

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	3
SPIS RYSUNKÓW I ZAŁĄCZNIKÓW	4
CZĘŚĆ OPISOWA.....	5
1. Przedmiot opracowania.....	5
2. Inwestor.....	5
3. Zakres opracowania.....	5
4. Układ pomiarowo- rozliczeniowy	5
5. Obliczenia techniczne.....	7
5.1. Układ pomiarowo- rozliczeniowy dla przyłącza nr 1 (zasilanie podstawowe).....	7
6. Uwagi końcowe	11
CZĘŚĆ RYSUNKOWA	13

SPIS RYSUNKÓW I ZAŁĄCZNIKÓW

RYSUNKI:

Lp.	Tytuł rysunku	Nr rysunku	Ilość arkuszy
1.	Układ pomiarowo- rozliczeniowy. Rozmieszczenie urządzeń.	UP-01	1
2.	Schemat ideowy zasilania SN.	UP-02	1
3.	Schemat ideowy układu pomiarowo- rozliczeniowego dla zasilania podstawowego. Przyłącze nr 1.	UP-03	1

ZAŁĄCZNIKI:

Lp.	Tytuł
1.	Kopia uprawnień budowlanych i zaświadczenia o przynależności do PIIB Projektanta
2.	Kopia warunków technicznych przyłączenia nr WP/008596/2025/O11R00 z dnia 10.02.2026r.

CZĘŚĆ OPISOWA

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt układu pomiarowo-rozliczeniowego energii elektrycznej dla zadania inwestycyjnego:

Budowa instalacji fotowoltaicznej wraz z niezbędną infrastrukturą na terenie firmy „Olmet” w Gliwicach przy ul. Towarowej.

2. Inwestor

„OLMET PRZEMYSŁAW OLEŚ” SPÓŁKA KOMANDYTOWA
ul. Towarowa 15
42-600 Tarnowskie Góry

3. Zakres opracowania

Zgodnie z Warunkami Przyłączenia nr WP/008596/2025/O11R00 z dnia 10.02.2026r., projektuje się układ pomiarowy pośredni na napięciu 6 kV.

Moc przyłączeniowa obiektu wg wydanych warunków przyłączenia wynosi:

- Przyłączy nr 1: 1600 kW

Zasilanie realizowane jest ze stacji 110/20/6 kV Maciejów – rozdzielnia 6 kV.

Miejsce przyłączenia jest: tak jak w stanie istniejącym, pole nr 2 złącza GLGG965

Miejsce rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych dla odbioru i dostarczania: tak jak w stanie istniejącym, zaciski prądowe na wyjściu kabla z pola 2 w złączu GLGG965.

Projekt obejmuje swym zakresem:

- dobór elementów układu pomiarowo-rozliczeniowego energii,
- dobór przekładników napięciowych i prądowych wielordzeniowych,
- tablicę licznikową,
- lokalizację układu pomiarowego,
- elementy systemu zdalnej akwizycji danych,

Obiekt został zakwalifikowany do III grupy przyłączeniowej.

4. Układ pomiarowo- rozliczeniowy

Tablicę pomiarową TP1 wraz z licznikiem zostanie zabudowana w stacji transformatorowo-rozdzielczej zgodnie z rysunkiem UP-01.

Tablica wykonana jako obudowa uchylna.

Zgodnie z WP projektuje się pośredni układ pomiaru energii elektrycznej.

Układ pomiarowy złożony jest z następujących elementów:

a) Tablica pomiarowa (TP1):

Tablica pomiarowa zostanie wykonana jako obudowa uchylna i wyposażona zgodnie z rys. UP-03 z niepalnego materiału izolacyjnego - ANWIDUR lub KREZOLIT lub równoważne o grubości 6 mm.

Konstrukcja tablicy zostanie wykonana w taki sposób by uniemożliwić dostęp do elementów (obwodów) znajdujących się za tablicą bez konieczności zerwania plomb.

Tablice mocować tak, aby wskazania licznika znajdowało się na wysokości 180 cm od posadzki.

Obok tablicy pomiarowej należy zabudować zestaw gniazd sieciowych 230V.

Gniazdo serwisowe 230 V AC należy zasilić bezpośrednio z sieci 230 V, z pominięciem układu UPS.

Konstrukcję tablicy należy przyłączyć do szyny wyrównawczej.

