

I. STRONA TYTUŁOWA

STUDIO PROJEKTOWE
WAJDZIK SP. Z O.O.

mgr inż. arch. Jakub Wajdzik
ul. Cicha 2/3, 34-100 Wadowice, tel. 603 570 202, e-mail: biuro.jwprojekt@wp.pl

PROJEKT TECHNICZNY BRANŻA ELEKTRYCZNA I TELETECHNICZNA

Temat:	Budowa instalacji fotowoltaicznej na gruncie o mocy do 420 kWp, kontenerowego magazynu energii o pojemności do 910 kWh wraz z instalacjami		
Lokalizacja:	Wadowice ul. Młyńska 96 dz. ew. nr 2453/16, 2447/12, 2447/3, 2247/14, 2447/15, 2440/12, 2433/4, 2432/6, 2432/10, 2415/28, 2415/30, 2415/32, 2409/12, 2409/8, 2415/18, 2415/15, 2415/12, 2432/5 Kategoria obiektu budowlanego – budynki przemysłowe - XVIII		
Identyfikator działki:	121809_4.0001. 2453/16, 2447/12, 2447/3, 2247/14, 2447/15, 2440/12, 2433/4, 2432/6, 2432/10, 2415/28, 2415/30, 2415/32, 2409/12, 2409/8, 2415/18, 2415/15, 2415/12, 2432/5		
Inwestor:	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej TERMOWAD sp. z o.o., Al. Matki Bożej Fatimskiej 32, 34 – 100 Wadowice		
	Imię i nazwisko, specjalność, nr uprawnień:	Data:	Pieczątka i podpis:
Projektant:	<u>Instalacje elektryczne:</u> mgr inż. Jacek Gawlik spec. inst., nr upr. 48-Km/74	05.2026r.	
Sprawdzający:	<u>Instalacje elektryczne- sprawdzający:</u> Tadeusz Jarosik spec. inst., nr upr. GP IV-63/191/75	05.2026r.	

TOM I
Egz.1

II. SPIS TREŚCI

I.	STRONA TYTUŁOWA.....	1
II.	SPIS TREŚCI	2
III.	PROJEKT TECHNICZNY	3
A.	CZĘŚĆ OPISOWA.....	3
1.	Przedmiot opracowania.....	3
2.	Podstawa opracowania.....	3
3.	Cel i zakres opracowania.....	3
4.	Opis funkcjonalny inwestycji.....	4
5.	Analiza projektowanej inwestycji.....	5
6.	Opis techniczny	6
6.1.	Konstrukcje pod panele fotowoltaiczne	6
6.2.	Panele fotowoltaiczne PV.....	7
6.3.	Falowniki.....	8
6.4.	Moduły bateryjne.....	9
6.5.	Rozdzielnice PV-AC i RPV-AC nN	9
6.6.	Trasa kabla energetycznego.....	9
6.7.	Stacja magazynu energii.....	10
6.8.	Układ pomiarowo – rozliczeniowy	10
6.9.	Wyłączniki pożarowe prądu	12
6.10.	Instalacje uziomowe.....	12
7.	Ochrona przeciwporażeniowa i przepięciowa.....	13
8.	Układ telemechaniki	13
9.	Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa.....	16
10.	Obliczenia.....	26
10.1.	Instalacje generatorów solarnych.....	26
10.2.	Dobór kabli i przewodów	30
10.3.	Zestawienie kabli do budowy trasy elektroenergetycznej.....	31
11.	Normy mające zastosowanie do prac projektowych i wykonawczych.....	34
B.	CZĘŚĆ RYSUNKOWA	36
C.	ZAŁĄCZNIKI.....	37
1.	Oświadczenie projektantów	37
2.	Zaświadczenia i przynależności do izb.....	38
3.	Warunki TAURON.....	41

KLAUZULA INFORMACYJNA

Przedstawione w dokumentacji projektowej wskazania na schematy i materiały z podaniem producenta należy traktować jako przykładowe - ze względu na zasady ustawy Prawo Zamówień Publicznych, a zwłaszcza art.29 do 31. Wynika z niego prawo projektanta do skróconego podania charakterystyk technicznych poprzez podanie symbolu handlowego, co wcale nie oznacza konkretnego producenta wyrobu. Zapis ten jest pomocny wykonawcy proponować inne niż wyszczególnione w dokumentacji rozwiązania z zachowaniem odpowiednich, równoważnych parametrów technicznych z zapewnieniem uzyskania wszelkich wymaganych uzgodnień w tym również zgody przedstawicieli Inwestora i Biura Projektowego.

III. PROJEKT TECHNICZNY

A. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest Projekt Techniczny Instalacji Elektrycznych oraz teletechnicznych dla zadania:

“ Budowa instalacji fotowoltaicznej na gruncie o mocy do 420 kWp, kontenerowego magazynu energii o pojemności do 910 kWh wraz z instalacjami ”.

2. Podstawa opracowania

Podstawę niniejszego opracowania stanowią:

- Umowa ze Zleceniodawcą,
- Koncepcja programowo-przestrzenna,
- Koncepcja architektoniczno-technologiczna,
- Plan sytuacyjny,
- Karty katalogowe urządzeń,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Wytyczne i uzgodnienie branżowe,
- Dane zebrane w terenie,
- Symulacja przeprowadzona przy użyciu specjalistycznego programu komputerowego na temat warunków do pozyskania energii i przewidywana jej wielkość.

Aktualne normy i przepisy prawne.

3. Cel i zakres opracowania

W ramach opracowania poddano analizie aspekty techniczne związane z budową i eksploatacją instalacji fotowoltaicznych. Określono: parametry głównych urządzeń. Przy wykorzystaniu dedykowanego oprogramowania, określono wolumeny energii elektrycznej, jaka może zostać wyprodukowana w instalacji. Uwzględniając warunki lokalizacyjne, z których wynika nasłonecznienie około 1100 do 1125 kWh/m² co przekłada się na maksymalny uzysk energii elektrycznej na poziomie ok. 1 MWh rocznie w odniesieniu do 1 kW mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej, dokonano założeń dotyczących rzeczywistych możliwości zabudowy wytypowanego terenu. Równolegle dokonano analizy stanu techniki najważniejszych urządzeń (moduły fotowoltaiczne, inwertery, magazyny energii) oraz przeprowadzono przegląd najnowszych trendów dotyczących konfiguracji instalacji fotowoltaicznych. Przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania wyznaczono optymalny kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych względem gruntu dla szerokości geograficznej obszaru, na którym planowana jest zabudowa instalacji. Po ustaleniu założeń określonych powyżej, stworzono model symulacyjny, umożliwiający określenie m.in. mocy zainstalowanej, możliwej do wyprodukowania energii elektrycznej.

Dla planowanej instalacji, dla której planuje się lokalizację na gruncie przy wykorzystaniu konstrukcji wolnostojących należy uwzględniać ograniczenia związane z:

- zachowanie odpowiedniej odległości od sąsiadujących z terenem inwestycyjnym drzewami oraz budynkami,
- zachowanie pasa technicznego pod linią wysokiego napięcia – po 30 metrów na każdą stronę (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie

bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych Dz. U. z 2003 r. Nr 47, poz. 401).

- zachowanie drożności drogi pożarowej oraz w razie awarii dostęp do sieci ciepłowniczej przechodzącej przez teren na, którym posadowiona będzie instalacja. W celu zminimalizowania szans wystąpienia potencjalnej awarii zaleca się przegląd sieci ciepłowniczej na tym obszarze.

- Kotwienie instalacji do istniejącego podłoża (płyty betonowe) wyprzedzająco należy wykonać próby kotwienia. Demontaż ścian pionowych, znajdujących się na mającym być wykorzystanym terenie po stronie inwestora.

Na podstawie wykonanych analiz profili mocy elektrycznych wraz z uwzględnieniem projektu inwestycyjnego związanego z zabudową pomp ciepła i dywersyfikacją źródeł wytwórczych energii cieplnej PEC „TERMOWAD” sp. z o.o. dobrano systemowy magazyn energii o budowie modułowej GOODWE Seria BAT-C GW112.6-BAT-AC-G10 w ilości 2 modułów posiadający pojemność do 910kWh. W późniejszym czasie istnieje możliwość rozbudowy magazynu.

W związku z powyższym planowana jest budowa instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 420kWp na potrzeby własne oraz wprowadzania do sieci SN, wyposażonej w magazyn energii o pojemności 910 kWh.

Niniejszy projekt obejmuje budowę instalacji elektrycznych nN i teletechnicznych dla planowanego zadania inwestycyjnego czyli pozyskanie energii elektrycznej z odnawialnego źródła energii jakim jest promieniowanie słoneczne.

Zakres opracowania obejmuje:

1. Konstrukcje pod posadowienie paneli fotowoltaicznych (PV) w terenie,
2. Montaż paneli fotowoltaicznych (PV),
3. Montaż przetworników energii – inwerterów,
4. Montaż magazynów energii,
5. Budowa rozdzielnic PV-DC,
6. Budowa rozdzielnic PV-AC,
7. Budowa rozdzielnic RPV-AC,
8. Telemechanika systemu, współpraca z OSD, obsługa i informacje dla Inwestora,
9. Modernizacja pól rozdzielnic nN w budynku st. transformatorowej pod potrzeby przyłączenia elektrowni słonecznej,
10. Budowa układu pomiarowego pod potrzeby produkowanej energii elektrycznej (pomiar brutto),
11. Budowa linii kablowych dla potrzeb przesyłu energii elektrycznej, sterowania i monitorowania inwestycji,

4. Opis funkcjonalny inwestycji

Planowana inwestycja zostanie wybudowana na terenie pierwotnie wykorzystywanym przez Przedsiębiorstwo TERMOWAD na składowisku materiałów opałowych dla kotłowni.

Rys. nr E/1 – plan zagospodarowania terenu.

Teren jest zamknięty ogrodzeniem przed dostępem osób niepowołanych i oświetlony latarniami ulicznymi.

W planowanej zabudowie instalacją PV placu zainstalowane zostaną konstrukcje wsporcze dla montażu paneli PV w odpowiedniej orientacji względem kierunków geograficznych, pod

odpowiednimi kątami azymutu i elewacji. Zostaną one połączone w łańcuchy-stringi i podłączone do inwerterów od strony elektrycznej DC. Od strony DC inwerterów włączone zostaną również baterie magazynu energii. Odbiór energii z inwerterów po stronie elektrycznej AC zostanie poprzez rozdzielnicę PV-AC i linię kablową przesłany do budynku eksploatowanej st. transformatorowej SN/nN będącej własnością Przedsiębiorstwa TERMOWAD i podana poprzez rozdzielnicę nN, na transformator nN/SN do sieci SN. Modernizacja pośredniego układu pomiarowego – telepomiar, do celów współpracy z instalacją fotowoltaiczną netto zostało już zrealizowane na etapie inwestycji związanej z pompami ciepła, poprzez zainstalowanie odpowiednich dwuuzwojeniowych przekładników.

Rys. nr E/2 schemat instalacji.

Rozdzielnica nN w ostatnim czasie była modernizowana i w jej polach przygotowano miejsca pod zabudowę aparatury dla współpracy z instalacją PV. Energia wytworzona w elektrowni słonecznej będzie zarówno zużywana na potrzeby własne przedsiębiorstwa jak i sprzedawana do sieci elektroenergetycznej. W tym celu w pomieszczeniu rozdzielnic nN zainstalowany zostanie układ pomiarowy na potrzeby informacji o wyprodukowanej energii brutto i ilości jej przekazanej do sieci energetyki zawodowej OSD. W tym celu w pomieszczeniu nN zabudowana zostanie rozdzielnica RPV-AC. Składać się ona będzie z sekcji:

- podłączeniowej falowników,
- automatyki współpracy z OSD,
- obsługi Inwestorskiej,
- potrzeb własnych instalacji PV,
- opomiarowania brutto.

Całość zostanie skomunikowana z wykorzystaniem odpowiednich dataloggerów poprzez odpowiednie interfejsy i sieć Internetu.

Rys. nr E/3 przedstawia proponowaną lokalizację rozdzielnic RPV-AC.

Rozmieszczenie, orientacja i kąty montażu oraz diagram łączeniowy paneli pokazano na rys. nr E/4.

