

## **SPIS TREŚCI**

<b>SPIS TREŚCI .....</b>	<b>1</b>
<b>SPIS RYSUNKÓW I ZAŁĄCZNIKÓW .....</b>	<b>2</b>
<b>CZĘŚĆ OPISOWA.....</b>	<b>3</b>
1. Przedmiot opracowania.....	3
2. Inwestor.....	3
3. Zakres opracowania.....	3
4. Podstawa opracowania .....	3
5. Rozdzielnica elektryczna instalacji fotowoltaicznej RGPV .....	4
6. Układy pomiarowo- rozliczeniowe energii elektrycznej brutto.....	4
7. Zabezpieczenie przed wpływem energii do sieci .....	4
8. Zabezpieczenia .....	4
9. Nastawy zabezpieczeń.....	7
10. Telemechanika.....	10
11. Łączność .....	13
12. Lista sygnalizacji pomiarów i sterowań do systemu SCADA TAURON .....	14
13. Wykonanie instalacji.....	16
14. Ochrona przeciwporażeniowa .....	17
15. Obliczenia techniczne.....	18
16. Bezpieczeństwo pożarowe.....	19
17. Uwagi końcowe .....	19
<b>CZĘŚĆ RYSUNKOWA .....</b>	<b>20</b>

## SPIS RYSUNKÓW I ZAŁĄCZNIKÓW

### RYSUNKI:

Lp.	Tytuł rysunku	Nr rysunku	Ilość arkuszy
1.	Rozmieszczenie urządzeń.	01	1
2.	Schemat ideowy zasilania SN.	02	1
3.	Rozdzielnica elektryczna instalacji fotowoltaicznej RGPV. Schemat strukturalny. Widok elewacji.	03	2
4.	Schemat jednokreskowy telemechaniki	04	1
5.	Szafa telemechaniki SKT	05	10
6.	Schemat toru łączności Tetra	06	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 telemechaniki i zabezpieczeń 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

Zakres niniejszego opracowania obejmuje projekt włączenia źródeł w postaci instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej.

## 4. Podstawa opracowania

Projekt został opracowany w oparciu o:

- Zlecenie Inwestora;
- Zbiór wymagań dla modułów wytwarzania energii typu A, w tym mikroinstalacji — Tauron Dystrybucja S.A.
- Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 (NC RfG)
- Standard techniczny nr 3/2014 — układy EAZ w Tauron Dystrybucja S.A. (wersja druga)
- Ustalenia z przedstawicielami Inwestora;
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane  
Tekst jednolity: Dz.U. 2025 poz. 418, z późn. zmianami
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej.  
Tekst jednolity: Dz.U. 2025 poz. 188, z późn. zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Tekst jednolity: Dz.U. 2022 poz. 1225, z późn. zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym  
Tekst jednolity: Dz.U. 2016 poz. 1966, z późn. zmianami.
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
-- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa  
-- Ochrona przed porażeniem elektrycznym; *lub równoważna*
- PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
-- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego  
-- Przewodowanie; *lub równoważna*
- PN-HD 60364-5-56:2019 Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
-- Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego  
-- Instalacje bezpieczeństwa; *lub równoważna*
- PN-HD 60364-6:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
-- Część 6: Sprawdzanie; *lub równoważna*
- PN-HD 60364-4-43:2024-04 Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
-- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa  
-- Ochrona przed prądem przetężeniowym; *lub równoważna*
- PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych  
-- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego  
-- Postanowienia ogólne; *lub równoważna*
- N SEP-E-004 – Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa; *lub równoważna*

## **5. Rozdzielnica elektryczna instalacji fotowoltaicznej RGPV**

Projektowana rozdzielnica elektryczna RGPV zlokalizowana będzie w pomieszczeniu rozdzielni niskiego napięcia.

Rozdzielnica elektryczna RGPV włączona będzie do sieci elektroenergetycznej poprzez instalację wewnętrzną do pola rozdzielnic RG nN budynku.

Schemat zasilania wg części rysunkowej.

Do rozdzielnic, poprzez układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej włączone będą urządzenia wytwórcze energii elektrycznej - instalacja fotowoltaiczna PV o mocy nominalnej  $P_p = 399,60 \text{ kW}$

Usytuowanie rozdzielnic oraz schemat jednokreskowy znajdują się w części rysunkowej.

## **6. Układy pomiarowo- rozliczeniowe energii elektrycznej brutto**

Układy pomiaru energii elektrycznej brutto produkowanej przez instalację fotowoltaiczną według odrębnego opracowania projektowego.

## **7. Zabezpieczenie przed wpływem energii do sieci**

Instalację fotowoltaiczną wyposażać w system zabezpieczenia ograniczający wpływ mocy czynnej do sieci elektroenergetycznej OSD.

System realizowany jest z wykorzystaniem sterownika WAGO PFC (A2) i mierników parametrów sieci w punkcie przyłączenia oraz na zaciskach jednostki wytwórczej (opis w rozdziale 10).

Dodatkowo instalacja fotowoltaiczna realizuje regulację mocy biernej Q oraz współczynnika mocy  $\cos\phi$  zgodnie z wymaganiami „Zbioru wymagań dla modułów wytwarzania energii typu A” Tauron Dystrybucja S.A. oraz rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 (NC RfG).

Regulacja mocy biernej realizowana jest przez falowniki instalacji fotowoltaicznej, sterowane za pośrednictwem SmartLoggera i sterownika WAGO PFC (A2).

