



Przedsiębiorstwo Usługowo–Produkcyjne i Handlowe  
**BUKOMEX sp. z o.o.**  
85-061 Bydgoszcz ul. Matejki 7a

---

## PROJEKT WYKONAWCZY

INWESTOR: Uniwersytet Kazimierza Wielkiego  
Bydgoszcz ul. Chodkiewicza 30

ZADANIE: Przebudowa układu pomiarowego obiektów UKW  
Bydgoszcz ul. Chodkiewicza 30

OBIEKT: Układ pomiaru energii z transmisją danych  
Bydgoszcz ul. Chodkiewicza 30

CZĘŚĆ : elektryczna

PROJEKTANT: mgr inż. Antoni Lipiński

Bydgoszcz 24 września 2012

---

tel (0 52) 321 93 15  
fax (0 52) 321 93 15  
email: bukomex@op.pl

NIP 554-030-88-56  
REGON 090037020  
KRS 0000 112670

Bank MILLENNIUM SA I/O Bydgoszcz  
06 1160 2202 0000 0000 5750 0647  
kapitał założycielski – 50 000 zł

## Opis techniczny do części elektrycznej

### 1. Zawartość opracowania.

1. Zawartość opracowania
2. Spis rysunków
3. Opis techniczny
4. Obliczenia techniczne
5. Zestawienie montażowe
- 5 Rysunki wg spisu
- 6 Załączniki formalno-prawne

### 2. Spis rysunków

Rys. 1/4 – Schemat układu zasilania

Rys. 2/4 – Szkic sytuacyjny lokalizacji układu pomiarowego

Rys. 3/4 – Schemat pomiaru energii

Rys. 4/4 – Tablica pomiarowa – prefabrykacja

### 3. Opis techniczny

#### 3.1. Podstawa opracowania

Projekt opracowano w oparciu o:

- zlecenie Zamawiającego,
- wymagania techniczne – pismo ENEA OD/DS./SD/36758/2012 z dn. 02.07.2012
- Umowa o świadczenie usługi kompleksowej nr B22/0223/01 z dn. 31.12.2010
- obowiązujące przepisy i normy,

#### 3.2. Zakres opracowania.

W niniejszym opracowaniu ujęto przebudowę istn. rozdzielnicy SN 15 kV i pośredniego układu pomiarowego z transmisją danych (umożliwiającego korzystanie z prawa wyboru dostawcy energii) dla potrzeb zasilania w energię elektryczną obiektów UKW przy ul. Chodkiewicza 30 w Bydgoszczy.

#### 3.3. Dane elektroenergetyczne obiektu.

- |                                                                                       |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| - napięcie zasilania                                                                  | Un = 15 000 V 50 Hz    |
| - napięcie robocze                                                                    | Un = 3*230/400 V 50 Hz |
| - moc szczytowa zasilania                                                             | Ps = 280 kW            |
| - naturalny współczynnik mocy                                                         | cos φ = 0,94           |
| - ochrona od porażenia prądem elektrycznym: szybkie wyłączenie zasilania w sieci TN-C |                        |

#### 3.4. Zasilanie w energię elektryczną

Zasilanie w energię elektryczną istn. obiektów Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy ul. Chodkiewicza 30 34 odbywa się z abonenckiej wewnętrznej stacji trafo i doprowadzonym poprzez proj. złącza kablowe do istn. rozdzielnic RNN w każdym budynku.

Zasilanie z trafostacji do budynków wykonane jest liniami kablowymi typu YAKY i pozostaje bez zmian. Sieć zasilająca SN 15 kV wprowadzona do części ENEA w rozdzielnicy SN 15 kV istn. stacji trafo pozostaje bez zmian.