Konstrukcje pod posadowienie paneli fotowoltaicznych przedstawiono na rys. nr E/5. Planuje się wykorzystanie standardowych konstrukcji wsporczych, pozwalających na montaż paneli solarnych w ilości 4x10szt. oraz 4x4 szt.

W rozdzielnic RPV-AC przygotowano pola rezerwowe do podłączenia i sterowania tzw. „małą instalacją PV” już zrealizowaną na dachu budynku magazynowego oraz dla ewentualnie rozbudowy instalacji.

5. Analiza projektowanej inwestycji

Planuje się montaż:

- | | |
|--|----------|
| 1. Instalacja modułów PV JASolar Holding Co. Ltd.
JAM-72D42-660/LBr Neo N-Type
Double Glass Bifacial Modules | 640 kpl. |
| 2. Instalacja trójfazowych falowników GOODWE
GW100K-ET-G10 z obsługą BAT | 2 kpl. |
| 3. Instalacja optymalizatorów mocy P750 | 640 szt. |
| 4. Instalacja magazynów energii ST455kWh-110kW-4h | 2 kpl. |

Planuje się uzyskanie następujących parametrów:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| 1. Zainstalowana moc po stronie DC | 422,40 kWp |
|------------------------------------|------------|

2. Zakłada się osiągnięcie maksymalnej mocy AC
3. Zakłada się wyprodukowanie rocznie energii

220,20 kW
469,92MWh

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE

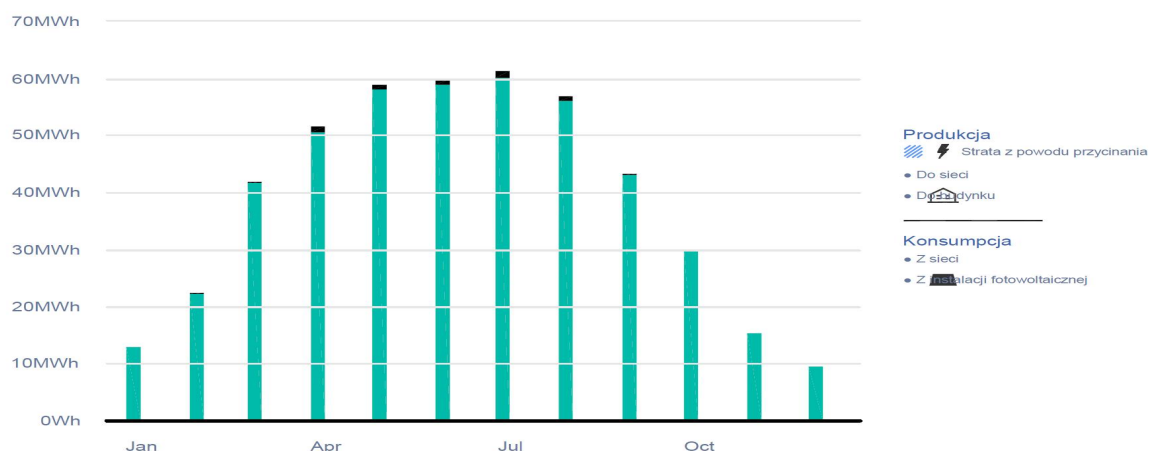


DIAGRAM STRAT SYSTEMU



6. Opis techniczny

6.1. Konstrukcje pod panele fotowoltaiczne

Inwestor przewiduje wybudowanie na działkach nr 2432/6, 2432/10, 2415/28, 2415/30, 2415/32, 2409/12 elektrowni fotowoltaicznej. Na terenie działek posadowione zostaną typowe konstrukcje z rzędami paneli PV o regulowanym kącie nachylenia w zakresie 20° – 35° i orientacji:

- 48 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 35°
- 64 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 26°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 26°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 32°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 27°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 27°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 27°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 26°
- 68 kpl. o orientacji	azymut 156°	elewacja 29°

- 52 kpl. o orientacji azymut 156° elewacja 25°
Słupki wsporcze konstrukcji osadzone będą na betonie. Konstrukcje do montażu paneli PV w konfiguracji 4x4 i 4x10.
Rozmieszczenie paneli PV pokazano na rys. nr E/1.

6.2. Panele fotowoltaiczne PV

Na terenie inwestycyjnym zainstalowane zostaną panele fotowoltaiczne typu JASolar JAM-72D42 LB Neo N-Type. Jest to innowacyjny moduł fotowoltaiczny oparty na ogniwach monokrystalicznych typu N z technologią TOPCon HOT 3.0. Dzięki obustronnej aktywnej powierzchni oraz konstrukcji szkło-szkło, moduł zapewnia nie tylko wysoką sprawność (do 23,6%), ale również zwiększony uzysk energii dzięki bifacialności.

Panele te charakteryzują parametry cechy:

- Zakres mocy: od 660 W.
- Sprawność modułu: od 23,60%.
- Technologia ogniw: monokrystaliczne typu N, TOPCon HOT 3.0 – większa odporność na LID i LeTID, wyższy uzysk w warunkach słabego nasłonecznienia.
- Konstrukcja: szkło–szkło (2 mm z obu stron), powłoka antyrefleksyjna – podwyższona trwałość i żywotność.
- Bifacialność: do 80% $\pm$ 5% – możliwość produkcji energii także z tylnej strony modułu.
- Wymiary: 2465x1134x30 mm.
- Masa: 34 kg.
- Stopień ochrony: IP68
- Klasa ochronności: Klasa II.
- Klasa odporności ogniowej: Klasa C.
- Zakres temperatury pracy: od -40°C do +70°C.
- Maksymalne napięcie systemowe: 1500 V DC, maksymalny prąd bezpiecznika: 30 A.
- Współczynniki temperaturowe: Pmax -0,29%/°C, Voc -0,25%/°C, Isc +0,045%/°C – świetna wydajność w wysokich temperaturach.
- Odporność mechaniczna: 5400 Pa (przód), 2400 Pa (tył) – odporność na śnieg i wiatr.
- Złącza: MC4 / MC4-EVO2 (na zamówienie), przewody 4 mm².
- Puszka przyłączeniowa: IP68, 3 diody bypass – trwałość i ochrona przed przegrzaniem ogniw.
- Certyfikaty: IEC 61215:2021, IEC 61730:2023, IEC 61701, IEC 62716, ISO 9001/14001/45001 – potwierdzona jakość i bezpieczeństwo.
- Gwarancja: 12 lat produktowa, 30 lat liniowej gwarancji mocy ($\leq$ 1% w 1 roku, $\leq$ 0,4% rocznie, $\geq$ 87,4% po 30 latach).

Panele ułożone na stołach zgodnie z projektem zostaną połączone w stringi (łańcuchy), zakres danego łańcucha podana została na rys. nr E/4. Na panelach bezpośrednio instalować optymalizatory mocy P750. Panele zostaną połączone ze sobą przewodami przyłączeniowymi poprzez optymalizatory mocy, kabel powrotny od ostatniego panelu należy prowadzić wzdłuż połączeń między panelami tak by nie utworzona została pętla mogąca prowadzić do występowania przepięć. Kable solarne należy ułożyć na konstrukcjach wsporczych oraz przytwierdzić za pomocą opasek odpornych na UV do konstrukcji w odległościach nie większych niż 0,5m. Początek i koniec stringu należy oznaczyć oznaczniakiem kablowym. W miejscach przejść kabli solarnych między stołami należy założyć dodatkowe oznaczniki.

Kable solarne ułożone w ziemi należy umieścić w rurach osłonowych o średnicy nie mniejszej niż 50mm. Wejście i wyjście przewodów do rur należy uszczelnić. Łącuchy modułów fotowoltaicznych należy podłączyć do odpowiedniego falownika poprzez rozdzielnicę PV-DC. Lokalizacja rozdzielnic pokazano na rys. E/1.

6.3. Falowniki

W miejscach zaznaczonych na rys. nr E/1 należy zamontować falowniki. Falowniki przetwarzają energię prądu stałego wyprodukowaną przez panele fotowoltaiczne na energię prądu przemiennego, o napięciu 400V AC i częstotliwości 50Hz. Przed montażem należy zaznajomić się z dokumentacją techniczno-rozruchową ww. urządzeń. Przed podłączeniem falownika należy zmierzyć napięcie biegu jałowego generatora fotowoltaicznego i sprawdzić zgodność z projektem. W przypadku zgodności z projektem oraz DTR falownika można prowadzić dalsze prace montażowe.

Zostały wybrane falowniki GOODWE GW100K-ET-G10 o parametrach:

SEKCJA BATERYJNA:

- Typ obsługiwanej baterii	Li-Ion
- Napięcie nominalne DC	600 V
- Zakres napięć DC	300 - 600 V
- Maksymalny ciągły prąd ładowania	110 A
- Maksymalny ciągły prąd rozładowania	110 A

WYJŚCIE AC:

- Znamionowa czynna moc wyjściowa AC	100 kW
- Napięcie wyjściowe AC	3f 400/230 V
- Częstotliwość	50 Hz
- Maksymalny ciągły prąd wyjściowy na 1f	158,8 A
- THD	≤ 3%

WEJŚCIE DC:

- Maksymalna moc wejściowa DC	200 kW
- Maksymalne napięcie wejściowe DC	1000 V
- Napięcie robocze DC	160 – 960 V
- Maksymalny prąd wejściowy DC	8x42,0 A
- Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	tak
- Detekcja zwarć doziemnych	tak
- Sprawność	98,3 %
- Zużycie energii nocą	< 8 W

POZOSTAŁE:

- Interfejs komunikacyjny	RS485, Ethernet, WiFi, sieć komórkowa
- Zabezpieczenia przepięciowe DC	Typ II zintegrowane
- Zabezpieczenia przeciwprzepięciowe AC	Typ II opcja
- Bezpieczniki DC	25 A opcja
- Rozłączniki DC	opcja

Wyjścia falowników połączyć z rozdzielnicą PV-AC i dalej z rozdzielnicą RPV-AC kablami jak pokazano na rys. nr E/2.

6.4. Moduły bateryjne

W miejscach zaznaczonych na rys. nr E/1 a przeznaczonym na magazyn energii należy zamontować dwa zestawy bateryjne o parametrach i konfiguracji:

- Typ magazynu energii: GW112.6-BAT-AC-G10 f-my GOODWE
- Typ ogniwa LFP
- Nominalna energia zestawu: 10,24 kWh
- Konfiguracja zestawu: 2P176S
- Liczba zestawów: 11
- Nominalna energia zestawu: 112,6 kWh
- Energia użytkowa: 110 kWh
- Napięcie nominalne: 563,2 V
- Zakres napięcia roboczego: 505,12 – 635,36 V
- Zakres temperaturowy pracy: -20 - +55°C
- Maksymalny prąd
- ładowania/rozładowania: 180/220 A
- Maksymalna moc
- ładowania/rozładowania: 101,3 – 123,9 kW
- Głębokość rozładowania: 100%
- Sprawność: 96%
- Ciężar: 1400 kg
- Wymiary (WxHxD): 1065x2000x1055 mm
- IP: 55
- Komunikacja: CAN lub RS485

Moduły bateryjne będą połączone z sekcjami baterijnymi obsługujących je falowniki kablami energetycznymi, ułożonymi w rowie kablowym, razem z innymi przewodami w ziemi.

6.5. Rozdzielnice PV-AC i RPV-AC nN

W miejscu zaznaczonym na rys. nr E/1 zainstalowane zostaną rozdzielnice PV-AC..., w których odebrana zostanie wyprodukowana przez panele PV energia DC i zamieniona przez falowniki w energię AC. Z niej kablem energetycznym wyprodukowana energia dostarczona zostanie do magazynu energii i rozdzielnic RPV-AC i dalej rozdzielnic RG nN Inwestora. Projektuje się rozdzielnice w obudowie II klasy izolacji ze stopniem ochrony min. IP54. W obudowie należy zainstalować wyłączniki mocy wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe, zwarciove i w cewkę wzrostową do współpracy z wyłącznikiem pożarowym prądu, ochronniki przeciwprzepięciowe typu II.

Składową częścią rozdzielnic RPV-AC będzie sekcja – tablica potrzeb własnych instalacji fotowoltaicznej PV/AC-PW. Z niej odpływami zasilone zostaną falowniki, elementy telemechaniki – teletechniki. Rys. nr E/2.