Dyspozytor Tauron Dystrybucja ma możliwość zdalnego zadawania nastaw mocy biernej za pośrednictwem systemu SCADA i łączności TETRA

## **8. Zabezpieczenia**

Aby spełnić wymagania warunków przyłączeniowych dotyczących zabezpieczeń dodatkowych, w szafie telemechaniki SKT zainstalowany zostanie sterownik polowy e2TANGO 450 (A1) firmy Elektrometal Energetyka S.A. w konfiguracji rozszerzonej z kartami TV/TRR. Sterownik A1 obsługuje zarówno rozdzielnicę SN w stacji transformatorowo- rozdzielczej, w skład której wchodzi pole liniowe, pole pomiarowe z zainstalowanymi przekładnikami prądowymi i napięciowym oraz pole transformatorowe, jak i rozdzielnicę nN „RGPV”, w skład której wchodzi pole zasilające RPV wraz z zainstalowanymi w nim przekładnikami prądowymi.

Rozdzielnia niskiego napięcia.

W szafie telemechaniki SKT zainstalowany zostanie sterownik polowy e2TANGO 450 firmy Elektrometal Energetyka S.A.

Wielkości analogowe prądów instalacji fotowoltaicznej (PV) wyprowadzone zostaną z przekładników prądowych (600/5 A/A) zainstalowanych w rozdzielnic RGPV.

Napięcia natomiast wyprowadzone zostaną z szyn nN również w tym polu.

Napięcia i prądy podłączone zostaną do zainstalowanych w szafie telemechaniki zacisków prądowych i napięciowych.

Sterownik polowy A1 impulsuje na cewkę wyłączającą/wyzwalacz wzrostowy  $U > 24\text{VDC}$  wyłącznika 1QPV oraz realizuje następujące funkcje zabezpieczeniowe:

- podnapięciowe,
- nadczęstotliwościowe,
- podczęstotliwościowe,
- nadprądowe 1 st.,
- nadprądowe 2 st.,
- zabezpieczenie od pracy wyspowej  $df/dt$ .

Rozdzielnia średniego napięcia.

W szafie telemechaniki SKT zainstalowany zostanie sterownik polowy e2TANGO 450 (A1) firmy Elektrometal Energetyka S.A.. Wielkości analogowe prądów wyprowadzone zostaną z przekładników prądowych SN (200/5/5/5 A/A, rdzeń III, 5P10, 15VA) zainstalowanych w polu pomiarowym rozdzielni SN.

Połączenie to wykonać kablem o przekroju  $2,5\text{mm}^2$ .

Napięcia wyprowadzone zostaną z przekładników napięciowych (rdzeń III, kl. 0,5, 10VA; rdzeń IV, 3P, 10VA) zainstalowanych w polu pomiarowym rozdzielni SN.

Połączenie to wykonać kablem o przekroju  $1,5\text{mm}^2$ .

Sterowniki polowe e2TANGO impulsują na cewki wyłączające/wyzwalacze wzrostowe  $U > 24\text{VDC}$  wyłącznika 1QPV oraz monitorują stan łącznika w polu zasilającym SN.

Sterownik polowy e2TANGO 450 informuje, iż inicjalizacja impulsu oraz wyłączenie danego wyłącznika nastąpiło po zadziałaniu zabezpieczeń po stronie SN.

Sterownik polowy e2TANGO 450 (A1) realizuje następujące funkcje zabezpieczeniowe po stronie SN:

- nadprądowe zwłoczne z blokadą kierunkową ( $I >$ ),
- zwarciove ( $I >>$ ),
- ziemnozwarciowe ( $I_0 >$ ,  $I_0 >>$ ),
- nadnapięciowe ( $U >$ ,  $U >>$ ),
- zerowonapięciowe ( $U_0 >$ ),
- zwrotnomocowe,
- przyspieszenie wyłączenia przy załączeniu na zwarcie.

Na potrzeby pomiaru składowej zerowej prądu w polu zasilającym SN zabudowany zostanie przekładnik Ferrantiego typu IO-135-D firmy SPIE Energotest sp. z o.o. (lub równoważny, z rdzeniem dzielonym) o przekładni znamionowej 1/100 A/A.

Przekładnik zainstalowany zostanie na kablu zasilającym w polu rozdzielni SN. Zastosowanie rdzenia dzielonego umożliwia montaż na istniejącym kablu bez konieczności jego demontażu. Połączenie uzwojenia pomiarowego przekładnika (zaciski k1-l2) ze sterownikiem polowym e2TANGO 450 (A1) — wejście  $I_0$  (zakres 1,25A) — w szafie SKT wykonać kablem ekranowanym o przekroju min.  $2,5\text{mm}^2$ .

Uzwojenie pomocnicze (zaciski k3-l3) wyprowadzić na listwę zaciskową pola do celów testowych.

Sterownik polowy e2TANGO 450 (A1) w konfiguracji rozszerzonej obsługuje jednocześnie dwie grupy pomiarowe — stronę niskiego napięcia (nN) oraz stronę średniego napięcia (SN). Konfiguracja wymaga zastosowania kart rozszerzeń zapewniających łącznie:

- 3 wejścia prądowe nN (z przekładników 600/5 A/A w rozdzielnicy RGPV),
- 3 wejścia napięciowe nN (z szyn nN w polu RPV),
- 3 wejścia prądowe SN (z przekładników 200/5/5/5 A/A, rdzeń III, w polu SN),
- 3 wejścia napięciowe SN (z przekładników napięciowych, rdzeń III, w polu SN).

Sterownik e2TANGO 450 w wersji z jednostką centralną J10 lub J14 dysponuje wystarczającą liczbą slotów na karty rozszerzeń do realizacji powyższej konfiguracji.

