraz posiadać odpowiednie atesty. Przyłączane urządzenia powinny posiadać wymaganą odporność na zaburzenia elektromagnetyczne oraz powinny być tak skonstruowane, aby nie wywoływały w swoim środowisku zaburzeń elektromagnetycznych o wartościach przekraczających odporność na te zaburzenia innych urządzeń występujących w tym środowisku.
3. Zrealizowanie zasilania na podstawie przedmiotowych warunków przyłączenia stanowić będzie podstawę do zawarcia w umowie o świadczenie usług dystrybucji lub umowie kompleksowej standardowych parametrów jakościowych energii elektrycznej w zakresie odchylenia częstotliwości i napięcia, odkształcenia napięcia, zawartości poszczególnych harmonicznych oraz wskaźnika długookresowego migotania światła zgodnych z przepisami obowiązującego prawa, natomiast dopuszczalny czas trwania na każdym przyłączy oddzielnie:
  - 3.1. jednorazowej przerwy w dostarczaniu energii elektrycznej nie może przekroczyć w przypadku:
    - przerwy planowanej 16 godzin,
    - przerwy nieplanowanej 24 godzin;
  - 3.2. przerw w ciągu roku, stanowiący sumę czasów trwania przerw jednorazowych długich i bardzo długich, w przypadku:
    - przerw planowanych 35 godzin,
    - przerwy nieplanowanej 48 godzin.
4. Przed przyłączeniem podmiot przyłączany obowiązany jest do opracowania i uzgodnienia z ENEA Operator Instrukcji Współpracy Eksploatacyjno-Ruchowej z uwzględnieniem warunków określonych w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej obowiązującej na obszarze działania ENEA Operator. Uzgodnienie instrukcji nastąpi przed przyłączeniem obiektu klienta do sieci ENEA Operator Sp. z o.o.
5. Podstawę do rozpoczęcia realizacji prac projektowych i budowlano - montażowych ujętych w niniejszych warunkach stanowi umowa o przyłączenie.
6. ENEA Operator Sp. z o.o. zapewni dostawę energii elektrycznej po spełnieniu wymogów określonych w warunkach przyłączenia i zawartej umowie o przyłączenie.
7. Projekty budowlano-wykonawcze opracowane na podstawie przedmiotowych warunków przyłączenia należy uzgodnić w ENEA Operator Sp. z o.o.

Data ważności warunków przyłączenia: 2 lata od daty ich doręczenia.

ENEA Operator Sp. z o.o.  
ODDZIAŁ USŁUG DYSTRYBUCJI POZNAŃ  
ZAKŁAD ZARZĄDZANIA DYSTRYBUCJĄ  
Wydział Zarządzania Siecią  
  
Agnieszka Gosińska

## **2. Opis techniczny**

### **2.1. *Wstęp – przedmiot opracowania***

Przedmiotem opracowania jest dostosowanie istniejących układów pomiarowo-rozliczeniowych zużycia energii elektrycznej przez Szpital Kliniczny im. Karola Jonschera Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, do wymagań związanych z możliwością skorzystania z prawa wyboru sprzedawcy (TPA)

### **2.2. *Podstawa opracowania***

- warunki techniczne przyłączenia wydane przez ENEA nr OD5/RR1/3650/2011 z dn. 22.12.2011r
- wymagania techniczne PTR i REE
- inwentaryzacja dla celów projektowych – 07.2011

### **2.3. *Zakres opracowania***

- zasilanie zakładu
- przebudowa (dostosowanie do wymagań ENEA) pola nr: 2,7
- pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej
- ochrona od porażeń prądem elektrycznym
- uwagi końcowe

### **2.4. *Zasilanie zakładu***

Zasilanie Szpitala odbywa się dwoma ciągami zasilania na poziomie 15kV. Sekcje A i B rozdzielni SN 15kV części konsumentowej stacji K-3017/E zasilane są ze stacji ENEA poprzez odłączniki szynowe. Moc umowna na ciągach zasilania wynosi:

- zasilania I (część A)        -832kW.
- zasilania II (część B)       -832kW.