6.6. Trasa kabla energetycznego

Z rozdzielnic RPV-AC wyprodukowana energia zostanie kablem energetycznym dostarczona do kontenerowej stacji magazynu energii i rozdzielnic nN w st. transformatorowej Inwestora. Kabel należy prowadzić rowem kablowym z zachowaniem

norm obowiązujących dla tego rodzaju prac, jak głębokość rowów kablowych, podsypka, oznakowania taśmą, zachowane odległości przy zbliżeniach, itp. Rys nr E/1.

6.7. Stacja magazynu energii

Z sekcji bateryjnej falowników wyprowadzone zostaną kable energetyczne do podłączenia modułów bateryjnych. Z ich wykorzystaniem możliwym będzie ładowanie baterii w trakcie produkcji energii ze słońca i oddawanie jej do sieci OSD w porze nocnej.

Kable należy prowadzić rowem kablowym z zachowaniem norm obowiązujących dla tego rodzaju prac, jak głębokość rowów kablowych, podsypka, oznakowania taśmą, zachowane odległości przy zbliżeniach, itp. Rys nr E/1.

6.8. Układ pomiarowo – rozliczeniowy

Układ pomiarowy energii netto:

Układ pomiarowy został opracowany w oddzielnym opracowaniu przez Inwestora w związku z planowanym zwiększeniem zapotrzebowanej mocy z 450kW do 1500kW, oraz uzgodniony z operatorem sieci Energetyki Zawodowej Tauron Dystrybucja.

Zostały dobrane przekładniki prądowe:

- CTS17 75/5/5A, 5/5VA, kl. 0,2S FS5/ 0,2S FS5, prod. Firmy KPB Intra, I_{th}=16kA 3 szt. dla jednej i drugiej modernizowanej sekcji rozdzielnic SN 15kV do montażu w polach pomiarowych.

Zostały dobrane przekładniki napięciowe:

- VTS17 o przekładni 15000/√3 // 100/√3 / 100/√3 / 100/3 V klasa dokładności 0,2/0,2/3P; moc 0-10 / 0-5 / 10VA. 3 szt. prod. Firmy KPB Intra, dla jednej i drugiej modernizowanej sekcji rozdzielnic SN 15kV do montażu w polach pomiarowych.

Planuje się w związku z modernizacją montaż osobnych szafkach-tablic licznikowych z odczytem zdalnym w części rozdzielni SN w eksploatacji TERMOWAD.

Projekt układ pomiaru pośredniego jak i zakup urządzeń uzgodnionych nim z OSD TAURON nie jest objęty niniejszą dokumentacją, stanowi dostawę Inwestorską, zrealizowaną w ramach poprzedniej inwestycji.

Sekcja pomiarowa energii netto została przygotowana do współpracy z instalacjami fotowoltaicznymi i wyposażona w odpowiednią telemetrię.

Układ pomiarowy energii brutto:

Według wydanych przez Tauron Dystrybucja S.A. warunków przyłączenia układ pomiarowy energii brutto ma być dostosowany do potrzeb użytkownika i ma posłużyć do uzyskiwania danych pomiarowych potrzebnych do sprawozdań statystycznych użytkownika dotyczących produkcji energii elektrycznej.

Planuje się zabudowę układu pomiarowego brutto na szynach zbiorczych rozdzielni RPV-AC, najlepiej pomiędzy polem zasilającym, a polem z odpływami. Rys. nr E/2.

Znamionowy prąd dla doboru przekładników prądowych

$$I_n = P_{PV} / \sqrt{3} * U_n$$

Obciążenie obwodu pierwotnego przekładnika

$$k = I_{obl} / I_n * 100\%$$

Inwestor ma w planach zabudowę jeszcze jednego pola z panelami fotowoltaicznymi oraz wybudowaną tzw. „małą fotowoltaikę”, która zostanie uruchomiana wraz z obecnie projektowaną. Razem docelowo przewidywana moc zainstalowana: I etap 44kWp, II etap

420kWp, w planie 63kWp. Razem ~600kW. Założono zastosowanie przekładniki prądowe o prądzie znamionowym 1000/5 A/A.

Dla mocy przyłączeniowej ~420kW $I_{obl}=606A$ stąd obciążenie obwodu pierwotnego przekładnika 60,6%.

Dla mocy przyłączeniowej ~600kW $I_{obl}=866A$ stąd obciążenie obwodu pierwotnego przekładnika 86,6%.

Moc rdzeni przekładników powinna spełniać warunek $0,25S_n \leq S \leq S_n$ gdzie:

S – obciążenie rdzenia,

S_n – moc rdzenia,

ΔS – moc tracona w przewodach obwodów prądowych układu pomiarowego,

S_{PZ} – moc pobierana przez obwody prądowe przekładnika zabezpieczającego,

S_{IR} – moc pobierana przez obwody prądowe licznika,

S_s – moc tracona w połączeniach prądowych,

l – dł. przewodów prądowych,

s – przekrój przewodów, w naszym przypadku $s=2,5 \text{ mm}^2$,

γ – konduktywność przewodów miedzianych, w naszym przypadku $57 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$,

I_{2n} – prąd znamionowy strony wtórnej przekładnika prądowego,

R – rezystancja styków

$S=\Delta S+S_{PZ}+S_{IR}+S_s$, $\Delta S=I_{2n}^2 \cdot 2 \cdot l / \gamma \cdot s$, $S_s=I_{2n}^2 \cdot R$

Liczmy obciążenie strony wtórnej dla prądów znamionowych:

- dla $I_n=5A$ obciążenie rdzenia $S=3,30VA$, dobrana moc rdzenia $S_n=5VA$, stopień obciążenia strony wtórnej przekładnika 67,03%

- dla $I_n=6A$ obciążenie rdzenia $S=4,35VA$, dobrana moc rdzenia $S_n=5VA$, stopień obciążenia strony wtórnej przekładnika 87,28%

przy $l=3m$, $\Delta S=1,05VA$, $(S_{PZ}+S_{IR})=(0,5+0,5)VA$, $S_s=1,25VA$

Z przedstawionych wyników wynika, że obciążenie wtórne przekładników zawiera się w dopuszczalnym przedziale 25% do 100% mocy znamionowej.

- Dobrano przekładniki prądowe w klasie dokładności 0,2s.

- Założono posiadanie świadectwa wzorcowania.

- Planowane przekładniki mają posiadać współczynnik bezpieczeństwa $FS \leq 5$.

- Parametry zwarciove.

Ponieważ projektowane przekładniki będą zamontowane w RPV-AC zasilanej napięciem 0,4kV z rozdzielnicy nN Inwestora pod uwagę bierzemy parametry zwarciove wynikające z mocy zainstalowanego transformatora.

Reaktancja i rezystancja sieci zasilającej $R_L=l/(\gamma \cdot s)$, $X_L=l \cdot X_l$ gdzie dla naszego przypadku przyjmuje się $0,1\Omega/km$.

Impedancja pętli zwarcia $Z_{RPV-AC}=\sqrt{\{(R_T+R_L)^2+(X_T+X_L)^2\}}$

Prąd zwarcia na szynach RPV-AC $I_{kRPV-AC}=(c \cdot U_{1n})/(Z_{RPV-AC})$

Obliczenie znamionowego zastępczego prądu cieplnego $I_{th}=I_{kRPV-AC} \cdot \sqrt{(n+m)}$

Elektromagnetyczna stała czasowa $T=X_k/(\omega \cdot R_k)$

Z wykresu $n=f(T_k)$ przyjęto $n=1$, $m=(T/T_k) \cdot (1 - e^{-2T_k/T})$

Prąd krótkotrwały cieplny (1s) $I_{th1}=\sqrt{\{I_{th}^2 \cdot T_k\}}$

Minimalny prąd cieplny (1s) dla prądu znamionowego przekładników prądowych $I_{th1}=I_{th1}/I_{1n}$

Zastępczy prąd cieplny (1s) przekładnika prądowego $I_{th1}=I_{th1} \cdot \gamma I_{1n}$

Stąd dla parametrów transformatora $S_T=630kVA$, $X_T=0,0014\Omega$, $R_T=0,0083\Omega$, $Z_T=0,0084\Omega$

Reaktancja i rezystancja linii zasilającej RPV-AC $X_L=0,0096\Omega$, $R_L=0,0088\Omega$

Impedancja pętli zwarcia w RPV-AC $Z_{RPV-AC}=0,0206\Omega$

Początkowy prąd zwarcia w RPV-AC $I_{kRPV-AC}=11,23kA$

Zastępczy prąd cieplny $I_{th}=11,54kA$

Krótkotrwały (1s) prąd cieplny $I_{th1}=3,65kA$

Założono przekładniki prądowe o krotności prądu pierwotnego 60

Zastępczy (1s) prąd cieplny przekładnika $I_{th1}=60kA$

Z czego wynika, że prąd cieplny zwarcia przekładników prądowych jest większy od prądu cieplnego (1s) w rozdzielnicy RPV-AC.

Należy więc zainstalować przekładniki prądowe o parametrach - 1000/5 A/A, 5VA, kl. 0,2s, FS5, $I_{th}=60kA$.

W układzie pomiarowym brutto zastosować licznik na napięcie 3x 230V, prądzie 5A.

Licznik zasilić obwodem wykonanym przewodem drutowym 1,5mm² sekcji potrzeb własnych rozdzielnicy RPV-AC, zabezpieczonym bezpiecznikiem nadmiarowo prądowym B1A.

W miejscu zabudowy układu pomiarowego brutto zainstalować listwę LI_nN. Do niej doprowadzić 6x przewody drutowe o przekroju 2,5mm² z przekładników prądowych. Na listwie wykonać połączenia szeregowo obwodów pomiarowych prądowych przekładnika zabezpieczającego oraz licznika pomiarowego brutto.

Wykonać zabezpieczenia obwodów napięciowych układu pomiarowego brutto bezpiecznikami o wartości 6A.

6.9. Wylłączniki pożarowe prądu

W planowanej instalacji fotowoltaicznej zostaną zastosowane wyłączniki pożarowe prądu. Jeden na terenie farmy fotowoltaicznej a drugi w stacji transformatorowej w sekcji nN.

Przyciski uruchamiające zasilane będą z sekcji potrzeb własnych PV/AC-PW rozdzielnicy RPV-AC. Odcięcie energii elektrycznej DC do wszelkich odbiorów nN zainstalowany zostanie przy wejściu na teren farmy. Przerywał on będzie połączenie modułów fotowoltaicznych z falownikami. Drugi odcinający energię AC w rozdzielni nN Inwestora oddziaływując na eksploatowany system SZR.

Rys. nr E/2.

6.10. Instalacje uziomowe

Budynek st. transformatorowej oraz budynek stacji pomp ciepła należy do obiektów niskich, w związku z czym nie wymagają stosowania instalacji odgromowych.

Zaprojektowano natomiast dla zamontowanych paneli PV i ich konstrukcji wsporczych instalacje uziomowe w postaci pograżanych w gruncie sęd i bednarki FeZn 30x 4mm, do których należy podłączyć wszystkie panele, metalowe konstrukcje i rozdzielnice PV-DC i PV-AC. Rys. E/2, E/6.

Połączenia wyrównawcze pomiędzy stołami należy realizować powyżej terenu linką LGY 1x16 mm² łącząc sąsiadujące płatwie stołów, wykorzystując otwory technologiczne zlokalizowane w końcach płatwi. Przewód połączenia wyrównawczego ukształtować tak aby niwelować odkształcenia termiczne konstrukcji. Końcówki przewodów zostaną zabezpieczone rękawami termokurczliwymi w celu zapobiegania powstania patyny na łączeniu przewodu uziemiającego z końcówką oczkową. Dopuszcza się stosowanie przewodów w kolorze żółto-zielonym lub alternatywnie w kolorze czarnym z oznaczeniem końców przewodu koszulką termokurczliwą w kolorze żółto-zielonym.

Uziemienie obudów falowników zostanie wykonane linką o przekroju minimum S/2 przekroju kabla zasilającego. Drugi koniec linki przypiąć do bednarki przykręconej do słupa stanowiącego konstrukcję pod falowniki. Końcówki linek na styku końcówka-linka zabezpieczyć rękawami termokurczliwymi. Dopuszcza się stosowanie przewodów w kolorze żółto-zielonym lub alternatywnie w kolorze czarnym z oznaczeniem końców przewodu koszulką termokurczliwą w kolorze żółto-zielonym.

Konstrukcję pod falowniki należy połączyć z sąsiednimi słupami konstrukcji wsporczych pod panele fotowoltaiczne bednarką.