Zastosować karty rozszerzeń TV i TRR w konfiguracji zatwierdzonej przez Elektrometal Energetyka S.A.

## 9. Nastawy zabezpieczeń

Dla potrzeb zabezpieczenia urządzeń i prawidłową współpracę jednostek wytwórczych z siecią, dobrano układ zabezpieczeń podstawowych i dodatkowych współpracujące ze sterownikiem telemechaniki.

Ostatecznie nastawione wartości należy potwierdzić z właściwym działem TD na etapie rozruchów.

Dla zwiększenia czytelności, nastawy przedstawiono poniżej w formie tabelarycznej.

Nie planuje się uruchomienia automatyki SPZ.

### STEROWNIK A1 – ZABEZPIECZENIA PO STRONIE SN

Kryterium	Nastawa	Nastawa t [s]	Działanie	Uwagi
U0> Zabezpieczenie zerowonapięciowe	0,07Un=7V (wtórnie)	1,5	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony wtórnej przekładnika po stronie SN
U> Zabezpieczenie nadnapięciowe	1,1Un=6,6kV/110 V	1	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony wtórnej przekładnika po stronie SN
U>> nadnapięciowe 2 stopnia	1,15Un=6,9kV/115V	0,3	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony wtórnej przekładnika po stronie SN
Zwrotnomocowe	Zgodnie z WP			1QPV (PV) Pomiar wyrażony wtórnej przekładnika po stronie SN
I> nadprądowe zwłoczne	I <sub>r</sub> =40A	10s	Wyłącz 1QPV	Pomiar wtórny SN, blokada kierunkowa
I>> zwarciove	I <sub>r</sub> =136A	0,1	Wyłącz 1QPV	Pomiar wtórny SN
I0> ziemnozwarciowe	I <sub>rp</sub> =10A (pierwotnie) / 0.1A (wtórnie)	0,1	Wyłącz 1QPV	Przekładnik Ferrantiego 1/100 A/A

Ostatecznie nastawione wartości należy potwierdzić z właściwym działem TD na etapie rozruchów.

# STEROWNIK A1 – ZABEZPIECZENIA PO STRONIE nN (1QPV)

Kryterium	Nastawa	Nastawa t [s]	Działanie	Uwagi
df/dt	2,5 Hz/s	0,3	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony po stronie nN
f< Zabezpieczenie podczęstotliwościowe	47,5 Hz	0,3	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony po stronie wtórnej przekładnika prądowego nN
f> Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe	51 Hz	0,3	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony po stronie nN
U< Zabezpieczenie podnapięciowe	0,85 Un 340 V	4,0	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony po stronie nN
I> Zabezpieczenie nadprądowe	660A / 5,5A	0,5s	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony po stronie nN
I>> Zabezpieczenie nadprądowe 2 stopnia	2160A / 18A	0	Wyłącz	1QPV (PV) Pomiar wyrażony po stronie nN

## INNE ZABEZPIECZENIA

Miejsce zabudowania zabezpieczenia	Typ zabezpieczenia	Funkcja zabezpieczenia	Wartości rozruchowe zabezpieczenia	
			I <sub>r</sub>	Tryb pracy
Rozdzielnica RGPV nN 0,4 kV -odpływ do Generatora PV	Wyłącznik mocy 1QPV 400A	nadprądowe	I <sub>r</sub> =300A	wyłączenie
Zabezpieczenie własne inwertera fotowoltaiki	Fabryczne	--	--	wyłączenie



Zabezpieczenia inwertera fotowoltaicznego ustawione zgodnie ze „Zbiór wymagań dla modułów wytwarzania energii typu A, w tym mikroinstalacji”. Plik dostępny na stronie zewnętrznej Tauron- Dystrybucja S.A.

Funkcja zabezpieczenia		Wymagane nastawienie wartości wyłączającej		Maksymalny czas odłączenia	Minimalny czas zadziałania
U <sub>LN</sub>	Obniżenie napięcia	0,85 Un	195,5 V	3,7 s	3,7 s
	Wzrost napięcia stopień 1 <sup>1)</sup>	1,1 Un	253,0 V	0,7 s	-
	Wzrost napięcia stopień 2	1,15 Un	264,5 V	0,1 s	0,1 s
U <sub>LL</sub>	Obniżenie napięcia	0,85 Un	340,0 V	3,7 s	3,7 s
	Wzrost napięcia stopień 1 <sup>1)</sup>	1,1 Un	440,0 V	0,7 s	-
	Wzrost napięcia stopień 2	1,15 Un	460,0 V	0,1 s	0,1 s
Obniżenie częstotliwości		47,5 Hz		0,1 s	0,1 s
Podwyższenie częstotliwości		51 Hz		0,1 s	0,1 s
Zabezpieczenie od pracy wyspowej	ROCOF	2,5 Hz/s		0,1 s	-
	aktywne	-	-	5 s	-
<sup>1)</sup> 10-minutowa wartość średnia, zgodnie z EN 50160. Szczegółowe wymagania w zakresie pomiaru wartości średniej zawarte są w normach polskich.					

Zabezpieczenia wbudowane inwertera (t = 0,1s) stanowią pierwszą linię ochrony.  
Sterownik A1 (t = 0,3s) pełni funkcję zabezpieczenia rezerwowego.  
Koordynacja czasowa jest zamierzona i zapewnia selektywność działania

## 10. Telemechanika

Celem wysłania informacji o stanie pracy jednostek wytwórczych do centrum dyspozytorskiego Tauron Dystrybucja Oddział Gliwice zainstalowany zostanie system telemechaniki.

