

**Przedsiębiorstwo Projektowo Handlowo - Usługowe "J u W a"**

*Jerzy Brynkiewicz, Waldemar Filipkowski*

**15-084 BIAŁYSTOK ul. Orzeszkowa 32**

**tel. (085) 740 87 80 fax. (085) 740 87 81**

**e-mail: [juwa@neostrada.pl](mailto:juwa@neostrada.pl)**

**PROJEKT WYKONAWCZY  
UKŁADU POMIARU ENERGII  
ELEKTRYCZNEJ NA ZACISKACH  
GENERATORA**

Branża: INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Adres: 87-500 Rypin, ul. Bohaterów Czerwca 1956 nr 7

Obiekt: Ciepłownia MPEC Sp. z o.o.  
87-500 Rypin, ul. Bohaterów Czerwca 1956 nr 7

Inwestor: Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o.  
87-500 Rypin, ul. Mikołaja Reja 2

Projektant: mgr inż. Janusz Topolski  
Upr. Bł/05/01

Dyrektorzy: mgr inż. J. Brynkiewicz

mgr inż. W. Filipkowski

**Białystok, marzec 2010r**

## SPIS ZAWARTOŚCI

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. DANE OGÓLNE .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. OPIS DO PROJEKTU PODŁĄCZENIA AGREGATÓW<br/>KOGENERACYJNYCH.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3. WARUNKI WYKONYWANIA PRAC .....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>4. OBLICZENIA TECHNICZNE .....</b>                                     | <b>7</b>  |
| <b>5. UWAGI KOŃCOWE .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>6. OŚWIADCZENIE .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>7. ZAŁĄCZNIKI .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>8. RYSUNKI TECHNICZNE SZT. 5 .....</b>                                 | <b>13</b> |

|      |      |  |
|------|------|--|
| Rys. | IE01 | LOKALIZACJA KONTENERÓW AGREGATÓW<br>KOGENERACYJNYCH. TABLICE LICZNIKÓW GENERATORÓW nr.1<br>i nr.2; SKALA 1:100 |
| Rys. | IE02 | RZUT KONTERU AGREGATU KOGENERACYJNEGO -<br>LOKALIZACJA TABLICY LICZNIKOWEJ GENERATORA;<br>SKALA 1:50           |
| Rys. | IE03 | SCHEMAT ROZDZIELNI RNG - WYPOSAŻENIE DODATKOWE   |
| Rys. | IE04 | SCHEMAT MONTAŻOWY UKŁADU POMIARU ENERGII - POMIAR<br>NA ZACISKACH GENERATORA                                   |
| Rys. | IE05 | WIDOK NOWEJ TABLICY LICZNIKOWEJ GENERATORÓW - TLG  |

## 1. Dane ogólne

### 1.1. Podstawy opracowania

- Zlecenie Inwestora,
- Wizja lokalna,
- Obowiązujące przepisy i normy,
- Opracowania związane - Projekt Wykonawczy - Układu pomiaru energii elektrycznej,
- Opracowania związane - Projekt Wykonawczy – Przebudowy Głównej Stacji Zasilającej w celu przyłączenia agregatów kogeneracyjnych,
- Opracowania związane - Projekt Wykonawczy - Przyłączenia agregatów kogeneracyjnych,

### 1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie jest rozszerzeniem projektu dotyczącego podłączenia agregatów kogeneracyjnych na terenie MPEC w Rypinie.

Zakres opracowania obejmuje:

- układ pomiaru energii elektrycznej na zaciskach generatora,

### 1.3. Charakterystyka układu

- |  |                     |
|--|---------------------|
| – napięcie zasilania stacji GSZ                                | 15kV                |
| – moc przyłączeniowa<br>wyprowadzana do sieci:                 | $P_s=4000\text{kW}$ |
| – moc przyłączeniowa<br>pobierana z sieci:                     | $P_s=950\text{kW}$  |
| – moc szczytowa<br>moc potrzeb własnych:                       | $P_s=150\text{kW}$  |
| – moc szczytowa<br>wyprowadzana do sieci:                      | $P_s=4000\text{kW}$ |
| – moc szczytowa<br>pobierana z sieci:                          | $P_s=950\text{kW}$  |
| – moc szczytowa<br>potrzeb własnych:                           | $P_s=150\text{kW}$  |
| – moc przyłączeniowa<br>generatora agregatu kogeneracyjnego    | $P_s=2000\text{kW}$ |
| – napięcie przyłączenia<br>generatora agregatu kogeneracyjnego | 0,4kV               |
| – ilość generatora<br>agregatu kogeneracyjnego                 | 2 szt.              |

## **2. Opis do projektu podłączenia agregatów kogeneracyjnych**

W kontenerach agregatów kogeneracyjnych na terenie MPEC w Ryplinie zostaną zainstalowane dwie jednostki wytwórcze typu G 3520C o mocy 2000kW. Zostanie również ustawione kontenery z transformatorami suchymi 15,45/0,42kV typu Cast-Coil 2500kVA; Dyn5;  $U_{z\%}=6\%$  prod. ABB.