Schemat zasilania pokazano na rysunku 2.

## 2.5. Przebudowa pola nr 2 i 7

### 2.5.1. Przekładniki prądowe

W istniejących polach zasilających (sekcji A i B) należy wymienić istniejące przekładniki prądowe typu IMZ /3szt./, na dostosowane do aktualnych mocy przyłączeniowych przekładniki typu:

pole 2 - TPU60.11 o przekładni 40/5 A, kl.0,5, S=10VA, FS5, I<sub>th</sub>=200In

pole 8 - TPU60.11 o przekładni 40/5 A, kl.0,5, S=10VA, FS5, I<sub>th</sub>=200In

połączonych w układzie 3 fazowym .

Ze zmianą przekładników w polach związane będą konieczne do wykonania prace instalacyjne polegające na: demontażu istniejących przekładników oraz zamocowania do istniejących konstrukcji wsporczych 3 przekładników .

### 2.5.2. Przekładniki napięciowe

W istniejących polach pomiarowych (sekcji A i B) należy pozostawić istniejące przekładniki napięciowe typu UMZ-20/1 15:√3 / 0,1 : √3/ 0,1 : 3, kl.0,5, S=50VA, połączonych w układzie 3 fazowym.

Oba pola pomiarowe wyposażone są w trzy podstawy bezpiecznikowe PBPM- 20, z bezpiecznikami WBP-20/0,8A.

## 2.6. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej

### 2.6.1. Układ pomiarowy istniejący

Istniejące dwa oddzielne układy pomiarowe na dwóch oddzielnych tablicach TL, należy zdemontować.

### 2.6.2. Układ pomiarowy projektowany

Zgodnie z WTP w pomieszczeniu rozdzielni zaprojektowano jedną tablicę licznikową TL wspólną dla dwóch układów pomiarowych (zasilanie A i zasilanie B). Projektowane układy pomiarowe oparto na licznikach firmy Pozyton. Projektuje się liczniki EQM wyposażone w moduły komunikacji RS458 oraz możliwość pomiaru strat energii. W/w liczniki umożliwiają transmisję danych za pomocą niezależnych

kanałów komunikacyjnych. Programowanie liczników wykonuje producent na zlecenie Inwestora.

Komunikacja projektowanych liczników z operatorem ENEA odbywa się poprzez moduł GTm-s. Operator ma możliwość ściągnięcia niezbędnych danych w standardzie PTPiREE. Inwestor dostarcza aktywną kartę SIM z przypisanym do niej numerem do transmisji danych w standardzie CSD. Dodatkowy tor transmisji zaprojektowano poprzez konwerter UKi zakończony gniazdem RJ na tablicy licznikowej.

Układy pomiarowe wyposażone będą w jeden wspólny synchronizator czasu US-151. Dodatkowo zasilane będzie z projektowanego UPS-a.

Dla przekładników napięciowych ze względu na konieczność dociążenia stron wtórnych (zgodnie z wymaganiami) projektuje się zainstalowanie atestowanych rezystorów  $3 \times 240 \Omega$  instalowanych w obudowie przystosowanych do plombowania (montowanych nad tablica pomiarową).

Dobór przekładników prądowych i napięciowych dla wielkości aktualnej mocy umownej zawarty jest w części obliczeniowej. Lokalizację tablicy pomiarowej pokazano na rys.1 (lokalizacja nie ulega zmianie). Elementy znajdujące się na tablicy licznikowej przystosować do plombowania. Napęd odłącznika w polu pomiaru napięcia jak i osłonę pola przystosować do plombowania.

Tablicę licznikową wykonać jak na rys. nr 5. Istniejącą tablicę sekcji A należy zdemontować.