Na tablicy (TP1) zostanie zabudowany:

- licznik energii elektrycznej czynnej 3-fazowy dla sieci 4-przewodowej, przekładnikowy typu ZMY405CW1U0L40.11.1020 z modułem L10.L; 5A, kl. 0,5, zasilaczem 230V/12V DC oraz zabezpieczeniami zasilania.

Synchronizacja czasu licznika realizowana jest automatycznie przez system zdalnego odczytu Tauron Dystrybucja S.A. za pośrednictwem modułu komunikacyjnego.

Transmisja danych pomiarowych z licznika będzie realizowana siecią GSM do Tauron-Dystrybucja S.A. realizowana przez koncentrator w tablicy TP1.

Licznik należy zaprogramować na 15 min. okres uśredniania z automatycznym zamykaniem okresu obrotowego.

Wyprowadzić instalację antenową GSM na zewnątrz budynku z tablicy TP1, zapewniając siłę sygnału GSM o wartości 21-25, tj. na poziomie (-71)-(-61) dBm.

Kabel antenowy prowadzić w rurze ochronnej z PVC lub osłonie kablowej.

b) Pole pomiarowe wyposażone w przekładniki prądowe oraz w przekładniki napięciowe - napięcie znamionowe pola SN-6 kV

Przekładniki pomiarowe muszą być wyposażone dodatkowo zabezpieczoną zgodnie ze standardem Tauron-Dystrybucja S.A. tabliczką znamionową oraz trwale wygrawerowaną w obudowie przekładnika przekładnią.

W celu ochrony przed zjawiskiem ferorezonansu w obwodach napięciowych układu pomiarowego należy zastosować układ tłumienia ferorezonansu (np. VT Guard lub równoważny), dobrany zgodnie z parametrami zastosowanych przekładników napięciowych i siecią 6 kV z izolowanym punktem neutralnym. Urządzenie należy zabudować w polu pomiarowym rozdzielnic RSN.

c) Połączenia układów pomiarowych:

- Przekładniki prądowe należy instalować przed przekładnikami napięciowymi patrząc od strony zasilania poprawnie mierzony prąd.
- Połączenia części układu napięciowego należy wykonać przewodem typu YKSYFty 5x1,5. Część prądową wykonać przewodami YKSYFty 7x2,5.
- Przewody należy montować na specjalnie do tego przeznaczonych uchwytach bez stosowania rur ochronnych.
- Na końcach kabli należy stosować oznaczniki. Przewody kablkowe należy w sposób trwały opisać jako: „obwody napięciowe” i „obwody prądowe”. Końcówki kabli należy osłonić i przystosować do plombowania w sposób uniemożliwiający dostęp do poszczególnych żył.
- Zabezpieczenie przekładników napięciowych 6kV wkładką bezpiecznikową 0,5A. W okresie eksploatacji należy przewidzieć komplet zapasowy bezpieczników dla pola pomiarowego.
- Na całej długości kabli w odstępach dwumetrowych należy stosować trwałe oznaczenia identyfikujące typ i przeznaczenie obwodu. Końcówki kabli należy osłonić i przystosować do plombowania w sposób uniemożliwiający dostęp do poszczególnych żył.
- Połączenia napięciowych oraz prądowych obwodów pomiarowych pomiędzy listwą kontrolno– pomiarową, a zaciskami licznika energii elektrycznej należy wykonać przewodem o żyłach jednorodnej DY w izolacji 750V.
- Wszystkie dostępne elementy toru zasilania oraz układu pomiarowego należy osłonić i przystosować do oplombowania.

UWAGA: Pola zasilające i pole pomiarowe w rozdzielnic RSN należy przystosować do plombowania. Dostarczyć DTR przekładników.

5. Obliczenia techniczne

5.1. Układ pomiarowo- rozliczeniowy dla przyłącza nr 1 (zasilanie podstawowe)

1. Napięcie sieci :

- a) sieć niskiego napięcia U_{2n} - 400/230 V
- b) sieć SN U_{1n} - 6kV

2. Ochrona dodatkowa przed porażeniem :

- a) sieć niskiego napięcia: - samoczynne wyłączenie zasilania
- b) sieć SN - punkt neutralny izolowany

3. Układ sieciowy :

- a) sieć rozdzielcza nn - układ pracy TN
- b) sieć SN - punkt neutralny izolowany

Znamionowe napięcie zasilania –	6 kV
Moc zwarciova	$S_{ZW} = 97,45$ MVA
Prąd pojemnościowy	$I_C = 55,94$ A
Czas wyłączenia 1-fazowego zwarcia doziemnego (czas trwania zwarcia)	$t_z = 0,5$ sek
Transformator	TR- 2000 kVA

U_{sc} – 6% napięcie zwarcia transformatora %
Moc zapotrzebowana
Wymagany stopień skompensowania

1600 kW
 $\text{tg}\varphi \leq 0,4$.