W pomieszczeniu rozdzielni nN zabudowana zostanie szafa z zabudowanym routerem komunikacyjnym / koncentratorem danych MSG 701 firmy Mikronika.

Telemechanika swoim zakresem zgodnie z warunkami przyłączeniowymi obejmuje:

- Telesygnalizację łącznika zabudowanego w rozdzielnicy SN, podmiotu przyłączonego biorących udział w wyprowadzeniu mocy jednostki wytwórczej,

Spełnienie wymogów warunków przyłączeniowych dotyczących tego punktu realizowane będzie w następujący sposób.

Sygnalizacja łącznika rozdzielnicy SN doprowadzona zostanie do wejść sygnalizacyjnych sterownika polowego e2TANGO 450 (A1) zabudowanego w szafie telemechaniki SKT.

Sygnalizacja wyprowadzona zostanie na listwę. Połączenia te wykonać kablem Lgy 1,5mm dla każdego łącznika. Jako napięcie sygnalizacyjne wykorzystywane jest napięcie 24V DC, które jest podłączone od sterownika polowego.

Trasy kablowe pomiędzy polami rozdzielni SN stacji GLC K740, a szafą telemechaniki SKT w pomieszczeniu rozdzielni nN wykonać kablami ekranowanymi w korytkach kablowych. Kable obwodów prądowych (od przekładników fazowych i Ferrantiego) wykonać przewodem o przekroju min. 2,5 mm<sup>2</sup>, kable obwodów napięciowych i sygnalizacyjnych — przewodem o przekroju min. 1,5 mm<sup>2</sup>.

- Telesygnalizację łączników zabudowanych w rozdzielnicy RGPV nN podmiotu przyłączonego biorących udział w wyprowadzeniu mocy jednostki wytwórczej,

Spełnienie wymogów warunków przyłączeniowych dotyczących tego punktu realizowane będzie w następujący sposób.

Sygnalizacja łączników rozdzielnicy RGPV doprowadzona zostanie do wejść sygnalizacyjnych sterowników polowych e2TANGO 450 zabudowanych w szafie telemechaniki SKT.

Sygnalizacja wyprowadzona zostanie z styków sygnałowych, w które należy wyposażyć rozłącznik 2QPV oraz wyłącznik 1QPV w rozdzielnicy RGPV.

Sygnalizacja wyprowadzona zostanie na listwę. Połączenia te wykonać kablem Lgy 1,5mm dla każdego łącznika. Jako napięcie sygnalizacyjne wykorzystywane jest napięcie 24V DC, które jest podłączone od sterowników polowych.

- Telepomiar prądu, napięcia oraz mocy czynnej i biernej w polu zasilającym rozdzielnicy SN (netto) oraz na zaciskach jednostki wytwórczej (brutto)

Spełnienie wymogów warunków przyłączeniowych dotyczących punktu telepomiarów realizowane będzie w rozdzielnicy RPV w polu RPV oraz rozdzielnicy SN w polu nr 4.

Telepomiar prądu, napięcia, częstotliwości oraz mocy czynnej i biernej na zaciskach jednostki wytwórczej (brutto) realizowany zostanie z wykorzystaniem zainstalowanego w szafie SKT routera komunikacyjnego MSG-701 oraz sterowników polowych e2TANGO 450 firmy Elektrometal Energetyka S.A.

Dla instalacji PV wielkości analogowe prądów wyprowadzone zostaną z przekładników prądowych TI7- TI9 (600/5 A/A kl. 0.2s, 5VA) zainstalowanych w rozdzielnicy RGPV w polu RPV. Napięcia natomiast wyprowadzone zostaną z szyn nN również w tym polu i doprowadzone zostaną do sterownika polowego e2TANGO (A1).

Sterownik polowy e2TANGO 450 (A1) zostanie połączony magistralą RS-485 w protokole DNP 3.0 do mediakonwertera RS-485/Ethernet zainstalowanego w szafie telemechaniki SKT. Połączenie RS-485 wykonać przewodem LIYCYp 2x2x0,5 mm<sup>2</sup>. Mediakonwerter podłączony zostanie portem Ethernet do switcha przemysłowego SW1 (6xETH, 1xSFP).

Do switcha SW1 podłączony zostanie również moduł komunikacyjny MSG-701 firmy Mikronika pełniący funkcję koncentratora danych i konwertera protokołów. MSG-701 połączony zostanie portem RS-485 z modulem DI/DO, który komunikuje się z radiomodemem systemu łączności TETRA. Dane pomiarowe, sygnalizacje i sterowania przesyłane są ze sterowników polowych e2TANGO w protokole DNP 3.0 poprzez sieć Ethernet do MSG-701, a następnie za pośrednictwem radiomodemu TETRA do centrum dyspozytorskiego Tauron Dystrybucja Oddział Gliwice.

Telepomiar prądu, napięcia, częstotliwości oraz mocy czynnej i biernej w polu zasilającym (netto) realizowany zostanie poprzez pole pomiarowe (pole nr 4) w rozdzielnicy SN, gdzie zainstalowane zostaną przekładniki napięciowe i prądowe.

Wielkości analogowe prądów wyprowadzone zostaną z przekładników prądowych SN (200/5/5/5 A/A, rdzeń III, 5P10, 15VA) zainstalowanych w polu SN.

Połączenie to wykonać kablem o przekroju 2,5mm<sup>2</sup>.

Napięcia natomiast wyprowadzone zostaną z przekładników napięciowych (rdzeń III, kl. 0,5, 10VA) zainstalowanych w polu SN nr 4.