## 2.7. Ochrona od porażeń prądem elektrycznym

Jako ochrona od porażeń prądem elektrycznym obowiązuje :

- po stronie SN uziemienie
- po stronie nn-0,4kV skuteczne szybkie wyłączenie



### 3. Obliczenia sekcja A

#### 3.1 *Moc umowna z umowy sprzedaży energii elektrycznej z ENEA-Operator*

$$P_s = 832 \text{ kW}$$

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 34,43 \text{ A}$$

#### 3.2 *Warunki zwarciove na szynach 15kV Rozdzielni SN*

Na podstawie warunków technicznych przyłączenia, moc zwarcia na szynach rozdzielni 15 kV stacji GPZ wynosi

$$S_z = 200 \text{ MVA} \quad U = 15 \text{ kV}$$

$$X_w = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_K^*} = 1,2375 \text{ } \Omega$$

Przyjęte parametry linii zasilających:  $X_k' [\Omega/\text{km}]$   $R_k' [\Omega/\text{km}]$

linia kablowa AL. 120	$l = 3,2$	0,182	0,253
	$X_k$		0,5824 $\Omega$
	$R_k$		0,8096 $\Omega$

$$Z_s = \sqrt{R_K^2 + (X_w + X_K)^2} = 1,991855 \text{ } \Omega$$

prąd początkowy wynosi  $I_K^* = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_s} = 4,78 \text{ kA}$

udarowy prąd zwarciovy:  $i_p = 1,5 \cdot \sqrt{2} \cdot I_K^* = 12,17 \text{ kA}$

cieplny prąd zastępczy:  $I_{th ZKSN} = 1,05 \cdot I_K^* = 5,02 \text{ kA}$

obliczeniowa moc zwarciova  $S_K^* = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_K^* = 124,26 \text{ MVA}$

### 3.3 Dobór przekładników prądowych

Projektowane przekładniki prądowe typu TPU60.11 o przekładni 40/5A, 10VA, kl.0,5, FS 5  $I_{th}=200 \times I_p=8kA$

#### 3.3.1 Sprawdzenie projektowanych przekładników prądowych ze względu na warunki zwarcia:

działanie cieplne  $I_{th}= 8kA > I_{thSN} = 5,02kA$

działanie elektrodynamiczne  $I_{dyn}= 20kA > I_p = 12,17kA$

#### 3.3.2 Sprawdzenie znamionowego prądu pierwotnego

$$0,2I_n < I_{obl} < 1,2 \cdot I_n$$

$$8A < 34,43A < 48A$$

Przekładniki o prądzie 40A spełniają w/w warunek dla przedziałów mocy

$$193kW < 832kW < 1159kW$$

#### 3.3.3 Sprawdzenie obwodów wtórnych

Moc pobierana przez licznik  $S_l=0,05$

Strata mocy w przewodach prądowych

$$L=40 \text{ długość pętli prądowej } I_n=5A$$

$$R_p = \frac{l}{\gamma_{Cu} \cdot S} = 0,2857 \Omega$$

$$S_p = R_p \cdot I^2 = 7,1429 \text{ VA}$$

Strata mocy na zaciskach

$$S_z = 1,25 \text{ VA}$$

Łączna moc obciążeniowa przekładnika

$$S_o = S_L + S_p + S_z = 8,44 \text{ VA}$$

$$S_{o\%} = 84,43 \%$$

$$S_{\min \%} = 25\% < 84,43 \%$$

$$S_{o\%} > S_{\min \%}$$

Projektowane przekładniki prądowe spełniają warunki.

### 3.4 Sprawdzenie istniejących przekładników napięciowych

Projektowane przekładniki napięciowe z jednym uzwojeniem wtórnym typu UMZ-20/1 o przekładni :

$$15 : \sqrt{3} / 0,1 : \sqrt{3} / 0,1 : 3 \quad , 50\text{VA, kl. 0,5}$$

$$S_o = S_{licz1} = 0,05 \text{ VA}$$

$$S_{o\%} = 0,10 \%$$

$$S_{\min \%} = 25 \%$$

$$S_{\min} = 0,25 \cdot S_n = 12,5 \text{ VA}$$

Wymagana strata mocy na rezystorze dociążającym SR:  
dla obciążenia minimalnego Smin