W istniejącej stacji GSZ zostanie ustawiona nowa rozdzielnica średniego napięcia prod. ABB typu UniSwitch.

Transformator TR3 połączyć kablami 3x 10x YKYXS 1x240mm<sup>2</sup> + 1x 5x YKYXS 1x240mm<sup>2</sup> z rozdzielnicą 0,4kV RNG1 i kablem SN 15kV 3x YHAKXS 1x70 mm<sup>2</sup> z polem nr 9 rozdzielni 15kV.

Transformator TR4 połączyć kablami 3x 10x YKYXS 1x240mm<sup>2</sup> + 1x 5x YKYXS 1x240mm<sup>2</sup> z rozdzielnicą 0,4kV RNG2 i kablem SN 15kV 3x YHAKXS 1x70 mm<sup>2</sup> z polem nr 10 rozdzielni 15kV.

### **2.1. Uziemienia i ochrona od porażeń**

- Stacja posiada uziemienie ochronne i robocze podłączone do wspólnego uziomu otokowego,
- Rozdzielnica SN 15kV typu UniSwitch posiada magistralę uziemiającą,
- Uziemienie w stacji należy wykonać dla  $Z_E \leq 3,35\Omega$ ,
- Do magistrali uziemiającej podłączyć przewody ochronne, żyły powrotne kabli i wszystkie części przewodzące, takie jak konstrukcje wsporcze, wsporniki, itp.
- Konstrukcje w celce należy przyłączyć do uziemienia ochronnego stacji. Każdą obudowę aparatu należy przyłączyć oddzielnym przewodem (LY 16mm<sup>2</sup> w izolacji o kolorze zielono-żółtym) do konstrukcji celki.
- Przewody PEN rozdzielnic uziemić. Obudowy rozdzielnic połączyć z uziemieniem.
- Punkt zerowy uzwojenia 0,4kV transformatora połączyć z uziemieniem roboczym.
- Obudowę transformatora połączyć z uziemieniem ochronnym.
- Uziemienie ochronne i robocze muszą posiadać oddzielne złącza kontrolne.
- Pomieszczenia rozdzielni wyposażać w dywaniki izolacyjne,
- Przeprowadzić pomiary uziemienia pomontażowe.

### **2.2. Układ pomiarowy rozliczeniowy na zaciskach generatora G1 i G2**

Zgodnie z Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej ENERGA-OPERATOR S.A. odbiorca należy do kategorii B3 (kategoria rozwiązania technicznego układu pomiarowego) - według wydanych warunków numer 3108205107/TR-1/133/RR/RYP/167.

Zastosowano półpośredni układ pomiarowy z licznikiem elektronicznym czterokwadrantowym typu ZMD405CT.44.0459 3x230/400V kl. 0,5 e.cz, kl. 1 e.b. przeznaczonym do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej z cyklem uśrednienia 15min. Przechowywanie pomiarów co najmniej 63 dni. Licznik przeznaczony do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej. Po liczniku na każdy z generatorów.

Licznik wyposażać moduł komunikacyjny CU-P32, służy do synchronizacji czasu rzeczywistego oraz wykorzystywany jest do transmisji danych pomiarowych z układu pomiarowego do ENERGA - OPERATOR S.A.. Do modułu komunikacyjnego należy podłączyć antenę. Licznik dostarcza ENERGA - OPERATOR S.A..

Liczniki zasilane będą z przekładników prądowych oraz z zacisków napięciowych przez listwę WAGO 847-767.

Ochronę przeciwprzepięciowa licznika zrealizowano ochronnikami typu EnerPro D TN 275V.

W kontenerze agregatu kogeneracyjnego zostanie zamontowana nowa tablica licznikowa typu SAS600 prod SPIN. Tablica licznikowa o wymiarach 2200x850x275mm z cokołem 150mm, o stopniu ochrony IP 40 z drzwiami przeszklonymi i płytą montażową z materiału elektroizolacyjnego.

