

PROJEKT WYKONAWCZY

NR PROJ. 110013
NR DOK. 1E301REW0.DOC

POMIAR ROZLICZENIOWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

INWESTOR:

POLSKA AGENCJA ŻEGLUGI POWIETRZNEJ
UL. WIEŻOWA 8, 02-147 WARSZAWA

INWESTYCJA:

BUDOWA TWR POZNAŃ WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ
TECHNICZNO - ADMINISTRACYJNĄ

OBIEKT:

BUDYNEK WIEŻY KONTROLI RUCHU LOTNICZEGO
OBIEKT NR 1

Warszawa, kwiecień 2012 r.

PROCHEM S.A.

posiada system zarządzania jakością zgodny z międzynarodową normą ISO 9001

ul.Powązkowska 44c
01-797 Warszawa

Tel.: (48 22) 32 60 100
Fax: (48-22) 32 60 101

email: prochem@prochem.com.pl
www.prochem.com.pl

Druk Nr T-021-02-77

BUDOWA TWR POZNAŃ WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNO - ADMINISTRACYJNĄ**PROJEKT WYKONAWCZY****POMIAR ROZLICZENIOWY
ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Funkcja	Tytuł, imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektant	mgr inż. Ryszard Knych	Wa-846/94	04.2012	
Główny Projektant	mgr inż. Ryszard Knych	Wa-846/94	04.2012	
Sprawdzający	mgr inż. Jerzy Marszałek	St-510/83	04.2012	
Kierownik Projektu	mgr inż. Lidia Szugzda	-	04.2012	

BUDOWA TWR POZNAŃ WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNO - ADMINISTRACYJNĄ**ZAWARTOŚĆ PROJEKTU**

Lp.	Nazwa	Nr dokumentu
1	Opis techniczny	1E301REW0.doc
2	Wykaz materiałów	1E302REW0.doc
3	Lista kablowa	1E303REW0.xls
4	Warunki techniczne przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENEA Operator znak OD5/RR1/878/2010 z dnia 24.03.2011r. Aneks nr 1 do warunków przyłączenia jw. z dnia 02.11.2011r.	
5	Rysunki	
5.1	Schemat zasilania	1E310REW0.dwg
5.2	Schemat montażowy RSN-1	1E311REW0.dwg
5.3	Schemat montażowy RSN-2	1E312REW0.dwg
5.4	Schemat montażowy układu pomiarowego	1E313REW0.dwg
5.5	Tablica licznikowa TL	1E314REW0.dwg
5.6	Plan instalacji pomiarowej	1E315REW0.dwg

SPIS TREŚCI:	strona
1. OPIS TECHNICZNY	5
1.1. Przedmiot opracowania	5
1.2. Podstawa opracowania	5
1.3. Zasilanie	5
1.4. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej po stronie 15 kV	6
1.4.1. Tablica licznikowa	6
1.4.2. Instalacja pomiarowa	6
1.4.3. Automatyka SZR	6
1.4.4. Nastawa czasu działania automatyki SZR	7
2. OBLICZENIA	7
2.1. Dobór przekładników prądowych	7
2.1.1. Sprawdzenie obciążenia przekładników prądowych	8
2.2. Sprawdzenie obciążenia przekładników napięciowych	8
2.3. Sprawdzenie wytrzymałości termicznej i dynamicznej przekładników	8
2.4. Obliczenia rezystancji strat w kablach SN Inwestora dla parametryzacji licznika	8
2.4.1. Kabel zasilania podstawowego	9
2.4.2. Kabel zasilania podstawowego	9

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy pomiaru rozliczeniowego energii elektrycznej dla Wieży Kontroli Ruchu Lotniczego TWR Poznań na terenie Portu Lotniczego Poznań Ławica.

Opracowanie niniejsze jest zaktualizowane na podstawie uwag zawartych w piśmie nr OD5/ZZD/DR/RR/6969/2012 z dnia 04.06.2012 r.

1.2. Podstawa opracowania

Projekt niniejszy opracowano na podstawie:

- zlecenia Inwestora,
- warunków technicznych przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENEA Operator znak OD5/RR1/878/2010 z dnia 24.03.2011r. wraz z aneksem nr 1 z dnia 02.11.2011r.,
- uzgodnień telefonicznych z Działem Pomiarów ENEA Operator Sp. z o.o. w Poznaniu,
- obowiązujących norm i przepisów.