#### 3.5. Rozdzielnica SN 15 kV - przebudowa.

Istn. stacja trafo „WSP CHODKIEWICZA” nr 99570 wyposażona jest w rozdzielnicę SN 15 kV typu RUe-20 wyposażona w odłączniki typu OR i OW-III oraz pośredni układ pomiaru energii w układzie ARONA z przekładnikami prądowymi 100/5 A/A i napięciowymi 15/0,1 kV/kV.

Istn. dwa przekładniki prądowe należy wymienić na przekładniki TPU 60.11 o przekładni 15/5 A/A; kl. 0,2;  $S_n = 5 \text{ VA}$ ; FS5;  $I_{th} = 60 \cdot I_{pn}$  (legalizowane). Powiązanie pomiędzy zaciskami przekładników a transformatorem wykonać kablami YHAKxs 1\*70 mm<sup>2</sup> 12/20 kV z głowicami kablowymi termokurczliwymi wężowymi 20 kV.

Istn. dwa przekładniki napięciowe 15/0,1 kV/kV wraz z podstawami bezpiecznikowymi i odłącznikiem OW-III 24/6 należy wymienić na odłącznik NAL-24 4A-170-LE z napędem ręcznym, podstawy bezpiecznikowe przekładnikowe PBPM-20 z wkładkami WBP-20/ 0,5 A oraz trzema przekładnikami napięciowymi UMZ-24-1 o przekładni 15/ $\sqrt{3}$  ÷ 0,1/ $\sqrt{3}$  kV/kV;  $S_n = 5 \text{ VA}$ ; kl. 0,2 (legalizowane).

### 3.6. Pomiar rozliczeniowy energii- przebudowa.

W celu dostosowania układu pomiarowego umożliwiającego korzystanie z prawa wyboru dostawcy energii należy zdemonstrować cały układ pomiarowy i zabudować nowy układ pomiaru energii.

Proj. tablicę licznikową należy zabudować w pom. rozdzielni głównej budynku.

W proj. tablicy licznikowej wg rys. 3/3 i 3/4 należy zabudować:

- kwadrantolicznik trójstrefowy typu ZMD405CT44.0459; 3\*220/380 V ÷ 240/415 V; 5/6 A, kl. 0,5 z modułem komunikacyjnym CU-B4+ z dwoma interfejsami: RS232 i RS485,
- synchronizator czasu rzeczywistego US-162/GPS
- moduł komunikacji internetowej CU-P32 z adapterem CU-ADP1 (z kartą GSM do transmisji danych) z interfejsem wejściowym RS 485,
- listwę kontrolno-pomiarową Ska,
- zasilacz awaryjny UPS 230/230 V 100 VA
- zabezpieczenia obwodów pomocniczych ( napięcie z UPS)
- optyczną sygnalizację zaniku napięcia w układzie pomiarowym
- gniazdo wtyczkowe 230V/IP44 w obudowie przystosowanej do plombowania

**Urządzenia pomiarowe oraz przedlicznikowe elementy układu zasilania powinny być osłonięte i przystosowane do plombowania.**

Rozliczenie zużycia energii odbywa się wg taryfy „B-22”

Wszystkie urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowego muszą być osłonięte przed dostępem osób postronnych i przystosowane do plombowania przez ENEA OPERATOR s-ka z o.o. - Oddział Dystrybucji w Bydgoszczy. Schemat transmisji danych z układów pomiarowych do sieci rozliczeniowej ENEA OPERATOR pokazano na rys. 3/3. **Kartę SIM dostarcza ENEA Operator.**

Licznik ZMD405CT44.0459 umożliwia dwukierunkową rejestrację energii czynnej i biernej. Umożliwia również rejestrację mocy maksymalnych 15-minutowych z 35 790 ostatnich okresów uśredniania, automatycznie kończą okres obliczeniowy w wybranym dniu (np. ostatni dzień) i przechowują dane w pamięci umożliwiając ich odczyt do 6-ciu miesięcy wstecz.