## 2.2.1. Prowadzenie przewodów

### 2.2.1.1. Obwody prądowe

Z zacisków wtórnych rdzenia I przekładnika prądowego typu IMSd 50.13 należy wyprowadzić 6x DY 1x2,5mm<sup>2</sup> w RL32 do listwy WAGO. Z listwy WAGO wyprowadzić 6x DY 1x2,5mm<sup>2</sup> do licznika energii elektrycznej (w tablicy licznikowej przewody prowadzić za tablicą montażową - elektroizolacyjną).

Uwaga:

Wyprowadzenia oraz podłączenia przewodów z przekładnika prądowego, listwy WAGO, licznika energii wykonać zgodnie z schematem montażowym układu pomiarowego rys.IE04.

### 2.2.1.2. Obwody napięciowe

Z zacisków napięciowych w rozdzielni generatora należy wyprowadzić 4x DY 1x1,5mm<sup>2</sup> w RL28 do listwy WAGO. Z zacisków listwy WAGO należy wyprowadzić 4x DY 1x1,5mm<sup>2</sup> do ochronników przeciwprzepięciowych. Z ochronników przeciwprzepięciowych wyprowadzić 4x DY 1x1,5mm<sup>2</sup> do licznika energii elektrycznej (w tablicy licznikowej przewody prowadzić za tablicą montażową - elektroizolacyjną).

Uwaga:

Wyprowadzenia oraz podłączenia przewodów z zacisków napięciowym, listwy WAGO, ochronników przeciwprzepięciowych, licznika energii wykonać zgodnie z schematem montażowym układu pomiarowego rys.IE04.

### **3. Warunki wykonywania prac**

Zadanie inwestycyjne prowadzone będzie w części na czynnych i eksploatowanych urządzeniach energetycznych. Prace należy wykonywać z zachowaniem wszelkich reguł bezpieczeństwa, a wszystkie wyłączenia i długość przerw beznapięciowych koordynować z przedstawicielami służb energetycznych zakładu.

Prace inwestycyjne należy wykonywać etapami a ich harmonogram prac ustalić z przedstawicielami służb energetycznych Inwestora.

#### 4. Obliczenia techniczne

##### 4.1. Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Maksymalny prąd roboczy obliczono przy wsp. mocy 0,93.

Moc przyłączeniowa

wyprowadzana do sieci:

$$P_s=4000\text{kW}$$

Moc przyłączeniowa

pobierana z sieci:

$$P_s=950\text{kW}$$

Moc przyłączeniowa

potrzeb własnych

$$P_s=150\text{kW}$$

Moc przyłączeniowa

agregatu kogeneracyjnego

$$P_s=2000\text{kW}$$

Prąd obliczeniowy dla:

$$P_s=4000\text{kW} \quad I_b=165,5\text{A} \quad (\text{dla } 15\text{kV})$$

$$P_s=950\text{kW} \quad I_b=39,3\text{A} \quad (\text{dla } 15\text{kV})$$

$$P_s=150\text{kW} \quad I_b=6,21\text{A} \quad (\text{dla } 15\text{kV})$$

Prąd obliczeniowy dla generatora po stronie 0,4kV:

$$P_s=2000\text{kW} \quad I_b=3104\text{A} \quad (\text{dla } 0,4\text{kV})$$

Dobrano przekładniki

TPU 50.13 150/5/5/5A; kl.0,2S;  $S_N=10\text{VA}$ ; FS5;  $I_{th}=100I_N$  - w rozdzielni

GSZ pole nr 3

IMSd - 3000/5A; kl.0,2; FS5;  $S_N=15\text{VA}$  – w rozdzielni generatora

##### 4.2. Obliczenia zwarciaowe.

Przyjęto parametry zgodne z warunkami przyłączenia

- Napięcie znamionowe  $U_n=15\text{kV}$
- Moc zwarcia na szynach RPZ Rypin sekcja 2  $S_z=146\text{MVA}$
- Moc zwarcia w miejscu przyłączenia  $S_z=86,868\text{MVA}$
- Prąd zwarcia doziemnego  $I_{DZ}=20\text{A}$  przy czasie nastawy zabezpieczeń  $t_{zab.}=4,0\text{s}$

Zasilanie od strony stacji RPZ Rypin

- Prąd zwarciaowy w proj. stacji GSZ  $I_k''=3,67\text{kA}$
- Prąd zwarciaowy zastępczy w proj. stacji GSZ  $I_{th}=3,85\text{kA}$

##### 4.3. Zwarciaowa wytrzymałość cieplna

Obliczony minimalny przekrój przewodów aluminiowych z punktu widzenia zwarciaowej wytrzymałości cieplnej dla obciążalności zwarciaowej jednosekundowej  $J_{z1s \text{ dop}}=87\text{A/mm}^2$  wynosi:

$$s_{\min} = I_k'' x t_z^{0,5} / 87 = 3850 x (1,4)^{0,5} / 87 = 54,20\text{mm}^2$$

$$s_{\min} = 54,20\text{mm}^2 \quad (\text{dla } 15\text{kV})$$

##### 4.4. Elektrodynamiczne działanie prądu zwarciaowego.

Pola typu UniSwitch produkcji ABB zbudowane na prąd znamionowy

630/1250A, obciążalność zwarciovą 1-sek. 20kA i szczytową 50kA.