1.3. Zasilanie

Zgodnie z wydanymi przez ENEA Operator Warunkami Przyłączenia znak OD5/RR1/878/2010 z dnia 24.03.2011r., z późniejszym aneksem z dnia 02.11.2011r., projektowany obiekt zasilany będzie z dwóch linii kablowych SN-15 kV:

- przyłączy główne, kabel typu TUBULAR 3x XRUHAKXS 1x120 mm² z pola liniowego w projektowanym przez ENEA Operator złączu kablowym zasilanym ze stacji MST-1061,
- przyłączy rezerwowe, kabel typu TUBULAR 3x XRUHAKXS 1x120 mm² z pola liniowego nr 2 w stacji MST-732.

Kabel zasilania głównego wprowadzony będzie do rozdzielnicy RSN-1, a kabel zasilania rezerwowego do rozdzielnicy RSN-2.

Obie rozdzielnice zlokalizowano w stacji transformatorowej w Budynku Wieży Kontroli Ruchu Lotniczego.

Każda z w/w rozdzielnic składała się będzie z trzech pól:

- pole 1 zasilające rozłącznikowe z zainstalowanymi przekładnikami prądowymi pomiarowymi,
- pole 2 pomiarowe z przekładnikami napięciowymi,
- pole 3 transformatorowe z rozłącznikiem bezpiecznikowym.

W projekcie przewidziano rozdzielnice typu SIMOSEC firmy SIEMENS z przekładnikami prądowymi i napięciowymi produkcji niemieckiej.

Dane znamionowe rozdzielnic typu SIMOSEC:

- napięcie znamionowe 24 kV
- napięcie robocze 15 kV
- prąd roboczy ciągły 630 A
- prąd zwarcia 1-sekundowy 16 kA
- izolacja powietrzna, aparaty łączeniowe w izolacji SF6

Typ rozdzielnicy oraz przekładników może być zmieniony pod warunkiem zachowania wszystkich parametrów technicznych.

1.4. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej po stronie 15 kV

Każda z rozdzielnic RSN-1 i RSN-2 wyposażona będzie we własny pośredni układ pomiarowo-rozliczeniowy.

Układy pomiarowo-rozliczeniowe dla zasilania podstawowego i rezerwowego będą identyczne, a każdy z nich składać się będzie z:

- licznika cztero-kwadrantowego Landis&Gyr typu ZMD405CT44.0459 S3 B31 (z funkcją pomiaru strat energii w kablu zasilającym), $U_n=3 \times 58/100$ V, $I_n=5$ A,
- modułu CU-B4 Landis&Gyr,
- skrzynki zaciskowej SKA-P1 f-my Pozyton Częstochowa.

Wspólne dla obu układów pomiarowych będą:

- moduł komunikacyjny CU-P32 z adapterem CU-ADP1 Landis&Gyr,
- układ synchronizacji czasu US-162/DCF (zegar frankfurcki) f-my Pozyton Częstochowa.

W układzie pomiarowym pośrednim zastosowano następujące przekładniki, identyczne dla RSN-1 i RSN-2:

- przekładniki prądowe typu GIS, 15/5 A, 10 VA, kl.0.5, FS5, $I_{th}=500 \times I_{pn}$, leg.,
- przekładniki napięciowe typu GSES, 15 kV: $\sqrt{3}$ / 0,1 kV: $\sqrt{3}$, 5 VA, kl.0.5, leg.

Obydwa układy pomiarowe wraz z aparatami wspólnymi (moduł komunikacyjny CU-P32 i zegar frankfurcki US-162/DCF) oraz skrzynka S4 z zabezpieczeniem nadprądowym i gniazdo wtykowe 1f 16 A zamontowane będą w tablicy licznikowej TL. Liczniki energii oraz zegar frankfurcki i gniazdo 1f 16 A zasilane będą napięciem gwarantowanym 230 V z części UPS-owej tablicy potrzeb własnych TPW.

1.4.1. Tablica licznikowa

Tablica licznikowa TL wspólna dla obu pomiarów. Zaprojektowano tablicę w obudowie z materiału elektroizolacyjnego IP44 z przeszklonymi drzwiczkami zamykanymi na zamki. Wyposażenie tablicy wg rysunku nr 1E314REW0. Wysokość zawieszenia tablicy TL ustalić tak, aby wyświetlacze znajdowały się na wysokości 160÷180cm nad podłogą.

1.4.2. Instalacja pomiarowa

Instalację od przekładników prądowych i napięciowych do skrzynek zaciskowych w tablicy licznikowej należy wykonać przewodami $DY2,5 \text{ mm}^2$ prowadzonymi w rurkach giętkich z niepalnego tworzywa sztucznego układanymi w korytku kablowym K200. Korytko należy mocować płasko na ścianie, 35 cm (dół korytka) pod poziomem podłogi technicznej.