Dobór przekładników prądowych

Sprawdzenie przekładni przekładników prądowych

Moc przyłączeniowa: $P_m = 1600$ kW Prąd obciążenia: $I_B = 165,5$ A $\cos\phi = 0,93$
Rzeczywisty prąd roboczy strony pierwotnej powinien mieścić się w granicach od 20% do 120% prądu znamionowego przekładnika
$I_{1n} = 200$ A – prąd znamionowy przekładnika $0,2 \cdot I_{1n} \leq I_B \leq 1,2 \cdot I_{1n}$ $40,0 \leq 165,5 \leq 240,0$
Prąd obciążenia strony wtórnej musi mieścić się w granicach od 25% do 100% prądu znamionowego przekładnika to znaczy dla przekładnika $I_{2n} = 5$ A – od 1,25 A do 5 A $I_{2obl} = I_B / (I_{1n} / I_{2n})$
$I_{2obl} = 165,5 / (200 / 5) = 4,1$ A $0,25 I_{2n} \leq I_{2obl} \leq 1,0 I_{2n}$ $1,25 \leq 4,1 \leq 5,0$

Przekładnia przekładnika prądowego 200/5A spełnia wymagania doboru.

Sprawdzenie mocy znamionowej przekładników:

Prąd znamionowy wtórny: $I_n = 5\text{ A}$

Prąd obliczeniowy: $I = 1,2 \times I_n = 6\text{ A}$

Moc wejścia prądowego licznika: $S_{liczn} = 0,125\text{ VA}$ (wg karty katalogowej licznika ZMY405)

Rezystancja jednego zacisku: $0,05\ \Omega$

Liczba zacisków w torze prądowym: 2

Sumaryczna długość toru prądowego: $l = 8\text{ m}$

Przekrój przewodów: $S = 2,5\text{ mm}^2$

Rezystywność miedzi: $\rho = 0,0175\ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Impedancja obwodu wtórnego:

$$Z_{obc} = (2 \cdot l) / (\gamma \cdot S) + R_z = (2 \cdot 8) / (57 \cdot 2,5) + 0,05 = 0,1123 + 0,05 = 0,1623\ \Omega$$

Wariant 1 — praca znamionowa $I_n = 5\text{ A}$:

$$S_{2n} = I_n^2 \cdot Z_{obc} + S_{liczn} = 25 \cdot 0,1623 + 0,125 = 4,057 + 0,125 = 4,18\text{ VA}$$

$$S_n \geq S_{2n} \geq 0,25 \cdot S_n \quad 10\text{ VA} \geq 4,18\text{ VA} \geq 2,50\text{ VA}$$

warunek spełniony

Wariant 2 — przeciążenie $I_{max} = 1,2 \times I_n = 6\text{ A}$ (wartość miarodajna):

$$S_{2max} = I_{max}^2 \cdot Z_{obc} + S_{liczn} = 36 \cdot 0,1623 + 0,125 = 5,843 + 0,125 = 5,97\text{ VA}$$

$$S_n \geq S_{2max} \geq 0,25 \cdot S_n \quad 10\text{ VA} \geq 5,97\text{ VA} \geq 2,50\text{ VA}$$

warunek spełniony

Doboru dokonano na podstawie wartości miarodajnej przy przeciążeniu $I_{max} = 6\text{ A}$.

Obciążenie $S_{2max} = 5,97\text{ VA}$ mieści się w wymaganym przedziale 25%–100% mocy znamionowej przekładnika.

Dobrano przekładniki prądowe: 200A/5A, kl. 0,2s; 10 VA, legalizowane, z trwale wygrawerowaną w obudowie przekładnika przekładnią

Sprawdzenie wytrzymałości zwarciowej przekładników prądowych

Parametry podane w warunkach przyłączenia:

Sposób pracy punktu neutralnego sieci: Sieć SN z izolowanym punktem neutralnym.