Jako ochronę dodatkową (przy uszkodzeniu) w sieci (na odcinku od falowników do stacji transformatorowej) zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania z zastosowaniem urządzeń ochronnych nadprądowych w układzie sieci IT.

7. Ochrona przeciwporażeniowa i przepięciowa

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim projektowanych urządzeń wytwórczych realizowana jest przez zastosowanie głównych połączeń wyrównawczych wszystkich przewodzących części dostępnych. W falownikach zainstalowany jest elektroniczny układ kontrolujący rezystancję izolacji przewodów do niego przyłączanych. Po wykonaniu pomiaru izolacji i potwierdzeniu ich prawidłowości falownik załączy się – realizowana jest w ten sposób funkcja ochrony przed zwarciami doziemnymi występującymi przed zaciskami (w kierunku strony systemu fotowoltaicznego).

Przed oddaniem zaprojektowanych instalacji do eksploatacji należy wykonać pomiary ciągłości przewodów ochronnych, rezystancji uziemienia, rezystancji izolacji kabli, impedancji pętli zwarciovych, sprawdzić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej oraz sporządzić odpowiednie protokoły pomiarowe.

Do ochrony przeciwprzepięciowej urządzeń elektronicznych zaprojektowano system oparty na ogranicznikach przepięć zainstalowanych w rozdzielnicach PV-DC... i PV-AC... oraz bezpośrednio w falownikach.

Ochronę przeciwprzepięciową urządzeń technicznych zaprojektowano w oparciu o wymagania zawarte w PN-HD 60364-4-443.

8. Układ telemechaniki

Projektowana rozdzielnica RPV-AC dla współpracy instalacji wytwórczej z siecią energetyczną będzie zestawiana z szafą sekcji telemechaniki. Urządzenia zostaną zestawione wewnątrz budynku tak jak przedstawiono to na rys. nr E/2 i E/3.

W zakresie telemechaniki i łączności instalacja powinna umożliwić:

1. Przesłanie do systemu dyspozytorskiego OSD TAURON następujących sygnałów:
 - telesygnalizację stanu położenia rozłącznika Q102 i wyłącznika Q101 zainstalowanych w rozdzielnicy RPV-AC (telesygnalizacja dwubitowa).
 - telesygnalizację stanu łączników zabudowanych w stacji transformatorowej (uziemnik, rozłącznik w polu nr 14) czyli urządzenia odpowiadającego za wyprowadzenie mocy z jednostki wytwórczej,
 - telepomiar chwilowych wartości wielkości analogowych - prąd, napięcie, moc czynna i bierna na wyjściu AC instalacji fotowoltaicznej oraz w polu zasilającym rozdzielnicę SN.
2. Przyjęcie sygnału od OSD TAURON, który umożliwi:

- całkowite zaprzestanie wytwarzania mocy czynnej (wyłączenie wyłącznika Q101 w RPV-AC oraz włączenie blokady uniemożliwiającej załączenia Q101 w RPV-AC przez obsługę Inwestora),
 - wysłanie sygnału „zgoda na załącz” - zgoda na wytwarzanie mocy czynnej (zdjęcie blokady uniemożliwiającej załączenia Q101 przez obsługę Inwestora). Po przesłaniu przez OSD sygnału „zgoda na załącz” użytkownik stacji może załączyć wyłącznik Q101 w rozdzielnicy RPV-AC).
 - zadawanie wartości wytwarzanej mocy czynnej i biernej w generatorach solarnych,
 - zadawanie wartości współczynnika mocy w generatorach solarnych.
3. Współpracę urządzeń telemechaniki w ramach systemu WindEx. System WindEx to system zarządzania stacjami elektroenergetycznymi, który umożliwia monitorowanie i kontrolowanie urządzeń rozdzielnicy oraz pól. Jest to HMI (Human Machine Interface), który dostarcza szczegółowych informacji z danych bieżących i historycznych, co pozwala na efektywne zarządzanie stacjami. System ten jest przeznaczony dla lokalnych centrów nadzoru i może być stosowany zarówno lokalnie, jak i zdalnie, co umożliwia łatwą nawigację i dostęp do danych.
4. Łączność z OSD TAURON na potrzeby telemechaniki należy zrealizować w oparciu o system łączności GSM.

Układy telemechaniki mają za zadanie umożliwić czytelną sygnalizację poprzez realizację:

- W procesie sygnalizacji uziemniki U_1 i R_1 w polu nr 14 rozdzielnicy SN stacji transformatorowej SN/nN BBW30580 zostaną wyposażone w podwójne styki pomocnicze połączone z przekaźnikiem zabezpieczeniowym iZAZ400, które będą generatorem danych w systemie dwubitowym, odwzorowującym położenie styków łącznika.
- W procesie telepomiaru wykorzystanie zabudowanych na etapie wcześniejszej realizacji przekładników prądowych pośredniego pomiaru energii z dwoma rdzeniami (układ pomiarowy i telepomiar energii po stronie SN).
- W procesie telepomiaru wykorzystanie zabudowanych na etapie wcześniejszej realizacji przekładników napięciowych pośredniego pomiaru energii z trzema uzwojeniami wtórnymi (układ pomiarowy i telepomiar energii po stronie SN).
- W rozdzielnicy RPV-AC zostaną zabudowane przekładniki prądowe (układ pomiarowy i telepomiar energii po stronie nN) i cyfrowy przekaźnik iZAZ400 będące źródłami danych pomiarowych parametrów takich jak napięcie, prąd, moc czynna, moc bierna, moc pozorna, częstotliwość na wyjściu z generatorów solarnych.
- W procesie telesterowania wytwarzaniem energii wykorzystany zostanie sterownik telemechaniki SAE FW-5-GATE-4G, który poleceniami będzie oddziaływał na przekaźnik iZAZ400 (sygnały wyłączenie/zgoda na włączenie). Sygnały będą również przesyłane do inwerterów. Moduł telesterowania również będzie zabudowany w szafie telemechaniki.
- Współpraca w ramach łączności z OSD TAURON, projektowanych urządzeń telemechaniki z systemem dyspozytorskim OSD TAURON realizowana będzie poprzez zabudowany w rozdzielnicy RPV-AC sterownik telemechaniki z modułem GSM i z modułem antenowym zabudowanym na zewnątrz budynku.

Projektuje się wykonanie systemu telemechaniki z wykorzystaniem urządzeń:

- Cyfrowy przekaźnik zabezpieczający iZAZ400 z funkcją komunikacji LAN TCP/IP jako źródło danych telesygnalizacji z przyłącza SN, instalacji źródła wytwórczego oraz telepomiarów z instalacji źródła wytwórczego,
- Miernik parametrów sieci typu LUMEL ND25 (Ethernet) jako źródło telepomiarów z przyłącza SN,
- Sterownik telemechaniki SAE FW-5-GATE-4O z obsługą protokołu DNP3.0,
- Kabel F/UTP kat. 5e ułożony pomiędzy sterownikiem telemechaniki SAE FW-5-GATE-4G zabudowanym w szafie RPV-AC, a falownikami,
- Kabel światłowodowy pomiędzy szafą telemechaniki SN, a szafą RPV-AC do przesyłania sygnałów telepomiarów z przyłącza SN,
- Kabel sygnałowy pomiędzy szafą telemechaniki SN, a szafą RPV-AC do przesyłania sygnałów telesygnalizacji z przyłącza SN,
- Modem GSM, w który wyposażony będzie sterownik telemechaniki SAE FW-5-GATE-4O,
- Antenę LTE ATK-LOG ALP, dł. przewodu 5m z wtykiem SMA, Pasma 800-3000MHz.

Wykonanie systemu telemechaniki wiąże się z przeprowadzeniem prac montażowych, konfiguracyjnych sterownika, edycję danych i uruchomienie w systemie nadzoru w centrum dyspozytorskim.

Informacje analogowe na zaciskach źródła wytwórczego będą uzyskiwane w pośredni sposób z przekaźnika iZAZ400:

- Parametry prądowe z przekładników prądowych układu pomiarowego brutto,
- Parametry napięciowe z szyn zbiorczych rozdzielni RPV-AC,
- Obwody prądowe wtórne i obwody napięciowe będą podłączone do wejść analogowych przekaźnika zabezpieczeniowego iZAZ400,
- Wartość mocy czynnej i biernej będzie wyliczana w przekaźniku zabezpieczającym iZAZ400 na bazie pomiarów prądu i napięcia.

Informacje analogowe w miejscu przyłączenia instalacji do sieci dystrybucyjnej będą pozyskiwane z miernika parametrów sieci LUMEL ND25 (Ethernet), który będzie przekazywał dane pomiarowe do sterownika SAE FW-5-GATE-4G.

Łączność pomiędzy instalacją PV, a systemem dyspozytorskim TAURON Dystrybucja S.A. będzie realizowana w systemie GSM.

Zabudowane w szafie RPV-AC przekaźnik iZAZ400 i sterowniki telemechaniki SAE FW-5-GATE-4G będą połączone między sobą poprzez switch kablem F/UTP kat. 5e realizującym protokół komunikacyjny Modbus TCP/IP. Sterownik telemechaniki SAB FW-5-GATE-4G wyposażony jest w gniazdo antenowe dla instalacji GSM. Na ścianie zewnętrznej budynku należy zabudować antenę bazową GSM.

Wszystkie złącza przewodu antenowego znajdujące się na zewnątrz muszą być zabezpieczone przed wnikaniem wilgoci, odpowiednimi taśmami samowulkanizującymi odpornymi na działanie UV.

Systemy antenowe należy instalować tak aby nie pozostawiać zbędnych zapasów kabla. Odcinki układane na zewnątrz prowadzić w rurach osłonowych odpornych na promienie UV. Antenę należy chronić przed wyładowaniami atmosferycznymi instalacją odgromową.

9. Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa

Instalacja fotowoltaiczna będzie przyłączona w rozdzielnicy RG 0,4kV odbiorczej stacji transformatorowej 15/0,4kV Inwestora.

Do szyn zbiorczych rozdzielni RPV-AC poprzez pola odpływowe będą podłączone obwody AC falowników.

W polu zasilającym rozdzielnię RPV-AC będą zabudowane rozłącznik Q102 i wyłącznik Q101 współpracujące z wielofunkcyjnym przekaźnikiem zabezpieczeniowym typu iZAZ400. Układ ten będzie tworzył system elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej źródła wytwórczego - elektrowni (EAZ) instalacji fotowoltaicznej - zabezpieczenie rezerwowe.

System EAZ zrealizowany będzie w oparciu o pomiary napięć i prądów:

1. Napięcia na zaciskach generatora energii,
2. Prądy na zaciskach generatora energii,
3. Napięcie U_0 mierzone na przyłączy 15kV - dla zabezpieczeń zerowo napięciowych.

Lp.	Zabezpieczenie	Wielkość pomiarowa
1.	Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne	Pomiar prądu na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN
2.	Zabezpieczenie nadprądowe bezzwłoczne	Pomiar prądu na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN
3.	Zabezpieczenie zerowo napięciowe	Pomiar napięcia U_0 na przyłączy SN
4.	Zabezpieczenie nadnapięciowe	Pomiar napięcia fazowego na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN
5.	Zabezpieczenie podnapięciowe	Pomiar napięcia fazowego na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN
6.	Zabezpieczenie nad częstotliwościowe	Pomiar napięcia fazowego na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN
7.	Zabezpieczenie pod częstotliwościowe	Pomiar napięcia fazowego na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN
8.	Zabezpieczenie stromości narastania napięcia df/dt	Pomiar napięcia fazowego na szynach rozdzielnicy RPV-AC nN

Zabezpieczenia podstawowe instalacji fotowoltaicznej będą tworzone przez zabezpieczenia wewnętrzne falowników oraz bezpieczniki i wyłączniki w obwodach AC i DC modułu wytwarzania i instalacji odbiorczej.

Zastosowane falowniki w projekcie o parametrach jak wymieniono w ppkt. 6.3 muszą spełniać wymagania następujących dokumentów, określonych dla instalacji PGM typu B:

- Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14.04.2016 r. ustanawiające kodeksy sieci dotyczące wymogów zakresie przyłączania jednostek wytwórczych do sieci (Dz. U. UE. L 112/1 z 27.04.2016),
- Wymogi Ogólnego Stosowania wynikające z rozporządzenia komisji UE 2016/631 z dnia 14.04.2016 r. ustanawiające kodeksy sieci dotyczących wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci - zatwierdzone Decyzją Prezesa Urzędu

Regulacji Energetyki DRE WOSE.7128.55.2.2018.ZJ z dnia 2 stycznia 2019 r.