Połączenie sterownika e2TANGO 450 (A1) z systemem komunikacji: e2TANGO 450 (A1) → RS-485 → mediakonwerter RS-485/Ethernet → Switch SW1 → MSG-701 → moduł DI/DO → radiomodemem TETRA.

- Układ umożliwiający przyjęcie sygnału od Tauron Dystrybucja, który wymusi całkowite zaprzestanie generacji mocy czynnej w przeciągu 5 sekund od przyjęcia polecenia (sygnału). Spełnienie wymogów warunków przyłączeniowych dotyczących tego punktu realizowane będzie w następujący sposób.

Dyspozytor Tauron poprzez system łączności TETRA oraz zainstalowany router komunikacyjny / koncentrator danych MSG 701, który zostanie połączony z sterownikami polowymi e2TANGO będzie miał możliwość wysłania sterowania wyłączającego wyłączniki 1QPV w rozdzielnicy RGPV.

Sterownik polowy e2TANGO (A1) impulsować będzie na wyzwalacz wzrostowy U>(24VDC), w który należy wyposażony wyłącznik 1QPV.

Otwarcie wyłącznika 1QPV tożsame będzie z całkowitym zaprzestaniem generacji mocy czynnej instalacji fotowoltaicznej.

Sterowania regulacją mocy czynnej i biernej instalacji fotowoltaicznej (pozycje 2–4 listy sterowań SCADA) realizowane są następującą ścieżką komunikacyjną: Dyspozytor SCADA Tauron → system łączności TETRA → radiotelefon TETRA → moduł komunikacyjny → MSG-701 (konwersja protokołów) → Ethernet / Switch SW1 → WAGO PFC (A2) → Modbus TCP/IP → SmartLogger → RS-485 → falowniki instalacji fotowoltaicznej.

Potwierdzenia wykonania sterowań (sygnalizacje pozycji 8–10 listy SCADA) przesyłane są tą samą ścieżką w kierunku odwrotnym. Sterownik WAGO PFC (A2) agreguje informacje ze SmartLoggera i przekazuje je jako sygnalizacje Modbus TCP do MSG-701, który konwertuje je na protokół DNP 3.0 i przesyła do SCADA Tauron za pośrednictwem łączności TETRA.

Na potrzeby ww. punktów zaprojektowano analizator parametrów sieci ND45 firmy LUMEL (z interfejsem Ethernet, protokołem Modbus TCP/IP, analizą harmoniczną i zgodnością z EN 50160) w punkcie przyłączenia SN (z wykorzystaniem wartości analogowych wyprowadzonych z przekładników prądowych [200/5/5/5, II rdzeń, kl. 0,2s, 5VA] oraz napięciowych [II rdzeń, kl. 0,2, 5VA] w polu SN nr 4) oraz miernik parametrów sieci ND30 firmy LUMEL (z interfejsem Ethernet, protokołem Modbus TCP/IP) na zaciskach jednostki wytwórczej w polu RPV (z wykorzystaniem wartości analogowych wyprowadzonych z przekładników prądowych [600/5, kl. 0,2s, 5VA] oraz napięć z szyn nN w polu).

Analizator ND45 (L1) oraz miernik ND30 (L2) za pośrednictwem sieci LAN i protokołu Modbus TCP/IP przesyłają pomiary dotyczące źródeł oraz punktu przyłączenia do sterownika programowalnego WAGO PFC200 (A2) (np. model 750-8212 lub równoważny) zainstalowanego w szafie telemechaniki SKT. Sterownik WAGO PFC (A2) podłączony jest do switcha przemysłowego Ethernet SW1 (np. Moxa EDS-2016-ML lub równoważny) i realizuje następujące funkcje: — bieżącą analizę parametrów sieci w punkcie przyłączenia (moc czynna P, moc bierna Q, napięcie, częstotliwość), — algorytm regulacji ograniczenia wpływu mocy czynnej do sieci OSD — przy przekroczeniu ustalonego progu mocy wyprowadzonej do sieci WAGO PFC przesyła sygnał redukcji mocy do datalog-gera Huawei SmartLogger 3000A (lub równoważnego), — realizację sterowań regulacją mocy czynnej otrzymywanych od dyspozytora Tauron Dystrybucja (ścieżka: SCADA Tauron → TETRA → MSG-701 → Ethernet/Switch SW1 → WAGO PFC → Modbus TCP/IP → SmartLogger → falowniki), — regulację mocy biernej Q i współczynnika mocy  $\cos\phi$  zgodnie z wymaganiami NC RfG dla modułów wytwarzania typu A.

SmartLogger 3000A skomunikowany jest ze sterownikiem WAGO PFC (A2) za pośrednictwem sieci Ethernet i protokołu Modbus TCP/IP, natomiast z falownikami instalacji fotowoltaicznej za pośrednictwem magistrali RS-485.

### **Szafa telemechaniki SKT**

Szafę należy zasilić napięciem 230 V z rozdzielnic RG nN .

Szafa wyposażona zostanie w układ zasilania 24V DC z podtrzymaniem baterijnym.

Zaprojektowano szafę SKT w wykonaniu wiszącym lub wolnostojącym, którą należy usadowić w pomieszczeniu rozdzielni niskiego napięcia..