$$S_{R1} = S_{\min} - S_o = 12,45 \text{ VA}$$

dla obciążenia znamionowego Sn

$$S_{R2} = S_n - S_o = 49,95 \text{ VA}$$

Rezystancja rezystorów dociążających winna spełniać warunek

$$\frac{U_n^2}{S_{R1}} \geq R_R \geq \frac{U_n^2}{S_{R2}}$$

$$R_R \leq \frac{U_n^2}{S_{R1}} = 267,74 \Omega$$

$$R_R \geq \frac{U_n^2}{S_{R2}} = 66,733 \Omega$$

Dobiera się rezystory typu RD-50/1 o rezystancji 240Ω produkcji ZPrAE połączone w gwiazdę.  
Moc wydzielana na rezystorach (w każdej fazie) będzie równa:

$$S_R = \frac{U_n^2}{R_R} = 13,89 \text{ VA}$$

Rzeczywiste łączne obciążenie przekładnika będzie wynosić:

$$S_o = S_l + S_R = 13,94 \text{ VA}$$

$$S_{o\%} = 27,88 \%$$

$$S_{\min \%} = 25 \% < 27,88 \%$$

$$S_{o\%} > S_{\min \%}$$

Przekładniki napięciowe spełniają warunki.

### 3.5 Obliczenia mnożnej Acu i Afe

Ze względu na małą odległość łączącą sieć ENEA z rozdzielnią SN Odbiorcy (łącznik szyn) strat nie uwzględnia się.

#### 4. Obliczenia sekcja B

##### 4.1 Moc umowna z umowy sprzedaży energii elektrycznej z ENEA-Operator

$$P_s = 832 \text{ kW}$$

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 34,43 \text{ A}$$

##### 4.2 Warunki zwarciove na szynach 15kV Rozdzielni SN

Na podstawie warunków technicznych przyłączenia, moc zwarcia na szynach rozdzielni 15 kV stacji GPZ wynosi

$$S_z = 200 \text{ MVA} \quad U = 15 \text{ kV}$$

$$X_w = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_K} = 1,2375 \text{ } \Omega$$

Przyjęte parametry linii zasilających:  $X_k' [\Omega/\text{km}]$   $R_k' [\Omega/\text{km}]$

linia kablowa AL. 120	$l = 3,243$	0,182	0,253
	$X_k$	0,59023	$\Omega$
	$R_k$	0,82048	$\Omega$

$$Z_s = \sqrt{R_K^2 + (X_w + X_K)^2} = 2,003439 \text{ } \Omega$$

prąd początkowy wynosi  $I_K'' = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_s} = 4,75 \text{ kA}$

udarowy prąd zwarciovy:  $i_p = 1,5 \cdot \sqrt{2} \cdot I_K'' = 12,1 \text{ kA}$

cieplny prąd zastępczy:  $I_{th ZKSN} = 1,05 \cdot I_K'' = 4,99 \text{ kA}$

obliczeniowa moc zwarciova  $S_K^* = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_K'' = 123,54 \text{ MVA}$

### 4.3 Dobór przekładników prądowych

Projektowane przekładniki prądowe typu TPU60.11 o przekładni 40/5A, 10VA, kl.0,5, FS 5  $I_{th}=200 \times I_p=8kA$

#### 4.3.1 Sprawdzenie projektowanych przekładników prądowych ze względu na warunki zwarcia:

działanie cieplne  $I_{th} = 8kA > I_{thSN} = 4,99kA$

działanie elektrodynamiczne  $I_{dyn} = 20kA > I_p = 12,1kA$

#### 4.3.2 Sprawdzenie znamionowego prądu pierwotnego

$$0,2I_n < I_{obl} < 1,2 \cdot I_n$$

$$8A < 34,43A < 48A$$

Przekładniki o prądzie 40A spełniają w/w warunek dla przedziałów mocy

$$193kW < 832kW < 1159kW$$

#### 4.3.3 Sprawdzenie obwodów wtórnych

Moc pobierana przez licznik  $S_l=0,05$

Strata mocy w przewodach prądowych

$L=28$  długość pętli prądowej  $I_n=5A$

$$R_p = \frac{l}{\gamma_{Cu} \cdot S} = 0,2 \Omega$$

$$S_p = R_p \cdot I^2 = 5 \text{ VA}$$

Strata mocy na zaciskach

$$S_z = 1,25 \text{ VA}$$

Łączna moc obciążeniowa przekładnika

$$S_o = S_L + S_p + S_z = 6,30 \text{ VA}$$

$$S_{o\%} = 63,00 \%$$

$$S_{\min \%} = 25\% < 63,00 \%$$

$$S_{o\%} > S_{\min \%}$$

Projektowane przekładniki prądowe spełniają warunki.