- Norma EN 50549-1:2019. Przyjęty dla Polski bank nastaw: EN50549 (-LV/-MV[480,800]) dla poszczególnych parametrów jest zgodny z wymaganiami powyższych dokumentów.

Wymagane są następujące zabezpieczenia:

Po stronie DC

- Zabezpieczenie przed nieprawidłową biegunowością,
- Monitorowanie rezystancji izolacji łańcucha modułów.
- Automatyczne odłączenie falownika po wykryciu doziemienia. Odłączenie falownika polega na zaprzestaniu pracy falownika i stworzenia przerwy w głównym torze prądowym przez dwa szeregowo połączone, dla zwiększenia pewności działania tranzystory IGBT.

Po stronie AC

- Zabezpieczenie przed pracą wyspową. Analizowane są wartości: napięcia, prądu, częstotliwości, $\cos\phi$. Niestandardowe wartości tych wielkości powodują odłączenie falownika. W celu wyeliminowania wyłączeń falownika spowodowanych np. zapadami napięcia, parametry sieci są monitorowane przez okres 300 milisekund i jeżeli w tym czasie parametry sieci AC nie wrócą do wartości standardowych, następuje odłączenie falownika co może trwać kilka milisekund. Odłączenie falownika polega na zaprzestaniu pracy falownika i stworzenia przerwy w głównym torze prądowym przez dwa szeregowo połączone dla zwiększenia pewności działania tranzystory IGBT.

Układy sterujące falownika monitorują parametry sieci w sposób ciągły. Powrót parametrów standardowych spowoduje uruchomienie falownika.

- Monitorowanie częstotliwości sieci. Zmiana częstotliwości sieci AC +4%, -5% wartości znamionowej (47,5Hz, 52Hz) powoduje odłączenie falownika. Graniczne wartości częstotliwości nie są z reguły nastawialne.
- Monitorowanie napięcia fazowego. W przypadku średniej wartości napięcia pow. 253V przez 10 minut nastąpi odłączenie falownika w czasie mniejszym niż 3 sekundy. Zmiana napięcia sieci AC $\pm 15\%$ wartości znamionowej tj. 195,5V, 264,5V powoduje odłączenie falownika. Graniczne wartości napięcia nie są z reguły nastawialne.
- Monitorowanie prądu różnicowego,
- Współczynnik mocy $\cos\phi$ regulowany w zakresie $\pm 0,85$. Regulacja może być programowo wyłączona, ustawiona na stałą wartość, utrzymywana w zależności od mocy czynnej wytwarzanej przez falownik, utrzymywany w funkcji napięcia sieci.
- Na wejściu DC zastosowano rozłączniki z napędem ręcznym.
- Monitorowanie temperatury falowników. Falowniki pracują w temperaturach od -25°C do 60°C. Po osiągnięciu tych temperatur falownik wyłącza się.
- Certyfikaty i normy techniczne sieci dla falowników: IEC-62109-1, IEC- 62109-2, AS3100, EN50549-1, EN50549-2, VDE-AR-N 4105, VDE-AR-N 4110, VDEV 0126-1-1, CEI 0-21, CEI 0-16, TOR Erzeuger Typ A+B, G99 Type A+B, 099 (NI) Type A, VFR 2019, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 klasa A, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12.

Aparatura łączeniowa zastosowana w projekcie musi spełniać kryteria:

- Praca na napięciu znamionowym łączników, które powinno wynosić 0,4kV czyli napięcia instalacji odbiorczej 0,4kV.
- Prąd obliczeniowy odpowiadający mocy znamionowej generatora fotowoltaicznego.
$$I_u = P_u / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\phi)$$

Dobrano aparaturę łączeniową dla parametrów:

- napięcie pracy falowników 0,4kV
- moc falowników P_n 220kW
- prąd wynikający z mocy falowników I_n 316A

Z uwagi na planowaną rozbudowę oraz podłączenie już zainstalowanej tzw. „małej fotowoltaiki” wybrano bezpiecznie łączniki na prąd znamionowy 1000A.

Zdolność łączeniowa łączników wynika z uwagi współpracy z siecią energetyczną SN/nN.

Parametry zwarciove wynikają głównie z mocy transformatora.

Stąd dla parametrów transformatora $S_T=630\text{kVA}$, $X_T=0,0014\Omega$, $R_T=0,0083\Omega$, $Z_T=0,0084\Omega$

Reaktancja i rezystancja linii zasilającej RPV-AC $X_L=0,0096\Omega$, $R_L=0,0088\Omega$

Impedancja pętli zwarcia w RPV-AC $Z_{RPV-AC}=0,0206\Omega$

Początkowy prąd zwarcia w RPV-AC $I_{kRPV-AC}=11,23\text{kA}$

Krótkotrwały (1s) prąd cieplny $I_{th1}=3,65\text{kA}$

W związku z powyższym łączniki powinny mieć zdolność łączeniową $\geq 50\text{kA}$.

W projekcie planuje się zastosowanie rozłącznika Q102 który powinien posiadać:

- napęd ręczny,
- styki główne L1, L2, L3,
- widoczną przerwę lub jednoznaczną sygnalizację informującą o położeniu styków,
- styki pomocnicze NO i NC do wykorzystania w systemie telemechaniki.

W projekcie planuje się zastosowanie wyłącznika Q101 który powinien posiadać:

- styki główne L1, L2, L3,
- wyzwalacz napięciowy wzrostowy 24VDC do wykorzystania w układzie wyłącznika awaryjnego generatorów energii,
- styki pomocnicze NO i NC do wykorzystania w systemie telemechaniki,
- wejścia ON/OFF,
- napęd silnikowy umożliwiający automatyczne załączenie elektrowni w przypadku powrotu napięcia w instalacji odbiorczej 0,4kV sieci dystrybucyjnej.

Dobrano aparaturę łączeniową;

Wyłącznik Q101

- wyłącznik mocy 3 polowy 1 000A,
- napęd silnikowy 24VDC,
- wyzwalacz wzrostowy 24VAC,
- styki pomocnicze to systemu telemechaniki: 2xNO, NC,

Parametry znamionowe wyłącznika

$U_n = 690\text{V}$

$I_n = 1000\text{A}$

$L_{cu} = 50\text{kA}$

- nastawny wyzwalacz przeciążeniowy,
- nastawny bezzwłoczny wyzwalacz zwarciovy.

Rozłącznik Q102

- rozłącznik bezpiecznikowy 1250A ze zworami nieizolowanymi, z widoczną przerwą izolacyjną, wyposażony w styki pomocnicze NO, NC.

Dane znamionowe rozłącznika

$U_n = 690\text{V}$,

$I_n = 1250\text{A}$.

Przełącznik zabezpieczający iZAZ400.

Urządzenia iZAZ400 to seria cyfrowych zespołów automatyki zabezpieczeniowej o dużej mocy obliczeniowej, wielofunkcyjnych, z funkcją komunikacji, o maksymalnie 12 wejściach pomiarowych. Urządzenia te, charakteryzujące się wysoką dokładnością i pewnością działania, mogą pracować w układach automatyki jako kompleksowe zabezpieczenia pól średnich napięć zasilających, łącznika szyn, odpływowych, transformatorów, silników, pomiarowych, itp., pól wysokich napięć oraz małych generatorów. Przy odpowiedniej konfiguracji sprzętowej i programowej dostępne są automatyki SCO, SPZ, SNO, ZS, SZR, SPP, APZ, a także LRW

W projekcie przewiduje się zastosowanie modelu o parametrach:

- pomocnicze napięcie zasilające 24VDC,
- obwody wejściowe prądowe I_1 -SA prąd źródła wytwórczego,
- obwody wejściowe napięciowe U_1 -400V napięcie źródła wytwórczego,
- obwody wejściowe napięciowe $3U_0$ - 100V czyli napięcie trójkąta otwartego - na przyłączy SN.

Układ sterowania wyłącznikiem Q101.

Wyłącznik może być sterowany zał/wył. w trybie ręcznym przez Inwestora lub pracownika – dyspozytora OSD oraz automatycznym.

- Załączenie i wyłączenie - przyciskami zał/wył. zabudowanymi na drzwiach rozdzielnic RPV-AC. Przyciski współpracują z przekaźnikiem zabezpieczeniowym iZAZ400 poprzez wejścia dwustanowe. Przekaznik w zależności od pozycji przycisków steruje wyłącznikiem.
- Załączenie i wyłączenie - operacje przy pomocy manipulatora wyłącznika.
- Wyłączenie - przyciskiem „Wyłączenie awaryjne” zabudowanym na drzwiach rozdzielnic RPV-AC. Naciśnięcie przycisku poprzez styk NO spowoduje podanie napięcia na wyzwalacz wzrostowy i bezpośrednie wyłączenie wyłącznika Q101.

Przycisk współpracuje również z przekaźnikiem zabezpieczeniowym iZAZ400 poprzez wejście dwustanowe. Styk NC w przycisku „Wyłączenie awaryjne” po naciśnięciu przycisku podaje informację do przekaźnika iZAZ400 o wyłączeniu awaryjnym. Przekaznik sprawdzi położenie styków wyłącznika Q101 w przypadku stwierdzenia braku jego wyłączenia, podejmie dodatkową awaryjną próbę wyłączenia poprzez układ wyłączenia OFF. Po ustąpieniu przyczyny wyłączenia awaryjnego wyłącznik należy zresetować - ręcznie lub przyciskiem „włącz”.

W trybie ręcznym przez operatora OSD.

- wyłączenie - dyspozytor OSD poprzez układy telemechaniki może wyłączyć instalację PV. Proces ten nie może trwać dłużej niż 5 sekund. Sterownik telemechaniki po odebraniu polecenia wyłączenia instalacji PV wysyła poprzez łącze LAN/TCP IP sygnał do przekaźnika iZAZ400 o wyłączeniu instalacji PV przez dyspozytora OSD. Przekaznik iZAZ400 bezzwłocznie wyłączy wyłącznik Q101 i na panelu wyświetli komunikat o wyłączeniu instalacji PV przez OSD. Ponadto przekaznik iZAZ400 zablokuje możliwość ręcznego załączenia wyłącznika Q101.
- załączenie - dyspozytor nie będzie miał możliwości bezpośredniego załączenia instalacji PV. Dyspozytor OSD poprzez układy telemechaniki wysyła sygnał o możliwości załączenia instalacji PV „zgoda na załączenie instalacji PV”.

Sterownik telemechaniki po odebraniu polecenia zgody dyspozytora OSD na załączenie instalacji PV wysyła poprzez łącze LAN/TCP IP sygnał do przekaźnika iZAZ400 o możliwości uruchomienia instalacji PV. Przekaznik iZAZ400 załączy sygnalizator optyczny dla zwrócić uwagę użytkownika, odblokuje możliwość ręcznego sterowania wyłącznikiem Q101 oraz wyświetli na panelu informację o zgodzie dyspozytora na załączenie instalacji.

W trybie automatycznym.

- wyłączenie - po zadziałaniu automatyki zabezpieczającej.
- wyłączenie - w przypadku braku zasilania przekaźnika zabezpieczeniowego lub jego awarii.
- załączenie - tylko w przypadku ustąpienia przyczyny wyłączenia gdy wyłączenie nastąpiło w wyniku zadziałania zabezpieczenia napięciowego lub częstotliwościowego. Załączenie nastąpi po powrocie napięcia i częstotliwości do wartości standardowych i zwłoce czasowej 120 s.

Sterowanie mocą wytwarzania przez dyspozytora OSD.

Operator OSD będzie miał możliwość sterowania mocą źródła wytwórczego za pomocą układu telemechaniki i łącza GSM przesyłając polecenia „zadana moc czynna”, „zadana moc bierna” i „zadany współczynnik mocy”. Sterownik telemechaniki przekazuje poprzez łącze LAN/TCP IP zadane przez dyspozytora OSD: wartości generowanej mocy czynnej, biernej oraz zadaną wartość współczynnika mocy bezpośrednio do inwerterów. Realizację poleceń operator OSD będzie miał możliwość sprawdzić na podstawie chwilowych wartości analogowych na zaciskach źródła wytwórczego.

Układ zasilania telemechaniki i EAZ.