W szafie tej należy zabudować: sterownik polowy e2TANGO 450 (A1) firmy Elektrometal Energetyka S.A., moduł komunikacyjny MSG-701 firmy Mikronika, mediakonwerter RS-485/Ethernet, switch przemysłowy Ethernet SW1 (6xETH, 1xSFP, np. Moxa EDS-2016-ML lub równoważny), sterownik programowalny WAGO PFC200 (A2), „analizator parametrów sieci ND45 (L1) firmy LUMEL (pomiary SN, pole nr 4), miernik parametrów sieci ND30 (L2) firmy LUMEL (pomiary nN, pole RPV), moduł DI/DO, radiotelefon TETRA firmy MOTOROLA wraz z modulem komunikacyjnym, ML BOX — SCADA użytkownika (L1), baterię akumulatorów 24V DC o pojemności min. 18 Ah, zasilacz buforowy 230/24 VAC/VDC typu ZM24V24A-600B-00 firmy Merawex (lub równoważny), przetwornicę 24/12 VDC/VDC typu DDR-120B-12 firmy MeanWell (lub równoważną) oraz listwy zaciskowe.

Wszystkie połączenia w szafie należy wykonać przy zastosowaniu przewodów wielożyłowych giętkich, przy czym w obwodach zasilania, w obwodach prądowych zastosowano przekrój 2,5 mm<sup>2</sup>, a w pozostałych obwodach 1,5 mm<sup>2</sup>. Każdy koniec przewodu lub żyły kabla połączony do aparatu i listwy zaciskowej zostanie wyposażony w końcówkę adresową. Końcówki przewodów od strony listwy zaciskowej oznaczono kolejnymi numerami zacisków listwy do których dane przewody zostały podłączone. Wszystkie kable teletransmisyjne miedziane zostaną oznaczone odpowiednią końcówką adresową. Kable

zasilające, sterownicze, sygnalizacyjne czy też transmisyjne należy odpowiednio umocować przy wejściu do szafy oraz w pobliżu sterownika.

## **11. Łączność**

Jako medium transmisyjne dla przesłania informacji do centrum dyspozytorskiego Tauron Dystrybucja Oddział Gliwice wykorzystano system łączności cyfrowej TETRA. W tym celu w szafie telemechaniki SKT zainstalowany zostanie radiotelefon TETRA firmy MOTOROLA (model do uzgodnienia z Tauron Dystrybucja Oddział Gliwice, np. MTM5400 lub równoważny) wraz z modułem komunikacyjnym. Radiotelefon do zasilania wykorzystuje napięcie 12VDC uzyskiwane poprzez przetwornicę przemysłową 24/12 VDC/VDC typu DDR-120B-12 firmy MeanWell (lub równoważną), znajdującą się w szafie telemechaniki SKT. Połączenie modułu komunikacyjnego z radiotelefonem wykonać kablem telekomunikacyjnym do TETRA. Radiotelefon połączony zostanie kablem koncentrycznym H155 ze złączami BNC/N poprzez odgromnik antenowy do anteny dookólnej. Na ścianie budynku należy umieścić antenę dookólną zgodnie ze wskazaniem lokalizacji ustalonej po wykonaniu pomiarów propagacji fal radiowych TETRA. Kabel antenowy należy prowadzić w rurkach giętkich odpornych na UV i odpornych na zgniatanie, końce rur mają być zabezpieczone przed wniknięciem wilgoci. Antenę oraz odgromnik należy uziemić. Wszystkie złącza znajdujące się na zewnątrz należy zabezpieczyć przed wniknięciem wilgoci taśmą samowulkanizującą.

Inwestor zleci do odpowiednich służb Tauron wykonanie pomiaru propagacji fal radiowych TETRA, po wykonaniu pomiarów zostanie wskazane miejsce montażu anteny.

## 12. Lista sygnalizacji pomiarów i sterowań do systemu SCADA TAURON

SYGNALIZACJA			
NR DNP 3.0	Nazwa	Nr pola	Uwagi
1.	Rozłącznik w polu SN - załączony	1	ST
2.	Rozłącznik w polu SN - wyłączony	1	ST
3.	Uziemnik w polu SN - zamknięty	1	ST
4.	Wyłącznik 1QPV - załączony	RPV	RGPV
5.	Wyłącznik 1QPV - wyłączony	RPV	RGPV
6.	Rozłącznik 2QPV – załączony	RPV	RGPV
7.	Rozłącznik 2QPV - wyłączony	RPV	RGPV
8.	Zasilanie szafy SKT — norma		
9.	Zasilanie szafy SKT — awaria		
10.	Praca na zasilaniu bateryjnym		
11.	Awaria łączności TETRA		
SYGNALIZACJA			
NR MODBUS TCP	Nazwa	Nr pola	Uwaga
12.	Potwierdzenie załączenia regulacji mocy czynnej PV	RGPV – Pole RPV	Datalogger/ Regulator
13.	Potwierdzenie wyłączenia regulacji mocy czynnej PV	RGPV – Pole RPV	Datalogger/ Regulator
14.	Potwierdzenie wprowadzenia nastawy mocy czynnej PV	RGPV – Pole RPV	Datalogger/ Regulator
POMIARY			
NR DNP 3.0	Wielkość pomiarowa	Nr pola	Jednostka
1.	Pomiar prądu IL1 SN	2	[A]
2.	Pomiar prądu IL2 SN	2	[A]
3.	Pomiar prądu IL3 SN	2	[A]
4.	Pomiar napięcia UL1 SN	2	[kV]
5.	Pomiar napięcia UL2 SN	2	[kV]
6.	Pomiar napięcia UL3 SN	2	[kV]
7.	Pomiar napięcia UL1L2 SN	2	[kV]
8.	Pomiar napięcia UL2L3 SN	2	[kV]
9.	Pomiar napięcia UL3L1 SN	2	[kV]
10.	Pomiar mocy czynnej P SN	2	[MW]
11.	Pomiar mocy biernej Q SN	2	[MVar]
12.	Pomiar częstotliwości f SN	2	[Hz]
13.	Pomiar prądu IL1 nN PV	RGPV – Pole	[A]