#### 4.4 Sprawdzenie istniejących przekładników napięciowych

Projektowane przekładniki napięciowe z jednym uzwojeniem wtórnym typu UMZ-20/1 o przekładni :

$$15 : \sqrt{3} / 0,1 : \sqrt{3} / 0,1 : 3 \quad , 50\text{VA, kl. 0,5}$$

$$S_o = S_{licz1} = 0,05 \text{ VA}$$

$$S_{o\%} = 0,10 \%$$

$$S_{\min \%} = 25 \%$$

$$S_{\min} = 0,25 \cdot S_n = 12,5 \text{ VA}$$

Wymagana strata mocy na rezystorze dociążającym SR:  
dla obciążenia minimalnego S<sub>min</sub>

$$S_{R1} = S_{\min} - S_o = 12,45 \text{ VA}$$

dla obciążenia znamionowego S<sub>n</sub>

$$S_{R2} = S_n - S_o = 49,95 \text{ VA}$$

Rezystancja rezystorów dociążających winna spełniać warunek

$$\frac{U_n^2}{S_{R1}} \geq R_R \geq \frac{U_n^2}{S_{R2}}$$

$$R_R \leq \frac{U_n^2}{S_{R1}} = 267,7376 \Omega$$

$$R_R \geq \frac{U_n^2}{S_{R2}} = 66,7334 \Omega$$

Dobiera się rezystory typu RD-50/1 o rezystancji 240Ω produkcji ZPrAE połączone w gwiazdę.  
Moc wydzielana na rezystorach (w każdej fazie) będzie równa:

$$S_R = \frac{U_n^2}{R_R} = 13,89 \text{ VA}$$

Rzeczywiste łączne obciążenie przekładnika będzie wynosić:

$$S_o = S_l + S_R = 13,94 \text{ VA}$$

$$S_{o\%} = 27,88 \%$$

$$S_{\min \%} = 25 \% < 27,88 \%$$

$$S_{o\%} > S_{\min \%}$$

Przekładniki napięciowe spełniają warunki.

#### 4.5 Obliczenia mnożnej A<sub>cu</sub> i A<sub>fe</sub>

Ze względu na małą odległość łączącą sieć ENEA z rozdzielnią SN Odbiorcy (łącznik szyn) strat nie uwzględnia się.

## 5. Zestawienie podstawowych materiałów

### 5.1 Rozdzielnia SN w/g rys 3

- Przekładnik prądowy TPU60.11 o przekładni 40/5A, kl.0,5 , S=10VA , FS5  
I<sub>th</sub>=200\*I<sub>pn</sub> szt. 6

### 5.2 Tablica licznikowa w/g rys 5

- Licznik EQM 3x58/100V, 5A, kl.0,5 z RS485, synchronizacją i modułem z  
dodatkowym modułem komunikacyjnym RS485 szt. 2
- Listwa zaciskowa SKA prod. Pozyton szt. 2
- Moduł komunikacji GTm-s szt. 1
- synchronizator US-151 szt. 1
- UPS 700VA- SPECLINE PRO 700 szt. 1
- Bezpiecznik S191 B6 szt. 5
- Bezpiecznik S191 B16 szt. 1
- Rezystor typu RD50/1 prod. ZPrAE o rezystancji 240Ω kpl. 2
- Płyta montażowa kpl. 1
- Gniazdo 230V szt. 2
- Przewód YKSY7x2,5 m 40
- Przewód YKSY7x1,5 m 40
- Rurki RVS22 m 80

### 5.3 Prace demontażowe

- Przekładnik prądowy IMZ szt. 6
- Istniejące tablice licznikowe szt. 2

## 6. Karty katalogowe