#### 4.5. Uziemienia ochronno-robocze sieci w układzie TN

(wg PN-IEC 60364-4-442:1999)

$U_F$  - napięcie zakłócenkowe w sieci niskiego napięcia, między częściami dostępnymi przewodzącymi, a ziemią, wyznaczone z krzywej F rys. 44A normy PN-IEC 60364-4-442:1999,

dla czasu zwarcia = 4s wynosi 67V

$R_{B2}$  - wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) w liniach tworzących sieć elektroenergetyczną.

Sieć pracuje z punktem neutralnym uziemionym przez dławik.

Prąd zwarcia doziemnego dla sieci przyłączonej do RPZ Rypin wynosi 20A.

$$I''_{K1} = 20A$$

$$I_m = I''_{K1} = 20A$$

$$r = 1$$

$$R_{B2} \leq U_F / r \cdot I''_{K1} \leq 67 / (1 \cdot 20) \leq 3,35\Omega$$

Uziemienia ochronno-robocze sieci w układzie TN  $\leq 3,35\Omega$

#### 4.6. Uziemienia ochronne sieci SN

(wg PN-E-05115)

Stacja RPZ Rypin 110/15kV

- Prąd zwarcia doziemnego  $I_{ZD} = 20A$

$U_E$  - napięcie uziomowe

$$U_E = I_E \cdot Z_E$$

$U_{Tp}$  - dopuszczalne napięcie rażenia przy czasie wyłączenia zwarcia = 4s wynosi 80V

$Z_E$  - impedancja uziemienia (można przyjmować zmierzoną rezystancję uziemienia)

$$U_E = I_E \cdot Z_E$$

$$U_E \leq 2 U_{Tp}$$

$$Z_E \leq 2 U_{Tp} / I_E \leq 2 \cdot 80 / 20 \leq 8,00\Omega$$

Uziemienia ochronno sieci SN  $\leq 5,00\Omega$

**Uziemienie w stacji należy wykonać dla  $Z_E \leq 3,35\Omega$**

#### 4.7. Dobór kabla do generatora G1 i G2 (0,40kV)

Dobrano kabel:

$$3 \times 10 \times \text{YKXS } 1 \times 240 \text{mm}^2 + 1 \times 5 \times \text{YKXS } 1 \times 240 \text{mm}^2$$

##### 4.7.1. Ze względu na napięcie znamionowe

Napięcie znamionowe kabla:  $U_{NK} = 1kV$

Napięcie znamionowe sieci:  $U_{NS} = 0,40kV$

$$U_{NK} \geq U_{NS}$$

Warunek spełniony



#### 4.7.2. Ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

Kabel układany od stacji (kontener z transformatorem) do rozdzielni generatora ułożony w ziemi na w układzie trójkątnym z odstępem między żyłami równym min. 7cm w osłonach rurowych.

Obciążalność długotrwała kabla

(układ trójkątny):

$$I_{dd} = 521A \text{ (temp. } +20^{\circ}\text{C)}$$

Współczynnik korygujący:

od temp. otoczenia

$$0,95 \text{ (temp. } +25^{\circ}\text{C)}$$

od sposobu ułożenia kabla

$$0,65$$

Obciążalność długotrwała po

zastosowaniu współczynników korygujących:  $I'_{dd} = 321,72A$

$$10 \times I'_{dd} > I_{obl}$$
$$10 \times 321,72A > 3104A$$

Warunek spełniony

#### 4.7.3. Ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Długość linii od TR3 do RNG1:

$$L = 25m$$

$$\Delta U_{obl\%} = \frac{100}{54 \cdot 10 \cdot 240 \cdot 400^2} \cdot 2000 \cdot 10^3 \cdot 25 = 0,24\%$$

$$\Delta U_{obl\%} < \Delta U_{dop\%}$$

$$0,24\% < 4\%$$

Warunek spełniony

Długość linii od TR4 do RNG2:

$$L = 25m$$

$$\Delta U_{obl\%} = \frac{100}{54 \cdot 10 \cdot 240 \cdot 400^2} \cdot 2000 \cdot 10^3 \cdot 25 = 0,24\%$$

$$\Delta U_{obl\%} < \Delta U_{dop\%}$$

$$0,24\% < 4\%$$

Warunek spełniony

#### 4.8. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej na zaciskach generatora G1 i G2

##### 4.8.1. Obciążenie wtórne przekładnika prądowego

Dobraný przekładnik

IMSd - 3000/5A; kl.0,2; FS5;  $S_N = 15VA$ ;