		RPV	
14.	Pomiar prądu IL2 nN PV	RGPV – Pole RPV	[A]
15.	Pomiar prądu IL3 nN PV	RGPV – Pole RPV	[A]
16.	Pomiar napięcia UL1 nN PV	RGPV – Pole RPV	[V]
17.	Pomiar napięcia UL2 nN PV	RGPV – Pole RPV	[V]
18.	Pomiar napięcia UL3 nN PV	RGPV – Pole RPV	[V]
19.	Pomiar napięcia UL1L2 nN PV	RGPV – Pole RPV	[V]
20.	Pomiar napięcia UL2 L3 nN PV	RGPV – Pole RPV	[V]
21.	Pomiar napięcia UL3L1 nN PV	RGPV – Pole RPV	[V]
22.	Pomiar mocy czynnej P nN PV	RGPV – Pole RPV	[MW]
23.	Pomiar mocy biernej Q nN PV	RGPV – Pole RPV	[MVar]
24.	Pomiar częstotliwości f nN PV	RGPV – Pole RPV	[Hz]
<b>STEROWANIA</b>			
<b>NR DNP 3.0</b>	<b>Nazwa sterowania</b>	<b>Nr pola</b>	<b>Uwaga</b>
1.	Wysłanie impulsu wyłącz generację/ otwarcie wyłącznika	RGPV – Pole RPV	Wyt/Otwórz 1QPV
<b>STEROWANIA</b>			
<b>NR MODBUS TCP</b>	<b>Nazwa sterowania</b>	<b>Nr pola</b>	<b>Uwaga</b>
2.	Załączenie regulacji mocy czynnej PV	RGPV -Pole PV	Datalogger/ Regulator
3.	Wyłączenie regulacji mocy czynnej PV	RGPV -Pole RPV	Datalogger/ Regulator
4.	Wprowadzenie nastawy mocy czynnej PV	RGPV -Pole RPV	Datalogger/ Regulator

### 13. Wykonanie instalacji

W ramach prac uruchomieniowych i rozruchowych układu telemechaniki należy wykonać:

- pomiary propagacji fal radiowych,
- konfigurację terminala radiowego,
- parametryzację sterownika,
- wykonać edycje obiektów w systemie dyspozytorskim przedsiębiorstwa energetycznego i uruchomić kanał łączności pomiędzy systemem dyspozytorskim a sterownikiem obiektowym,
- przeprowadzić próby funkcjonalne sygnalizacji i pomiarów w obecności Inwestora.

Z powyższych prac należy sporządzić protokoły i przekazać instalację telemechaniki użytkownikowi.

Łączność na potrzeby telemechaniki należy zrealizować w oparciu o system TETRA funkcjonujący w Tauron Dystrybucja.

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny posiadać wymagane przepisami certyfikaty i dopuszczenia.

Całość robót wykonać zgodnie z niniejszym projektem przestrzegając norm, przepisów bhp oraz stosując dobre praktyki w zakresie budowy instalacji elektrycznej.

Prace powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia.

Po wykonaniu instalacji wykonać badania i próby odbiorcze, dokonać oceny wyników przez osoby o właściwych kwalifikacjach, wykonać dokumentację powykonawczą.

Zapoznać użytkowników z planem ewakuacji i użytkowaniem systemu przeciwpożarowego.

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 Gospodarki z dnia 28 marca 2013r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. 2013, poz. 492).

Instalacja elektryczna powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia czy spełnia wymagania dotyczące ochrony ludzi i mienia przed zagrożeniami.

Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą przeprowadzać wyłącznie osoby posiadające świadectwa kwalifikacyjne.

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- oględziny,
- badanie rozdzielnic (sprawdzenie prawidłowości połączeń, dokręcenie styków, izolacja szyn),
- Wykonanie pomiarów:
  - rezystancji izolacji kabli i przewodów,
  - rezystancji uziemienia ochronników
  - ciągłości przewodów ochronnych,
  - sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania i rezystancji uziemienia
  - badanie wyłączników różnicowo - prądowych.

Przed oddaniem instalacji do eksploatacji wykonawca przeprowadzi testy zgodności z wymaganiami NC RfG dla modułów wytwarzania typu A, obejmujące: testy zabezpieczeń EAZ (protokół prób zabezpieczeń), testy telemechaniki (protokół prób telemechaniki z Tauron Dystrybucja), testy regulacji mocy czynnej i biernej, test zaprzestania generacji w ciągu 5 sekund od polecenia dyspozytora. Z przeprowadzonych testów należy sporządzić protokoły i przedłożyć je Tauron Dystrybucja Oddział Gliwice.



## 14. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przed porażeniem podstawowa i dodatkowa

Ochronę podstawową przed porażeniem prądem elektrycznym (przed dotykiem bezpośrednim) stanowi izolacja kabli, przewodów

i urządzeń. Jako system ochrony dodatkowej przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TNS.

Samoczynne wyłączenie realizowane jest za pomocą odpowiednio dobranych bezpieczników i wyłączników nadprądowych.

Rozdział przewodu PEN wykonano w rozdzielnicy głównej RG nN.

Uziemienie i ekwipotencjalizacja

W celu wyrównania potencjałów wewnątrz budynku, wykonano szyny wyrównania potencjałów główną i szyny lokalne.