Anteny od zegara frankfurckiego i modułu komunikacyjnego CU-P32 należy zamontować na ścianie w miejscu najlepszego odbioru sygnałów.

Wszystkie elementy członu zasilającego oraz osłony i urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowo-rozliczeniowego powinny być przystosowane do plombowania.

1.4.3. Automatyka SZR

Podstawowym układem pracy stacji transformatorowej jest zasilanie rozd. RNN-1 poprzez transformator TR-1, a rozd. RNN-2 poprzez transformator TR-2 z sieci miejskiej 15 kV. Przy zanikach napięcia zasilania odpowiednich przełączy dokonywał będzie układ SZR.

Założenia dla SZR:

a) praca normalna

- zamknięte wyłączniki Q1 i Q2 oraz rozłącznik Q4,
- otwarte wyłączniki Q3 i QG,

- b) zanik napięcia na szynach RNN-1 przy obecności napięcia na szynach RNN-2
 - zamknięte wyłączniki Q2 i Q3 oraz rozłącznik Q4,
 - otwarte wyłączniki Q1 i QG,
- c) zanik napięcia na szynach RNN-2 przy obecności napięcia na szynach RNN-1
 - zamknięte wyłączniki Q1 i Q3 oraz rozłącznik Q4,
 - otwarte wyłączniki Q2 i QG,
- d) zanik napięcia na szynach RNN-1 i RNN-2
 - zamknięte wyłączniki QG i Q3,
 - otwarte wyłączniki Q1 i Q2 oraz rozłącznik Q4.

Automatyka SZR będzie posiadała funkcje automatycznego powrotu:

- do zasilania obiektu z transformatorów TR-1 i TR-2, jeżeli był on zasilany awaryjnie z agregatu prądotwórczego,
- do pracy normalnej, tzn. zasilania z obu transformatorów, jeżeli obiekt zasilany był awaryjnie z jednego transformatora.

Układ wyposażony będzie w blokadę elektryczną pomiędzy wyłącznikami Q1, Q2 i Q3 uniemożliwiającą pracę równoległą transformatorów TR-1 i TR-2 oraz w blokadę mechaniczną i elektryczną pomiędzy wyłącznikami Q1, Q2 i QG uniemożliwiającą podanie napięcia z agregatu prądotwórczego do Sieci Energetyki.

W przypadku awarii automatyki układu SZR, przełączenia dokonywane będą ręcznie przez obsługę energetyczną TWR Poznań.

1.4.4. Nastawa czasu działania automatyki SZR

Według informacji otrzymanych z Enea Operator Sp. z o.o. o/Poznań, czas działania automatyki SZR w GPZ Sołacz i Pogodno wynosi $t=5,0$ sek.

Automatykę SZR w stacji transformatorowej TWR Poznań należy nastawić na czas zadziałania $t_{twr}=6,0$ sek.

2. OBLICZENIA

2.1. Dobór przekładników prądowych

Przekładniki prądowe dobrano do mocy przyłączeniowej przydzielonej przez ENEA Operator, która wynosi dla przyłącza głównego 400 kW oraz dla przyłącza rezerwowego 400 kW.

Prąd po stronie 15 kV dla tej mocy wynosi:

$$I_n = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,93} = 16,6 \text{ A}$$

Dobrano przekładniki:

GIS, 15/5 A, 10 VA, kl.0.5, FS5, $I_{th}=500 \times I_{pn}$, leg.,
co spełnia wymagania pkt. 1.7 Warunków Przyłączenia.

$$\begin{aligned} 0,2 I_{pn} &< I_n < 1,2 I_{pn} \\ 0,2 \times 15,0 \text{ A} &< 16,6 \text{ A} < 1,2 \times 15,0 \text{ A} \\ 3,0 \text{ A} &< 16,6 \text{ A} < 18,0 \text{ A} \end{aligned}$$

2.1.1. Sprawdzenie obciążenia przekładników prądowych

- moc pobierana przez uzwojenie 1 fazy licznika 3 fazowego wynosi $S_L=0,5$ VA,
- strata mocy w przewodach prądowych:

Przyłącze podstawowe

Dy 2,5 mm², l=15 m

$$S_p = \left(\frac{I_n}{\vartheta_p} \right)^2 \cdot \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = \left(\frac{16,6}{3} \right)^2 \cdot \frac{2 \cdot 15}{57 \cdot 2,5} = 6,5 \text{ VA}$$

Przyłącze rezerwowe

Dy 2,5 mm², l=18 m

$$S_p = \left(\frac{I_n}{\vartheta_p} \right)^2 \cdot \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = 7,74 \text{ VA}$$

- strata mocy na zaciskach łączeniowych:

$$S_Z = 0,3 \text{ VA}$$

- łączna moc obciążenia przekładnika 1 fazy:

Przyłącze podstawowe

$$S_0 = S_L + S_p + S_Z = 0,5 + 6,5 + 0,3 = 7,3 \text{ VA}$$

Przyłącze rezerwowe

$$S_0 = S_L + S_p + S_Z = 0,5 + 7,74 + 0,3 = 8,54 \text{ VA}$$

$$\frac{S_0}{S_n} (\%) = \frac{7,3}{10} \cdot 100 = 73\% > S_{\min} = 25\%$$

$$\frac{S_0}{S_n} (\%) = \frac{8,54}{10} \cdot 100 = 85,4\% > S_{\min} = 25\%$$

2.2. Sprawdzenie obciążenia przekładników napięciowych

W przyłączy podstawowym i rezerwowym zastosowano przekładniki napięciowe typu GSES, 15 kV: $\sqrt{3} / 0,1$ kV: $\sqrt{3}$, 5 VA, kl.0.5, leg.

Moc pobierana przez uzwojenia napięciowe jednej fazy licznika wynosi 1,3 VA. Moc pobierana przez moduł komunikacyjny CU-B4 wynosi 0,5 VA.

Łączne obciążenie uzwojenia 1 fazy przekładnika napięciowego wynosi 1,8 VA, co stanowi 36% mocy znamionowej przekładnika.

$$\frac{S_0}{S_n} (\%) = \frac{1,8}{5,0} \cdot 100 = 36\% > S_{\min} = 25\%$$

2.3. Sprawdzenie wytrzymałości termicznej i dynamicznej przekładników

Prąd zwarcia na szynach rozdzielnic RSN-1 i RSN-2 wynosi $I_p=6,8$ kA (wg projektu stacji transformatorowej).

Udarowy prąd zwarcia wynosi:

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot I_p = \sqrt{2} \cdot 1,6 \cdot 6,8 = 15,4 \text{ kA}$$

Przekładniki prądowe typu GIS, 15/5 A, 10 VA, kl.0.5, FS5, $I_{th}=500 \times I_{pn}$, leg.,
 $I_{th}=500 \times 15 \text{ A} = 7,5 \text{ kA} > I_p=6,8 \text{ kA}$,
 $I_d=2,5 \times 7,5 \text{ kA} = 18,75 \text{ kA} > i_u=15,4 \text{ kA}$.

2.4. Obliczenia rezystancji strat w kablach SN Inwestora dla parametryzacji licznika

Obliczeń dokonano na podstawie wzorów otrzymanych z ENEA Operator Sp. z o.o. o/Poznań oraz dla parametrów kabli SN ujętych w projekcie. Dla innych typów kabli należy sprawdzić ich parametry i ewentualnie dokonać przeliczeń.

Wykorzystane wzory:

- rezystancja strat jałowych w linii kablowej

$$R_{Fe} = \frac{10^6}{\omega \cdot C \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot l_k} \quad [\Omega]$$

- rezystancja strat obciążeniowych w linii kablowej

$$R_{Al} = R_0 \cdot l_{SN} \quad [\Omega]$$

gdzie:

$$\omega = 2\pi f = 314 \left[\frac{1}{s} \right],$$

$$C - \text{pojemność jednostkowa kabla, } C = 0,22 \left[\frac{\mu F}{km} \right]$$

$\operatorname{tg} \delta$ – współczynnik stratności izolacji kabla, $\operatorname{tg} \delta = 0,004$

$$R_0 - \text{rezystancja jednostkowa kabla, } R_0 = 0,253 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

l_k, l_{SN} – długość linii kablowej [km]

2.4.1. Kabel zasilania podstawowego

Złącze kablowe ZK1 – rozdz. RSN1; typ TUBULAR 3x XRUHAKXS 1x120mm², l=145m:

- rezystancja strat jałowych:

$$R_{Fe} = \frac{10^6}{314 \cdot 0,22 \cdot 0,004 \cdot 0,145} = 24958569 \quad [\Omega]$$

- rezystancja strat obciążeniowych:

$$R_{Al} = 0,253 \cdot 0,145 = 0,037 \quad [\Omega]$$

2.4.2. Kabel zasilania podstawowego

Stacja MST732 – rozdz. RSN2; typ TUBULAR 3x XRUHAKXS 1x120mm², l=1030m:

- rezystancja strat jałowych:

$$R_{Fe} = \frac{10^6}{314 \cdot 0,22 \cdot 0,004 \cdot 1,030} = 3513585 \quad [\Omega]$$

- rezystancja strat obciążeniowych:

$$R_{Al} = 0,253 \cdot 1,030 = 0,261 \quad [\Omega]$$