Rezystancja i reaktancja linii kablowych:

Linia elektroenergetyczna nr 1 (kablowa)	l_1 [m]	γ [m/Ω·mm ²]	s [mm ²]	R_{L1} [Ω]	X_{L1} [Ω]
	430	33	240	0,0543	0,0516

Linia elektroenergetyczna nr 2 (kablowa)	l_2 [m]	γ [m/Ω·mm ²]	s [mm ²]	R_{L2} [Ω]	X_{L2} [Ω]
	15	33	120	0,0038	0,0018

Rezystancja obwodu zwarcioowego R_k [Ω]	0,0814
--	--------

Reaktancja obwodu zwarcioowego X_k [Ω]	0,2868
---	--------

Impedancja obwodu zwarcioowego $ Z_k $ [Ω]	0,2982
---	--------

Współczynnik k [-]	1,44
-------------------------	------

Prąd zwarcioowy początkowy I''_k [kA]	12,78
--	-------

Prąd zwarcioowy udarowy i_p [kA]	25,99
---------------------------------------	-------

Współczynnik m [-]	0,00
-------------------------	------

Współczynnik n [-]	1,00
-------------------------	------

Prąd zwarcioowy cieplny zastępczy I_{th} [kA]	12,78
--	-------

Prąd zwarcioowy cieplny 1-sekundowy I_{thr} [kA]	12,78
---	-------

Prąd cieplny znamionowy przekładnika $I_{th} = 16,0$ kA

$I_{th1s} \leq I_{th} = 12,78 \text{ kA} \leq 16,00 \text{ kA}$ - warunek jest spełniony

Dobrano przekładniki 200A/5A, kl 0,2s; 10VA, FS5, $I_{th} = 16,0$ kA

Uzwojenie I - kl 0,2s FS5 10VA - pomiar netto licznika

Uzwojenie II - kl 0,2s FS5 10VA - pomiar analizatora i strażnika mocy

Uzwojenie III - 5P10 15VA - zabezpieczenia SN i telepomiaru netto

Sprawdzenie doboru przekładników napięciowych

Obciążenie przekładników napięciowych w układach pomiarowo rozliczeniowych nie może przekraczać wartości znamionowych i nie powinno być niższe niż 25% mocy znamionowej przekładnika. Obciążenie przekładników obliczono jako sumę obciążenia uzwojenia licznika i przewodów (obciążenie modułu komunikacyjnego jako dorywcze zostało pominięte) przy czym:

$$P_{\text{liczn}} = 0,65\text{W}$$

$$Q_{\text{liczn}} = 1,3\text{VAR}$$

$$P_{\text{przew.}} = I^2 R = \text{pomijalnie mała}$$

dla:

długość przewodów zasilających $l = 8\text{m}$, przekrój przewodów $S = 1,5\text{ mm}^2$

prąd $I = 0,05\text{ A}$

$$S = 1,45\text{VA}$$

$$\begin{aligned} 0,25 S_n < S_2 < S_n \\ 1,25\text{ VA} < 1,45\text{ VA} < 5\text{ VA} \end{aligned}$$

Dobiera się przekładniki napięciowe: $6/\sqrt{3}\text{ kV} / 0,1/\sqrt{3}\text{ kV} / 0,1/\sqrt{3}\text{ kV} / 0,1/\sqrt{3}\text{ kV} / 0,1/\sqrt{3}\text{ kV}$, kl. 0,2, 5 VA, najwyższe napięcie robocze $U_m = 7,2\text{ kV}$, współczynnik napięciowy $V_f = 1,9$ (praca trwała), przeznaczone do pracy w sieci 6 kV z izolowanym punktem neutralnym.

Uzwojenie I - pomiar netto

Uzwojenie II - pomiar dla analizatora i strażnika mocy

Uzwojenie III - pomiar zabezpieczeń SN i telepomiaru

Uzwojenie IV - pomiar dla zabezpieczeń U0

Warunek poprawnego doboru ze względu na spadek napięcia

$$U_{2n} = 6000/\sqrt{3}\text{V}$$

- napięcie nominalne strony wtórnej

$$\Delta U_{\% \text{dop}} = 0,5\%$$

- dopuszczalny procentowy spadek napięcia

$$S_p = 5\text{VA}$$

- moc znamionowa uzwojenia pomiarowego

$$\Delta S_l = 1,3\text{VA}$$

- straty mocy w cewce napięciowej licznika

$$l = 8\text{m}$$

- długość wtórnych obwodów pomiarowych

$$s = 1,5\text{mm}^2$$

- przekrój wtórnych obwodów pomiarowych

$$\Delta U_{\%} \leq \Delta U_{\% \text{dop}}$$

$$\Delta U = \frac{\Delta S_l \cdot l}{U_{2n} \cdot \gamma_{\text{Cu}} \cdot s} = 0,00211\text{ V} \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{2n}} \cdot 100\% = 0,0037\%$$