Na wyświetlaczu dostępne są m.in. następujące informacje:

- bieżący czas i data,
- energia czynna w trzech strefach czasowych dla kierunku pobór i oddawanie,
- energia bierna w trzech strefach czasowych dla kierunku pobór i oddawanie,
- po jednej maksymalnej mocy uśrednionej 15-minutowej z okresu obliczeniowego,
- wskaźnik obecności napięć pomiarowych (dla faz L1, L2, L3)
- ilość przekroczeń wprowadzonej do pamięci licznika wartości mocy umownej,

Wyposażenie licznika w interfejs optyczny OPTO umożliwia odczyt danych z licznika oraz umożliwia przeprogramowanie licznika w sytuacji zmiany taryfy opłat, obowiązujących stref czasowych, dni wolnych itp. Licznik ponadto posiada zintegrowany interfejs pętli prądowej wykorzystywany dla zdalnej transmisji danych – łącze komunikacyjne. Umożliwia to monitorowanie poboru energii elektrycznej przez odbiorcę, oraz zdalny odczyt dokonywany przez ENEA OPERATOR s-ka z o.o. - Oddział Dystrybucji Bydgoszcz.

#### Uwagi montażowe

a. Do połączeń obwodów wtórnych użyć przewodów z żyłami miedzianymi o przekroju:

- prądowe 2,5 mm<sup>2</sup>/750 V.
- napięciowe 1,5 mm<sup>2</sup>/750 V.
- impulsowe 1 mm<sup>2</sup>/750 V.

Obwody wtórne od przekładników do listwy kontrolno-pomiarowej Ska układać w rurach elektroinstalacyjnych gładkich RL, osobno prądowe i napięciowe.

- b. Wszystkie urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowego muszą być osłonięte przed dostępem osób postronnych i przystosowane do plombowania przez przedstawicieli ENEA OPERATOR s-ka z o.o. - Oddział Dystrybucji w Bydgoszczy.
- c. Montażu i parametryzacji licznika ZMD405 powinien wykonać wykwalifikowany personel.
- d. W czasie prac należy przestrzegać obowiązujących przepisów bezpieczeństwa pracy
- e. Wszelkich zmian w układzie pomiarowym należy dokonywać w uzgodnieniu i współdziale przedstawicieli ENEA OPERATOR s-ka z o.o. - Oddział Dystrybucji w Bydgoszczy, Wydział Zarządzania Energią Elektryczną i Przesyłem.

### **Sygnalizacja ciągłości obwodów napięciowych**

Sygnalizację ciągłości obwodów napięciowych zrealizowano „na ciemno”. Brak obecności napięcia sygnalizować będą zamontowane na tablicy lampki sygnalizacyjne.

### **Układ synchronizacji czasu rzeczywistego**

W celu zapewnienia synchronizacji czasu w układzie pomiarowym mocy i energii elektrycznej planuje się wykorzystanie synchronizatora US-162/GPS. Synchronizator US-162/GPS posiada zewnętrzną antenę i wbudowany odbiornik systemu satelitarnego GPS. Pracujący autonomicznie zegar synchronizatora na bieżąco jest synchronizowany z atomowym wzorcem czasu, urządzenie to wysyła do liczników impulsy synchronizujące co 15 minut lub raz na dobę.

### **Transmisja danych pomiarowych**

Podstawowa droga transmisji danych pomiarowych do Operatora Systemu Dystrybucji odbywać się będzie z modemu CU-P32 zabudowanego w przystawce ADP-1. Moduł ten został sprzężony magistralą RS485 z modułem komunikacyjnym CU-B4+ znajdującym się w liczniku.

Rezerwowa droga transmisji może odbywać się poprzez wewnętrzną sieć komputerową UKW, z wykorzystaniem konwertera RS232/Ethernet (MOXA 5110). Inwestor będzie mógł wystawiać dane na swoim serwerze ftp lub stronie www, a także będzie miał możliwość podglądania poboru mocy i energii elektrycznej po zakupie odpowiedniej aplikacji.