Elementy systemu telemechaniki i zabezpieczeń oraz napęd i cewka wzrostowa wyłącznika Q101 zasilane będą z zasilacza ZM24V24A-600AZC, wyposażony w złącze telekomunikacyjne typu RS485, pracującego z dwoma akumulatorami żelowymi 12V/17Ah. Układ zasilacza powinien zapewnić pracę systemu przez co najmniej 8h przy braku zasilania z sieci energetycznej.

Zasilacz oraz akumulatory będą zabudowane w szafie telemechaniki przy rozdzielnic RPV-AC i zasilane napięciem 230VAC z sekcji potrzeb własnych RPV-PW, zabezpieczenie wyłącznikiem nadmiarowoprądowym typu B1A. Przekaznik zabezpieczający iZAZ400 oraz sterownik telemechaniki SAE FW-5-GATE-G4 będą zasilane napięciem z zasilacza 230VAC/24VDC osobnym obwodem zabezpieczonym wyłącznikiem nadmiarowoprądowym typu C2A. Napęd silnikowy wyłącznika oraz cewka wzrostowa będą zasilane napięciem z zasilacza 230VAC/24VDC osobnym obwodem zabezpieczonym wyłącznikiem nadmiarowoprądowym typu C10A.

Planowana pojemność akumulatorów	2x 17Ah
----------------------------------	---------

Pobór prądu przez urządzenia:

Sterownik SEA FW-5-GATE-4G	0,5A
Przekaznik zabezpieczeniowy iZAZ400	1,25A
Moduły wejść dwustanowych	0,125A
Sygnalizator optyczny	0,048A
Switch	0,208A

Zakładany maksymalny pobór prądu 2,1A

Szacowany czas pracy zasilacza na dobranych akumulatorach wyniesie więc ~16h.

Zastosowany zasilacz wyposażony jest w układ kompensacji temperaturowej oraz systemy sygnalizujące następujące stany alarmowe:

- Brak zasilania z sieci energetyki zawodowej,
- Niski stan napięcia akumulatorów,
- Awaria akumulatorów,
- Uszkodzenie sondy.

Układ diagnostyczny zasilacza poprzez złącze RS485 zostanie połączony ze sterownikiem SAE FW-5-GATE-4G. Sterownik ten w razie awarii wyśle informację o tym zdarzeniu do:

- Operatora OSD z wykorzystaniem modułu GSM,
- Do przekaźnika zabezpieczającego iZAZ400 z wykorzystaniem protokołu LAN/TCP IP poprzez switcha.

W przekaźniku iZAZ400 dostępne będą ponadto informacje o zakłóceniach i stanach pracy urządzeń AC i DC.

- Stan rozłącznika Q102 zamknięty/otwarty,
- Stan wyłącznika Q101 zamknięty/otwarty, tryb,
- Info o zadziałaniu zabezpieczenia FSN1 czyli brak napięcia $3U_0$,
- Wysyłanie sygnału przez przekaźnik PKN1 o braku zasilania w rozdzielnicy RPV-AC
- Zadziałanie zabezpieczeń DC jako jeden wspólny sygnał dla zastosowanych poniższych zabezpieczeń:

1. F4DC - zasilanie sygnalizatora optycznego.
2. FSDC - zasilanie switcha.
3. F6DC - zasilanie silnika wyłącznika Q101.
4. F7DC - zasilanie cewki wyłącznika Q101.
5. F8DC - zasilanie sterownika PV Supernode.

Dodatkowo planowane jest wykonanie układu sygnalizacji awarii zasilania potrzeb własnych 230V AC i 24V DC obejmujący:

- Przekaźnik iZAZ400 wraz z panelem zabudowany wewnątrz szafy RPV-AC,
- Zewnętrzny sygnalizator optyczny zabudowany na elewacji szafy.

Opcjonalnie można do listwy XA podłączyć poprzez przekaźnik pośredni sygnalizatora optycznego i akustycznego, który może być zamontowany w widocznym dla obsługi miejscu.

Ochrona antyprzepięciowa dla systemów telemechaniki i zabezpieczeń będzie realizowana przez ograniczniki przepięć. W rozdzielnicy RPV-AC planuje się zastosować ogranicznik DehnShield typ 1 kombinowany 12,5kA (10/35)/biegun, $U_p < 1,5kV$, 3 biegunowy, bez wydmuchowy, skoordynowany z sygnalizacją jego stanu. W sekcji potrzeb własnych PV/AC-PW planowana jest zabudowa ogranicznika DehnRail typu 3, 5kA (8/20)/biegun, $U_p < 1,25kV$, 2 biegunowy, bez wydmuchowy, skoordynowany z sygnalizacją jego stanu.

Ochronę przepięciową instalacji antenowej zrealizować za pomocą ograniczników przepięć dedykowanych do zabezpieczenia obwodów sygnałowych zabudowany na przewodach antenowych.

Ochronę przepięciową instalacji sieci IP zrealizować za pomocą ograniczników przepięć RST NET GDT TH testowanych według kategorii Cl, C2, Dl - ogranicznik do zastosowań na granicach stref LPZ O / LPZ 1 i wyższych.

Ochrona przeciwporażeniowa systemu telemechaniki i zabezpieczeń.

Rozdzielnica RPV-AC oraz sekcja potrzeb własnych PV/AC-PW będą wykonane w układzie TN-C-S.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (podstawowa) realizowana będzie przez zastosowanie izolowania części czynnych (będących pod napięciem) przez odpowiednio dobraną izolację przewodów, obudów aparatów i urządzeń elektrycznych.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (dodatkowa) realizowana będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN-C-S.

Sekcja telemechaniki i zabezpieczeń będzie zasilana obwodem 230V AC zabezpieczonym wyłącznikiem instalacyjnym B10A, dla którego prąd wyłączenia $I_a=5*10A=50A$.

Warunek skuteczności ochrony przeciwporażeniowej będzie zachowany jeżeli impedancje pętli zwarcia będzie miała wartość mniejszą od wartość dopuszczalnej $Z_{dop}=230/50 \text{ V/A} < 4,6\Omega$.

Po pracach montażowych należy wykonać bezwzględnie stosowne pomiary.

Gospodarka cieplna w rozdzielnic RPV-AC i szafie telemechaniki.

Budynek stacji trafo eksploatowanej przez Inwestora jest obiektem nieogrzewanym. Dla zapewnienia prawidłowej pracy systemów rozdzielnic RPV-AC planuje się zabudowanie w niej odpowiednich układów wentylacyjno – grzewczych. Wymaga tego między innymi zastosowanie baterii akumulatorów, dla których stabilizacja warunków temperaturowych jest ważna z uwagi na długoletnią żywotność. Dlatego planuje się w rozdzielnic RPV-AC i szafie telemechaniki zastosowanie odpowiednich termostatów do ustawienia zakresu temperaturowego (maksimum/minimum) oraz grzałek. Grzałki np. TRACON FE100 należy zabudować w dolnej części sekcji zabezpieczeń oraz w dolnej części sekcji komunikacji, pod akumulatorami. U góry rozdzielnic RPV-AC zainstalować panel wentylacyjny np. V43.

Nastawy temperaturowe to 5°C dla załączenia grzałek i 25°C dla załączenia wentylatora.

System regulacji temperatury zasilić obwodem z sekcji potrzeb własnych PV/AC-PW.

Zabezpieczenie prądowe w torach falowników.

Lp.	Zabezpieczenie	I_{obl}	I_n	I_k	I_a	Warunek speł./niespeł.	Jed.	Oznaczenie	Sposób zadzielenia
1.	Nadprądowe	144,51	200,00			TAK	A	$I>$	Przepalenie wkładki topikowej
2.	Zwarciove ($t_w=0,4s$) Ochrona przeciwporażenio wa			5,55	2,62	TAK	kA	$I>>$	Przepalenie wkładki topikowej

Nastawy zabezpieczające przeciążeniowe.

Prąd obliczeniowy wynikający z mocy falowników (220kW) wynosi 316 A.

Wartość mierzona dla celów zabezpieczeniowych: prąd instalacji fotowoltaicznej (poprzez przekładniki prądowe zabezpieczeniowe $I_{1n}=1000A$, $I_{2n}=5 A$.

Obliczanie nastawy zabezpieczenia przeciążeniowego.

Nastawa zabezpieczenia przeciążeniowego:

- dla strony pierwotnej $I_{nas, str. pier.} = 1,1 \cdot 316 = 348A$
- dla strony wtórnej $I_{nas, str. wtór.} = 1,1 \cdot I_{obl} / \vartheta_1 = 1,1 \cdot 316 / 1\ 000 / 5 = 1,74A$

Obliczanie nastawy zabezpieczenia zwarcowego.

Prąd zwarcia na szynach rozdzielnic RPV-AC wyniesie 11,23kA.

Największy prąd znamionowy wkładki topikowej zabezpieczającej falownik wynosi 200A.

Prąd zadziałania tej wkładki w czasie 0,4 s wynosi 2 616,7A.

Aby ochrona przeciwporażeniowa falowników była skuteczna prąd zwarcia na obudowie falownika musi być większy od 2 620A.

W rozdzielni RPV-AC będą zastosowane aparaty o wytrzymałości zwarcowej 6kA.

W związku z powyższym nastawa zabezpieczenia zwarcowego na szynach RPV-AC powinna być ustawiana w przedziale 2 620A do 6 000A.

Proponuje się ustawienie wartości 3 000A dla nastawy bezzwłocznego zabezpieczenia zwarcowego.

- dla strony pierwotnej $I_{nas, str. pier.} = 3\ 000A$
- dla strony wtórnej $I_{nas, str. wtór.} = I_{nas, str. pier.} / \vartheta_1 = 3\ 000 / 1\ 000 / 5 = 15,00A$.

Lp.	Miejsce zabudowy zabezpieczenia	Typ zabezpieczenia	Funkcja zabezpieczenia	Nastawa	Czas zadziałania [s]	Tryb pracy wyl/sygn.
1.	Falownik	Fabryczne zabezpieczenie w falowniku	U<	0,8 $U_n=160V$	1,2	wyłączenie
			U>stopień 1	1,1 $U_n=220V$	1,0	wyłączenie
			U>stopień 2	1,15 $U_n=230V$	0,1	wyłączenie
			f<	47,5Hz	0,1	wyłączenie
			f>	51Hz	0,1	wyłączenie
			d _f /d _t	1,0Hz/s	0,1	wyłączenie
			LFSM-0	50,2Hz		wyłączenie
			statyzm	5%		wyłączenie
2.	Rozdzielnica RPV-AC	Zabezpieczenie iZAZ400	U<	0,8 $U_n=160V$	1,5	wyłączenie
			U>stopień 1	1,1 $U_n=220V$	1,3	wyłączenie
			U>stopień 2	1,15 $U_n=230V$	0,2	wyłączenie
			f<	47,5Hz	0,2	wyłączenie
			f>	51Hz	0,2	wyłączenie
			d _f /d _t	1,0Hz/s	0,2	wyłączenie
			J>T	348/1,74	0,3	wyłączenie
			J>>T	3 000/15	0,05	wyłączenie
			3U _o strona SN	15	9,0	wyłączenie

Ponowne załączenie wyłącznika Q101 po zadziałaniu zabezpieczeń napięciowych i częstotliwościowych nastąpi automatycznie po zmierzeniu wartości i stwierdzeniu, że powróciły one do stanu wartości znamionowych. Czas trwania operacji 120s.

Projektowane nastawy zabezpieczeń wyłącznika Q101.

Lp.	Funkcja zabezpieczenia	Wielkość pomiarowa	Nastawa	Zakres	Jedn.	Czas	Oznaczenie	Sposób zadziałania
1.	Nadprądowe zwłoczne	Prąd nN o wartości pierwotnej	0,7	700	A	1s	I>	Wyłączenie wyłącznika Q101
2.	Zwarciovowe bezzwłoczne	Prąd nN o wartości pierwotnej	4	4 000	A	-s	I>>	Wyłączenie wyłącznika Q101

Po zadziałaniu zabezpieczenia wyłącznik Q101 pozostaje wyłączony. Ponowne załączenie tylko ręcznie przez obsługę.

Lista parametrów pomiarowych.