$0,0037\% \leq 0,5\%$ - warunek jest spełniony

6. Uwagi końcowe

Wymagania dotyczące systemu zdalnej akwizycji danych:

Ostateczną lokalizację anteny GSM dla układu pomiarowego ustalić na etapie realizacji po wykonaniu pomiaru propagacji fal radiowych.

Antena musi zapewnić stabilny sygnał GSM (poziom 21-25, tj. od -71 do -61 dBm) dla transmisji danych z obu liczników.

Konfigurację komunikacji między licznikami (Master-Slave) oraz parametry transmisji należy wykonać zgodnie z wytycznymi i w obecności przedstawiciela Tauron-Dystrybucja S.A.

Sprawdzenie działania systemu zdalnej akwizycji danych:

- test komunikacji między licznikami (Master-Slave)
- test synchronizacji czasu przez system zdalnego odczytu TD S.A.
- test transmisji GSM do TD S.A.
- weryfikacja poprawności zbierania danych z obu punktów pomiarowych

W przypadku zmiany deklarowanej mocy maksymalnej należy powtórnie dokonać obliczeń doboru przekładni prądowych.

Niezbędnym jest podanie przekładni przekładników pomiarowych.

Układ pomiarowy należy zgłosić do sprawdzenia technicznego w Dziale Operatora Pomiarów Tauron-Dystrybucja S.A. gdzie wraz ze stosownymi dokumentami należy złożyć wydruki parametryzacji liczników.

Zgodnie z Prawem Budowlanym (Dziennik Ustaw RP nr 89 poz 414.) przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie.

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać się szczegółowo z uzgodnieniami załączonymi do projektu. Całość robót wykonać zgodnie z niniejszym projektem, obowiązującymi przepisami przywołanymi katalogami oraz normami.

W czasie robót należy:

- Przestrzegać ogólnych i szczegółowych przepisów BHP.
- Używać materiałów, wyrobów budowlanych i urządzeń dopuszczonych do stosowania w budownictwie określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym.
- Wszystkie zmiany techniczne wprowadzone w trakcie budowy, zaakceptowane przez inwestora należy umieścić w dokumentacji powykonawczej.
- Układ pomiarowy na czas sprawdzenia technicznego należy przygotować w taki sposób aby monter posiadał swobodny dostęp do tabliczek znamionowych przekładników pomiarowych oraz ich zacisków, posiadają zdolność do manipulacji w obwodach pomiarowych.
- Roboty wykonywać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47, poz. 401 z 2003 roku).
- Prace w pobliżu urządzeń elektroenergetycznych wykonywać należy zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. 2019, poz. 1830 z poz. zmianami).
- Opracować i uzgodnić instrukcję współpracy z Tauron Dystrybucja S.A.
- Użytkownik zobowiązany jest do opracowania instrukcji eksploatacji stacji
- Zapoznać użytkownika z obsługą stacji, uczulić na procedury zawarte w instrukcjach TD S.A.
- Wszelkie aparaty wchodzące w skład układu pomiarowo-rozliczeniowego dostarcza Inwestor we współpracy z Tauron Dystrybucja S.A.

Po wykonaniu robót elektrycznych wykonawca winien przekazać zleceniodawcy:

- Projekt powykonawczy (w tym oświadczenie kierownika robót elektrycznych o wykonaniu robót zgodnie z dokumentacją i obowiązującymi przepisami).
- Protokół pomiaru uziemienia.
- Protokół pomiaru skuteczności ochrony przed porażeniem.
- Protokół pomiaru napięć rażenia przy stacji transformatorowej.
- Protokół badania transformatora.
- Atesty i certyfikaty zainstalowanych urządzeń:
 - świadectwa badań zabudowanych przekładników wydanych przez Okręgowy Urząd Miar lub Główny Urząd Miar
- Dokumentację Techniczno-Ruchową lub Instrukcję Montażu i Eksploatacji od producenta instrukcję obsługi.

CZĘŚĆ RYSUNKOWA