### **3.7. Ochrona przeciwporażeniowa**

W projekcie ujęto dodatkowe środki ochrony przeciwporażeniowej:

- szybkie wyłączenie zasilania przez zabezpieczenia nadprądowe w stacji trafo
- izolacyjną obudowę złącza kablowego ZK-3a
- samoczynne wyłączenie zasilania w rozdzielnicy RG

Wykonanie ochrony zgodnie z PN-IEC 60364-4-443 oraz „Rozporządzeniem Min. Przemysłu z dn. 08.10.1990 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej”

### **3.8. Uwagi końcowe.**

1. Całość prac wykonać zgodnie z „Warunkami wykonania i odbioru robót budowlano- montażowych” część V – „Instalacje elektryczne” oraz PBUE.
2. Prace należy powierzyć firmie posiadającej uprawnienia do wykonania robót elektro – montażowych i teletechnicznych.
3. Roboty kablowe wykonać zgodnie z PN-E/05100
4. Po wykonaniu prac należy wykonać pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, sporządzić protokół pomiarów i przedłożyć go Komisji Odbioru.

#### 4. Obliczenia techniczne.

##### 4.1. Dobór przekładników prądowych 15 kV

Moc szczytowa wg Umowy o świadczenie usługi kompleksowej nr B22/0223/01 z dn. 31.12.2010

$$P_s = 280 \text{ kW przy } \cos \varphi = 0,94$$

Dobór przekładni przekładników prądowych do warunków pracy

Rzeczywisty prąd roboczy strony pierwotnej powinien się mieścić w granicach od 20% do 120% znamionowego prądu pierwotnego.

$$S = 280 \text{ kW}; U_N = 15 \text{ kV}; \cos \varphi = 0,94$$

Prąd maksymalny dla mocy umownej  $I_{obl.} = S / (\sqrt{3} * \cos \varphi * U)$

gdzie:  $S$  – moc umowna

$U$  – napięcie znamionowe sieci elektroenergetycznej

$\cos \varphi$  – współczynnik mocy

$I_{obl}$  – prąd maksymalny dla mocy umownej

$$I_{obl} = 11,46 \text{ A}$$

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

$$0,2 * I_{1n} < I_{obl} < 1,2 * I_{1n}$$

gdzie:  $I_{1n}$  – prąd znamionowy przekładnika po stronie pierwotnej

$I_{obl}$  – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie pierwotnej

$$0,2 * 15 \text{ A} < 11,46 \text{ A} \leq 1,2 * 15 \text{ A}$$

$$3 \text{ A} < 11,46 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$$

WARUNEK SPEŁNIONY

Przy doborze prądu wtórnego przekładnika prądowego winien być pełniony następujący warunek:

$$I_{2obl} \leq 1,2 * I_{2n}$$

gdzie:  $I_{2n}$  – prąd znamionowy przekładnika po stronie wtórnej

$I_{2obl}$  – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie wtórnej

Odległość przekładników prądowych zainstalowanych w polu pomiarowym rozdzielni SN od tablicy licznikowej wynosi 5 m. Ze względu na niewielką odległość przekładników od liczników dobrano przekładniki o znamionowym prądzie wtórnym 5 A.

Maksymalny prąd obciążenia przekładnika po stronie wtórnej wynosi:

$$I_{2obl} = I_{obl} / (I_{1n} / I_{2n}) = 11,46 \text{ A} / (15/5) = 3,82 \text{ A}$$

$$3,82 \text{ A} \leq 6 \text{ A} \quad \text{WARUNEK SPEŁNIONY}$$

Ze względu na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następującego warunku obciążenia przekładnika:  $0,25 * S_n \leq S_{2obl} \leq S_n$

gdzie:  $S_n$  – moc znamionowa przekładnika prądowego

$S_{2obl}$  – maksymalna obliczeniowa moc obciążenia przekładnika

Moc  $S_{2obl}$  można wyrazić zależnością:

$$S_{2obl} = \sum S_L + S_P + S_Z$$

gdzie:  $S_L = 0,125 \text{ VA}$  – moc pobierana przez jeden obwód prądowy licznika