Obciążenie przekładnika

- licznik ZMD405CT.44.0459 0,125VA
  - straty mocy na zaciskach obw. wtórnych 1,25VA
  - straty mocy w przewodach (2x DY 1x2,5 l= 25m)  
 $R = 2 \times 25 / 56 \times 2,5 = 0,36\Omega$   $P = 5^2 \times 0,36 = 9VA$   
 $S_{obl} = 10,125VA$   
 $0,25S_N \leq S_{obl} \leq S_N$   $S_N = 15VA$   $0,25 S_N = 3,75VA$
- Obwód wtórny przekładnika jest obciążony w 67,5%.  
Zostawać dobrane przekładniki prądowe typu  
IMSd - 3000/5A; kl.0,2; FS5;  $S_N = 15VA$ ;

Spełniają warunek:

- Warunek I  
Prąd pierwotny wynikający z mocy umownej mieścił się w granicach 20-120% ich prądu znamionowego
- Warunek II  
Obciążenie strony wtórnej zawiera się między 25% a 100% wartości nominalnej mocy uzwojeń / rdzeni przekładników.

## **5. Uwagi końcowe**

1. Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Normami PN-IEC 60364; PN-E 05125; PN-E-05115:2002 i Warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dział 4 Rozdział 8 „Instalacje elektryczne”.
2. Prace w pobliżu i na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Inwestora.
3. Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP.
4. Przed odbiorem technicznym i uruchomieniem urządzeń pozostających w eksploatacji odbiorcy należy opracować i uzgodnić w Wydziale Ruchu ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu Instrukcję ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci odbiorczej. Instrukcję przygotowuje wykonawca robót elektrycznych.
5. Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć zlecniodawcy dokumentację powykonawczą,  
a w szczególności:
  - dokumentację techniczną z naniesionymi ewentualnymi zmianami;
  - protokół badań rezystancji izolacji;
  - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej;
  - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych;
  - Uzgodnioną w Wydziale Ruchu ENERGA-OPERATOR S.A. Instrukcję ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci odbiorczej.
6. Zaproponowane w projekcie materiały i urządzenia należy traktować jako przykładowe. Projektant dopuszcza stosowanie innych materiałów i urządzeń o parametrach technicznych nie gorszych niż wymienione w projekcie. Pod warunkiem wyrażenia pisemnej zgody przez Inwestora. Na etapie składania ofert w przetargu należy na piśmie przedstawić ewentualne rozwiązania zamienne materiałów i urządzeń wymienionych w projekcie.

## **6. OŚWIADCZENIE**

Oświadczam, że:  
Projekt Wykonawczy

### **UKŁADU POMIARU ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA ZACISKACH GENERATORA.**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: Janusz Topolski  
Upr. nr BŁ/05/01

## 7. **Załączniki**

- zał. nr 1. Warunki przyłączenia urządzeń elektrycznych do sieci elektro-energetycznej Energa Operator z dnia 07.09.2010r. znak 3108205107/TR-1/133/RR/RYP/167,  
zał. nr 2. Zaświadczenie o przynależności do PIIB i kopia uprawnień projektanta,

## 8. **Rysunki techniczne szt. 5**

|      |      |  |
|------|------|--|
| Rys. | IE01 | LOKALIZACJA KONTENERÓW AGREGATÓW<br>KOGENERACYJNYCH. TABLICE LICZNIKÓW GENERATORÓW nr.1<br>i nr.2; SKALA 1:100 |
| Rys. | IE02 | RZUT KONTERU AGREGATU KOGENERACYJNEGO  |
| Rys. | IE03 | SCHEMAT ROZDZIELNI RNG - WYPOSAŻENIE DODATKOWE   |
| Rys. | IE04 | SCHEMAT MONTAŻOWY UKŁADU POMIARU ENERGII - POMIAR<br>NA ZACISKACH GENERATORA                                   |
| Rys. | IE05 | WIDOK NOWEJ TABLICY LICZNIKOWEJ GENERATORÓW - TLG  |