Do szyn wyrównawczych należy przyłączyć wszelkie przewody uziemiające oraz części przewodzące obce:

- części przewodzące dostępne
- główne rurociągi metalowe
- metalowe części instalacji ogrzewania, wentylacji, kominy
- metalowe koryta i drabinki kablowe
- wchodzące do budynku metalowe rury instalacyjne i powłoki kabli teletechnicznych.

Po wykonaniu instalacji wyrównawczych sporządzić protokoły pomiarów ciągłości wszystkich przewodów

## 15. Obliczenia techniczne

Dobór kabla zasilającego:

Lp.	Numer obwodu	Odbiornik					
		$P_i$	$k_i$	$P_o$	$U$	$\cos\varphi$	$I_o$
		[kW]	[-]	[kW]	[V]	[-]	[A]
1	PV - RGPV	400,00	1,00	400,00	400	0,95	608

Linia kablowa							
Typ	$l$	$g$	$s$	$I_{dd}$	Sposób ułożenia	$k_u$	$I_z$
[-]	[m]	[m/Ωmm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[A]	[-]	[-]	[A]
4x 3x YAKXS 1x240 + 1x 2x YAKXS 1x240 (PE)	30	33	720	870	D2	0,90	783

Aparat zabezpieczający			
Typ	$I_n$	$k_2$	$I_2$
[-]	[A]	[-]	[A]
wył. mocy	300	1,45	914

$\Delta U$		Warunek $\Delta U_o < \Delta U_{dop}$	Warunek $I_o < I_n < I_z$	Warunek $I_z \leq 1,45 I_z$ $I_z = k_2 I_n$	Warunek skuteczność ochrony przeciwporażeniowej
$\Delta U_o$	$\Delta U_{dop}$				
[%]	[%]				
0,34	1	<b>SPEŁNIONY</b>	<b>SPEŁNIONY</b>	<b>SPEŁNIONY</b>	<b>SPEŁNIONY</b>

### OZNACZENIA:

$P_i$  – moc zainstalowana  
 $k_i$  – współczynnik jednoczesności mocy zainstalowanej  
 $P_o$  – moc szczytowa obliczeniowa  
 $U$  – napięcie sieci  
 $\cos(\varphi)$  – współczynnik mocy  
 $I_o$  – prąd obliczeniowy odbiornika

$l$  – długość linii kablowej  
 $\gamma$  – konduktywność  
 $I_n$  – prąd znamionowy obliczeniowy odbiornika  
 $s$  – przekrój żyły  
 $I_{dd}$  – obciążalność prądowa długotrwała wg PN HD 60364-5-52:2011

Obliczeniowa temperatura otoczenia:  
 - w powietrzu:  $t_0=30$  [°C]  
 - w ziemi:  $t_0=20$  [°C]

Temperatura dopuszczalna długotrwałe żyły:

- Izolacja PVC = 70 [°C]  
 - Izolacja XLPE = 90 [°C]

Rezystancja cieplna gruntu: 1,5 [Km/W]

Głębokość ułożenia kabli w ziemi: 0,7 [m]

$k_u$  – współczynnik poprawkowy/zmniejszający, zgodnie z PN HD 60364-5-52:2011 tablice B.52.17- B.52.21

$I_z$  – obciążalność prądowa długotrwała z uwzględnieniem współczynników

$I_n$  – prąd znamionowy aparatu zabezpieczającego

$k_2$  – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego  $t=1h$

$I_2$  – prąd zadziałania aparatu zabezpieczającego

$\Delta U_o$  – obliczeniowy spadek napięcia

$\Delta U_{dop}$  – dopuszczalny spadek napięcia

## **16. Bezpieczeństwo pożarowe**

Wszystkie zastosowane w obiekcie materiały i urządzenia wykonane są z materiałów niepalnych i nie stanowią zagrożenia pożarowego.

Wszystkie przepusty instalacyjne, przebiegające przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego należy zabezpieczyć stosownie z pkt. 1, 2 i 3 § 234 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r (wraz z późniejszymi zmianami). W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

## **17. Uwagi końcowe**

Instalacja może być realizowana jedynie na podstawie niniejszego projektu, warunkami Pozwolenia na Budowę oraz obowiązującymi przepisami, normami i wymaganiami (warunkami) technicznymi.

Wszystkie zastosowane przy wykonywaniu projektowanych instalacji materiały i urządzenia muszą posiadać deklaracje zgodności oraz stosowanie do wymagań dopuszczenia

Do stosowania w budownictwie, obiektach służby zdrowia, atesty higieniczne, energetyczne, bezpieczeństwa i pożarowe.

Właściwa eksploatacja zaprojektowanych układów i urządzeń wymaga:

- opracowania odpowiednich instrukcji obsługi i eksploatacji, nadzoru i konserwacji,
- przeszkolenia osoby (osób) zajmującej się ich nadzorem i bieżącą konserwacją,
- okresowego serwisowania przez autoryzowaną firmę,

Rysunki i część opisowa są dokumentacjami wzajemnie uzupełniającymi się.

Wszystkie elementy ujęte w części opisowej a nie pokazane na rysunkach oraz pokazane na rysunkach a nie ujęte specyfikacją winny być traktowane jakby były ujęte w obu i należy je ująć do realizacji.

W przypadku wątpliwości co do interpretacji niniejszej specyfikacji,

Wykonawca przed złożeniem oferty powinien wyjaśnić z Inwestorem wszelkie wątpliwości związane z realizacją inwestycji.

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim – Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r (Dz.U. nr 24 z dnia 23 lutego 1994 r).

## **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**