Lp.	Adres DNP	Napięcie	Nazwa pomiaru	Jedn.	Skrót
1.	00	15kV	Napięcie fazy L ₁	kV	U ₁
2.	01	15kV	Napięcie fazy L ₂	kV	U ₂
3.	02	15kV	Napięcie fazy L ₃	kV	U ₃
4.	03	15kV	Napięcie międzyfazowe U ₁₂	kV	U ₁₂
5.	04	15kV	Napięcie międzyfazowe U ₂₃	kV	U ₂₃
6.	05	15kV	Napięcie międzyfazowe U ₃₁	kV	U ₃₁
7.	06	15kV	Prąd fazy L ₁	A	I ₁
8.	07	15kV	Prąd fazy L ₂	A	I ₂
9.	08	15kV	Prąd fazy L ₃	A	I ₃
10.	09	15kV	Moc czynna P	MW	P
11.	10	15kV	Moc bierna Q	MVAr	Q
12.	11	15kV	Współczynnik mocy cosφ	liczba	cosφ
13.	12	15kV	Częstotliwość	Hz	f
14.	13	0,4kV	Napięcie fazy L ₁	V	U ₁
15.	14	0,4kV	Napięcie fazy L ₂	V	U ₂
16.	15	0,4kV	Napięcie fazy L ₃	V	U ₃
17.	16	0,4kV	Napięcie międzyfazowe U ₁₂	V	U ₁₂
18.	17	0,4kV	Napięcie międzyfazowe U ₂₃	V	U ₂₃
19.	18	0,4kV	Napięcie międzyfazowe U ₃₁	V	U ₃₁
20.	19	0,4kV	Prąd fazy L ₁	A	I ₁
21.	20	0,4kV	Prąd fazy L ₂	A	I ₂
22.	21	0,4kV	Prąd fazy L ₃	A	I ₃
23.	22	0,4kV	Moc czynna P	MW	P
24.	23	0,4kV	Moc bierna Q	MVAr	Q
25.	24	0,4kV	Zadana wartość mocy czynnej	MW	PPZ
26.	25	0,4kV	Zadana wartość mocy biernej	MVAr	PQZ
27.	26	0,4kV	Zadana wartość współczynnika mocy	liczba	cosφz
28.	27	0,4kV	Współczynnik mocy cosφ	liczba	cosφ
29.	28	0,4kV	Częstotliwość	Hz	F
30.	29	0,4kV	Nasłonecznienie	W/m ²	H
32.	30	0,4kV	Liczba falowników gotowych do pracy	szt.	N
33.	31	0,4kV	Liczba falowników pracujących	szt.	N _{on}
34.	32	0,4kV	Liczba falowników niepracujących	szt.	N _{off}

Lista parametrów sygnałowych.

Lp.	Adres	Napięcie	Nazwa sygnału	Nazwa	Nazwa
-----	-------	----------	---------------	-------	-------

	DNP			stanu zał(1)	stanu wyl(0)
1.	01	15kV	Uziemnik U ₁	zamknięty	
2.	02	15kV	Uziemnik U ₁	otwarty	
3.	03	15kV	Rozłącznik R ₁	wyłączony	
4.	04	15kV	Rozłącznik R ₁	załączony	
5.	05	15kV	Uziemnik U ₃	zamknięty	
6.	06	15kV	Uziemnik U ₃	otwarty	
7.	07	15kV	Rozłącznik R ₃	wyłączony	
8.	08	15kV	Rozłącznik R ₃	załączony	
9.	09	15kV	Rozłącznik Q ₁₀₂	załączony	
10.	10	0,4kV	Rozłącznik Q ₁₀₂	wyłączony	
11.	11	0,4kV	Wyłącznik Q ₁₀₁	załączony	
12.	12	0,4kV	Wyłącznik Q ₁₀₁	wyłączony	
13.	13	0,4kV	Tryb regulacji mocy czynnej	załączony	
14.	14	0,4kV	Tryb regulacji mocy czynnej	wyłączony	
15.	15	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie poziomu mocy biernej	załączony	
16.	16	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie poziomu mocy biernej	wyłączony	
17.	17	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie współczynnika mocy	załączony	
18.	18	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie współczynnika mocy	wyłączony	
19.	19	0,4kV	AW awaryjne wyłączenie	sygnał	
20.	20	0,4kV	UP uszkodzenie w polu	sygnał	
21.	21	0,4kV	Generator solarny praca z ograniczeniem mocy	załączony	skasowany

Lista parametrów sterowania.

Lp.	Adres DNP	Napięcie	Nazwa sygnału sterowania	Nazwa stanu zał(1)	Nazwa stanu wyl(0)
1.	00	0,4kV	Wyłącznik Q ₁₀₁ - PV	wyłącz	
2.	01	0,4kV	Wyłącznik Q ₁₀₁ - PV	Zgoda na załączenie	
3.	02	0,4kV	Tryb regulacji mocy czynnej	załącz	
4.	03	0,4kV	Tryb regulacji mocy czynnej	wyłącz	
5.	04	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie poziomu mocy biernej	załącz	
6.	05	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie poziomu mocy biernej	wyłącz	
7.	06	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie współczynnika mocy	załącz	
8.	07	0,4kV	Tryb regulacji mocy biernej przez zadanie współczynnika mocy	wyłącz	
9.	08	0,4kV	Nastawa mocy czynnej PV (MW)	załącz	
10.	09	0,4kV	Nastawa mocy biernej PV (MVar)	wyłącz	
11.	10	0,4kV	Nastawa współczynnika mocy PV 0,4kV cosφ (0,00)	liczba	
12.			Nastawa mocy biernej PV (MVar)	liczba	

13.			Nastawa współczynnika mocy PV 0,4kV cosφ (0,00)	liczba	
-----	--	--	--	--------	--

Schemat przedstawiono na rys. nr E/2.

Uwagi końcowe:

- Początki uzwojeń wtórnych przekładników prądowych należy uziemić.
- Zacisk P₁ przekładników prądowych nN podłączyć do szyn od strony falowników.
- Wszystkie dostępne elementy układów pomiarowych osłonic i przystosować do plombowania.
- Obwody prądowe wykonać przewodami LgY2,5.
- Obwody napięciowe wykonać przewodami LgY1,5.
- Kable i przewody pomiarowe i sygnalizacyjne układać na drabinie elektroinstalacyjnej, w rurach instalacyjnych na ścianie pomieszczenia stacji transformatorowej i pomieszczenia wewnątrz budynku.
- Układy systemu telemechaniki obejmujący: przekaźnik zabezpieczający, sterownik, układ wentylacyjny oraz listwy zaciskowe zabudować w wydzielonych sekcjach rozdzielnic RPV-AC.
- Zakres prac montażowych w zakresie telemechaniki obejmuje również prace konfiguracyjne sterownika obiektowego telemechaniki, edycję danych oraz uruchomienie telemechaniki w systemie nadzoru w Centrum Dyspozytorskim OSD.
- Przekaźnik zabezpieczeniowy oraz panel sterujący zabudować w sekcji zabezpieczeń rozdzielnic RPV-AC.

10. Obliczenia

Parametry symulacji i założenia:

Strefa czasowa	CET (Warsaw)
Stacja pogodowa	Krakow-Balice (30,37 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	237 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 8.2
Sieć	400V L-L, 230V L-N
Zainstalowana moc DC	420,00 kWp
Maksymalna osiągalna moc AC	420,00 kW
Roczna szacowana produkcja energii	469,92 MWh

10.1. Instalacje generatorów solarnych

PARAMETRY: PANEL FOTOWOLTAICZNY JAM72D42-660/LB

	Ilość	Pmax (kWp)	Uoc (V)	Ump (V)	Isc (A) STC	Imp (A)	Sprawność (%)	Isc (α Isc) (%/°C)	Uoc (β Uoc) (%/°C)	Pmax (γ Pmp) (%/°C)
	1	0,66	53,47	45,09	15,54	14,64	23,6	0,045	-0,25	-0,29
RAZEM	1	0,66	53,47	45,09	15,54	14,64	23,6	0,045	-0,25	-0,29

PARAMETRY: FALOWNIK HYBRYDOWY GW100K-ET-G10 STRONA PV

	Ilość	Pdmax (kW)	Udcmax (V)	Ump (V)	Udcstart (V)	Udcz (V)	Impptmax (A)	Impptsc (A)	MPPT8	Ilość strings na MPPT
	1	200	1000	160 - 950	200	620	42	55	8	2
RAZEM	1	200	1000	160 - 950	200	620	42	55	8	2

1. MAKSYMALNA WARTOŚĆ PRĄDU W STRINGU

maksymalne natężenie prądu generowane przez pojedynczy panel, które musi być mniejsze niż dopuszczalne falownika

natężenie prądu w module w temp. 70°C $I_{sc}(Tr) = I_{sc}[1 + (Tr - 25)\alpha T / 100]$ wynosi więc **15,85** (A) < **Impptmax** = **42(A)** > **31,70(A)** można zastosować połączenia szeregowo-równoległe dwóch stringów

2. MAKSYMALNA WARTOŚĆ NAPIĘCIA W STRINGU

maksymalna wartość napięcia generowanego w warunkach temp. -25°C, które musi być mniejsze niż maksymalne wejściowe falownika

napięcie maksymalne w stringu $U_{oc}(Tr) = (U_{oc}[1 + (Tr - 25)\beta T / 100])$ wynosi więc **60,15** (V)

dopuszczalna ilość paneli w stringu $N_{max} \leq U_{dcmax} / U_{oc}(Tr)$ wynosi więc **16,62** (szt.) przyjęto **16 x 16** **256 paneli**

3. MINIMALNA ILOŚĆ PANELI W STRINGU Z UWAGI NA NAPIĘCIE STARTOWE FALOWNIKA

maksymalna wartość napięcia generowanego w warunkach temp. 70°C, które musi być większe niż wejściowe falownika aby zaczął pracować

napięcie maksymalne w stringu $U_{oc}(T_{max}) = (U_{oc}[1 + (T_{max} - 25)\beta T / 100])$ wynosi więc **47,45** (V)

minimalna ilość paneli w stringu $N_{min} \geq U_{dcstart} / U_{oc}(T_{max})$ wynosi więc **4,21** (szt.) przyjęto **5**

4. MAKSYMALNA I MINIMALNA ILOŚĆ PANELI W STRINGU Z UWAGI NA MPPT FALOWNIKA

max. i min. wartość napięcia generowanego w warunkach temp. -25°C oraz 70°C, które musi odpowiadać przedziałowi U_{mp} falownika aby MPPT pracował poprawnie

napięcie min. w stringu $U_{mp}(T_{max}) = (U_{mp}(STC)[1 - (T_{max} - 25)\beta T / 100])$ wynosi więc **50,16** (V)

minimalna ilość paneli w stringu $N_{min} * U_{mp}(T_{max}) \geq U_{mpmin}$ wynosi więc **3,19** (szt.) przyjęto **4**

5. MAKSYMALNA ILOŚĆ PANELI W STRINGACH Z UWAGI NA DOPUSZCZALNĄ MOC GENERATORA I WEJŚCIOWĄ FALOWNIKA

sprawdzenie maksymalnej ilości modułów ze względu na moc generatora fotowoltaicznego i dopuszczalną moc na wejściu falownika

$P_{gen}/P_{inv} = (0,8 \text{ do } 1,2)$ wynosi więc dla przyjętej ilości 16 szt. paneli w stringu należy więc zwiększyć liczbę paneli w stringach do 18 - 20 szt.