$S_P = I_{2n}^2 * R_P$  – moc tracona na przewodach

$I_{2n} = 5 \text{ A}$  – znamionowy prąd przekładnika po stronie wtórnej

$R_P = l / (\gamma * s)$  – rezystancja zastępcza obwodów wtórnych

$S_Z = I_{2n}^2 * R_Z$  – moc tracona na zaciskach

$R_Z = 0,05 \Omega$  – rezystancja zastępcza styków

Dla przewodów wtórnych obwodów prądowych przyjęto następujące parametry:

$$s = 2,5 \text{ mm}^2, l = 10 \text{ m} (2 \times 5 \text{ m}), \gamma = 54 \text{ m}/\Omega * \text{mm}^2$$

Dla tych parametrów:

strata mocy na zestykach – przy rezystancji zestyków  $R = 0,05 \text{ VA/fazę}$ ,

$$S_Z = I_{b2}^2 * R = 3,82^2 * 0,05 = 0,7296 \text{ VA}$$

$$S_Z = I_{n2}^2 * R = 5^2 * 0,05 = 1,25 \text{ VA}$$

strata mocy na przewodach –  $S_p = (I_{n2}^2 * 2 * l) / (\gamma * s) = (5^2 * 2 * 5) / (54 * 2,5) = 1,85 \text{ VA}$

Moc obciążenia uzwojenia wtórnego przekładnika dla mocy umownej wyniesie:

$$S_{2obl} = 0,125 + 1,25 + 1,85 = 3,225 \text{ VA}$$

Sprawdzenie warunku:  $0,25 * 5 \text{ VA} \leq 3,225 \text{ VA} \leq 5 \text{ VA}$

$$1,25 \text{ VA} \leq 3,225 \text{ VA} \leq 5 \text{ VA}$$

WARUNEK SPEŁNIONY

**Przyjęto przekładniki prądowe TPU 60.11 15/5 A/A; FS 5; kl. 0,2; 5 VA;  $I_{th} = 6 \text{ kA}$ ;  $I_{dyn.} = 15 \text{ kA}$**

#### 4.2. Dobór przekładników napięciowych 15 kV

Obciążenie przekładników napięciowych w układach pomiarowo-rozliczeniowych nie powinno przekraczać wartości znamionowych i nie powinno być niższe niż 25% mocy znamionowej przekładnika. Zastosowane wzory i wartości:  $0,25 * S_{zn} < S_{obc} < S_{zn}$

gdzie:  $S_{obc} = S_{ap}$

$S_{zn}$  – znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładnika napięciowego

$S_{ap}$  – straty mocy na przyrządach pomiarowych

Przewidywane obciążenie przekładników napięciowych:

$S_{LP1} = 1,4 \text{ VA}$  - moc pobierana przez obwody napięciowe licznika ZMD – 1,4 VA/fazę

$S_{ap1} = 0,4 \text{ VA}$  - moc pobierana przez obwody napięciowe modemu komunikacyjnego CU – B4+

Łącznie  $S = 1,4 + 0,4 = 1,8 \text{ VA}$

Aby spełnić warunek  $0,25 S_{zn} \leq S \leq S_{zn}$

dla istn. przekładników napięciowych typu UMZ 24-1 15/ $\sqrt{3}$  : 0,1/ $\sqrt{3}$  kV/kV, kl. 0,2; 5 VA

Sprawdzenie warunku:  $0,25 * 5 \text{ VA} \leq 1,8 \text{ VA} \leq 5 \text{ VA}$

$$1,25 \text{ VA} \leq 1,8 \text{ VA} \leq 5 \text{ VA} \quad \underline{\text{WARUNEK NIE JEST SPEŁNIONY}}$$