0,84 < 1,2
1,06 < 1,2

sprawdzenie dla zwiększonej ilości paneli

363,64 (szt.)

przyjęto
ostatecznie

(10+10) x 16

320 paneli/falownik

6. PRZY ZASTOSOWANIU DWÓCH GENERATORÓW OTRZYMUJEMY ELEKTROWNIĘ O PARAMETRACH

MOC ZAINSTALOWANA

Nr	Ilość modułów	Moc [kWp]	Sumaryczna moc zestawu [kWp]
Generator 1	320	0,66	211,20
Generator 2	320	0,66	211,20
RAZEM	640		422,40

7. ROZŁOŻENIE PANELI FOTOWOLTAICZNYCH W TERENIE wg. PZT

MOC ZAINSTALOWANA

Nr	Ilość modułów	Moc [kWp]	Sumaryczna moc zestawu [kWp]
Zestaw 1	48	0,66	31,68
Zestaw 2	64	0,66	42,24
Zestaw 3	68	0,66	44,88
Zestaw 4	68	0,66	44,88
Zestaw 5	68	0,66	44,88
Zestaw 6	68	0,66	44,88
Zestaw 7	68	0,66	44,88
Zestaw 8	68	0,66	44,88

Zestaw 9	68	0,66	44,88
Zestaw 10	52	0,66	34,32
RAZEM	640		422,40

7. PARAMETRY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Nasłonecznienie z uwzględnieniem położenia geograficznego 1100 - 1125 kWh/m2 **1112,5**

Parametr	Jednostka	Moc [kWp]
Moc zainstalowana	kWp	422,40
Moc 1 panel PV	kWp	0,66
Liczba paneli PV	szt.	640
Inwerter	szt.	2
Produkcja energii EL	MWh/rok	469,92

8. WYSOKONAPIĘCIOWY MAGAZYN ENERGII

Rekomendowana pojemność magazynu energii [kWh]	do 1,5kWh na 1kWp instalacji PV bez przewymiarowania	633,6
Dobrano wg. parametrów technicznych:		
Liczba jednostek:		2szt.
Moc zainstalowana pojedynczej jednostki:		110kW
Sumaryczna moc zainstalowana magazynu energii:		220kW
Moc, która może być odbierana przez magazyn w punkcie jego przyłączenia do sieci:		220kW
Moc, która może być oddawana przez magazyn w punkcie jego przyłączenia do sieci:		220kW

Sprawność magazynu energii	80%
Pojemność nominalna zestawów magazynu energii:	910kWh

10.2. Dobór kabli i przewodów

OBLICZENIA TECHNICZNE - DOBÓR LINII WLZ'tów													
LP.	Nr linii zasilającej	Wyszczególnienie skąd - dokąd	Moc zainstalowana	Współczynnik jednoczesności			Moc obliczeniowa (szczytowa)		Prąd obliczeniowy	Prąd bezpiecznika.	Typ i przekrój przewodu / kabla	Prąd długotrwały dopuszczalny przewodu / kabla x0,75	dU%
				kj	cos fi	tg fi	czynna	bierna	I _{obl}	I _b		I _z	%
							P _{obl}	Q _{obl}					
				kW	---	---	---	kW	kVAr	A		A	mm ²
1.	WLZ magazyn energii	falownik do magazyn energii	124,00	1,00	0,93	0,40	124,00	49,60		200Gg	rów kablowy	548,00	
		Razem	124,00	1,00	0,93	0,40	124,00	49,60	192,68	200	YKXS 1x 120	411,0	
			Sprawdzenie warunku							I _b x 1,6	spełniony	I _z x 1,45	1,41
										320,0		596,0	
2.	WLZ falownik	z falownika do rozd. RPV-AC	110,00	1,00	0,98	0,40	110,00	44,00		200Gg	rów kablowy	480,00	
		Razem	110,00	1,00	0,98	0,40	110,00	44,00	170,92	200	YKXS 1x 95	360,0	
			Sprawdzenie warunku							I _b x 1,6	spełniony	I _z x 1,45	1,25
										320,0		522,0	

Zgodnie z normą (PN-IEC 60364-4-43:1999) zabezpieczenie powinno spełniać warunki:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \leq 1,45 I_n$$

I_B prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym

I_n prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

I_z obciążalność prądowa długotrwała przewodu lub kabla

I_z prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego w określonym czasie

Dobór kabli DC dla paneli PV.

Dobór kabla po stronie DC dokonano ze względu na dopuszczalny spadek napięcia i nagrzewania się prądem roboczym. Obliczeń dokonano dla najdłuższego kabla DC. Przyjęto maksymalną ilość modułów fotowoltaicznych połączonych szeregowo równolegle: 10 + 10 szt.

- Dobór przekroju przewodu ze względu na nagrzewanie się prądem roboczym.

Wartość prądu roboczego połączonych szeregowo modułów fotowoltaicznych wyznaczono ze wzoru: $I_{nDC} = I_{MPT1} = I_{MPT2} = \dots I_{MPT10}$, $I_{nDC} = 15.85A$ stąd $15.85A < 55A$ warunek spełniony.

- Dobór przekroju przewodu ze względu na dopuszczalne spadki napięcia. Dopuszczalny spadek napięcia nie powinna przekraczać 1%.

$\Delta U\% = 2 * P * l * 100 / Y * S * U_{MPP(T_{max})}^2$ stąd $0,98\% < 1\%$ warunek spełniony.

Gdzie:

$\Delta U\%$ - obliczony spadek napięcia [%].

P – moc paneli PV w obwodzie [W].

l – długość obwodu w [m].

Y – konduktywność przewodu [$m/\Omega mm^2$].

S – przekrój przewodu [mm^2].

Na podstawie powyższych obliczeń dobrano przewód solarny DC, jednożyłowy giętki, z żyłami miedzianymi wielodrutowymi o przekroju $4 mm^2$ - do 1500 VDC Do obliczeń wykorzystano dane z katalogu producenta przewodów.

Zgodnie z powyższymi obliczeniami maksymalna długość obwodu DC wynosi dla 20 modułów w szeregu 75 m (+) i 75 m (-), aby uzyskać spadek napięcia $< 1\%$. W przypadku długich obwodów dopuszcza się maksymalny spadek napięcia $< 3\%$. Dla większej ilości modułów w szeregu należy dokonać obliczeń na etapie budowy.

10.3. Zestawienie kabli do budowy trasy elektroenergetycznej

Długości zaczerpnięto z rys. nr E/1.

LISTA KABLOWA DLA nN

L.p.	TRASA KABLA		DŁUGOŚĆ TRASY W ODCINKACH [m]	DŁUGOŚĆ RURY OSŁONOWEJ KABLI [m]	RODZAJ UKŁADANEGO KABLA	RAZEM DŁUGOŚĆ KABLA SN W ODCINKACH [m]	ZAPAS KABLA W ODCINKACH [15%]	RAZEM WYMAGANA DŁUGOŚĆ UKŁADANEGO KABLA [m]	UWAGI
	POCZĄTEK	KONIEC							
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	e1	e2	32,00		4x YKXS 1x 120mm ²	128,00	19,2	147,20	
					2x YKXS 3x 2,5mm ²	64,00	9,6	73,60	
					2x F/UTP 4x 2x 0,5mm ²	64,00	9,6	73,60	
					1x DAC G.657A1	32,00	4,8	36,80	
2.	e2	e3	53,00		4x YKXS 1x 120mm ²	212,00	31,8	243,80	
					8x YKXS 1x 95mm ²	424,00	63,6	487,60	
					2x YKXS 1x 50mm ²	106,00	15,9	121,90	
					2x YKXS 3x 2,5mm ²	106,00	15,9	121,90	
					4x F/UTP 4x 2x 0,5mm ²	212,00	31,8	243,80	
					1x DAC G.657A1	53,00	7,95	60,95	
3.	e3	e4	50,00		4x YKXS 1x 120mm ²	200,00	30	230,00	
					8x YKXS 1x 95mm ²	400,00	60	460,00	
					2x YKXS 1x 50mm ²	100,00	15	115,00	
					2x YKXS 3x 2,5mm ²	100,00	15	115,00	
					4x F/UTP 4x 2x 0,5mm ²	200,00	30	230,00	
					1x DAC G.657A1	50,00	7,5	57,50	
4.	e4	e5	15,00		4x YKXS 1x 120mm ²	60,00	9	69,00	
					8x YKXS 1x 95mm ²	120,00	18	138,00	
					2x YKXS 1x 50mm ²	30,00	4,5	34,50	
					2x YKXS 3x 2,5mm ²	30,00	4,5	34,50	
					4x F/UTP 4x 2x	60,00	9	69,00	

					0,5mm2				
					1x DAC G.657A1	15,00	2,25	17,25	
5.	e5	e6	34,00		4x YKXS 1x 120mm ²	136,00	20,4	156,40	
					8x YKXS 1x 95mm ²	272,00	40,8	312,80	
					2x YKXS 1x 50mm ²	68,00	10,2	78,20	
					2x YKXS 3x 2,5mm ²	68,00	10,2	78,20	
					4x F/UTP 4x 2x 0,5mm2	136,00	20,4	156,40	
					1x DAC G.657A1	34,00	5,1	39,10	
6.	e6	e7	47,00		2x YKXS 1x 120mm ²	94,00	14,1	108,10	
					4x YKXS 1x 95mm ²	188,00	28,2	216,20	
					1x YKXS 1x 50mm ²	47,00	7,05	54,05	
					1x YKXS 3x 2,5mm ²	47,00	7,05	54,05	
					2x F/UTP 4x 2x 0,5mm2	94,00	14,1	108,10	
					1x DAC G.657A1	47,00	7,05	54,05	
RAZEM			231,00	0,00		3997,00	599,55	4596,55	

RAZEM ZBIORCZE ZESTAWIENIE KABLI

YKXS 1x 120mm ²	954,50	m
YKXS 1x 95mm ²	1614,60	m
YKXS 1x 50mm ²	403,65	m
YKXS 3x 2,5mm ²	477,25	m
F/UTP 4x 2x 0,5mm2	807,30	m
DAC G.657A1	265,65	m

11. Normy mające zastosowanie do prac projektowych i wykonawczych

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 10.11.2006, w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać pod względem fachowym i sanitarnym pomieszczenia i urządzenia zakładu opieki zdrowotnej (Dz. U. nr 213z 2006r., poz. 1567 i 1568)
- Rozporządzenie MI z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z dnia 11 lipca 2003 r.)
- PN-IEC 60364-1:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Zakres przedmiot i wymagania podstawowe
- PN-IEC 60364-6-61:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Sprawdzanie odbiorcze
- PN-IEC 60364-4-473:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo - Środki ochrony przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC-60364-4-47:2001 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa - Postanowienia ogólne - Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym
- PN-IEC 60364-5-53:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Aparatura rozdzielcza i sterownicza
- PN92/E-08106 Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP)
- PN-IEC 60364-5-523:2001 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
- PN-IEC 60364-5-56:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Instalacje bezpieczeństwa
- PN-IEC 60364-7-701:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -Pomieszczenia wyposażone w wannę i/lub basen natryskowy
- PN-IEC 60364-4-42:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego
- PN-IEC 60364-4-43:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC 60364-4-442:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed przepięciami - Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia
- PN-IEC 60364-4-482:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych - Ochrona przeciwpożarowa
- PN-IEC 60364-4-443:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed przepięciami - Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- PN-EN 60664-1:2003 - Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania
- PN-IEC 60364-5-534:2003 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.

- PN-EN 61643-11:2002 - Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia do ograniczenia przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia. Wymagania i próby.
- PN-IEC 60364-4-45:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed obniżeniem napięcia
- PN-IEC 60364-4-46:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Odłączenie izolacyjne i łączenie
- PN-IEC 60364-5-54:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Uziemienia i przewody ochronne
- PN-IEC 60364-7-707:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych
- PN-IEC 60364-3:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ustalanie ogólnych charakterystyk
- PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przeciwporażeniowa
- PN-IEC 60364-5-51:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne
- N-SEP-E-004 - Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe - Projektowanie i budowa
- PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa – Zasady ogólne
- PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa – Zarządzanie ryzykiem
- PN-EN 62305-3:2008 Ochrona odgromowa – Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- PN-EN 62305-4:2008 Ochrona odgromowa – Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- PN-IEC 61312-1:2001 - Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
- PN-IEC/TS 61312-2:2002 - Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.
- PN-IEC/TS 61312-3:2003 - Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 3. Wymagania urządzeń do ograniczania przepięć (SPD).
- PN-EN 12464-1 - Światło i oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsce pracy we wnętrzach
- PN-EN 1838 - Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne
- PN-EN 50172 - Systemy awaryjne. Oświetlenie ewakuacyjne
- PN-E-05115 - Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
- WBO/11/BA/CNBOP - Wymagania, metody badań dla osprzętu połączeniowego do obwodów niskiego napięcia przeznaczonego do stosowania w warunkach o zaostrzonych wymaganiach przeciwpożarowych,
- SITP WP-01:2006 - Wytyczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa, które zostały pozytywnie zaopiniowane przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej pismo nr BZ-IV-0242/26/2006 z dnia 27 września 2006r. i zalecone do stosowania jako opracowanie stanowiące zbiór wymagań poszczególnych norm i przepisów dotyczących oświetlenia awaryjnego, które może być wykorzystywane zarówno przez projektantów oświetlenia awaryjnego, jak również przez osoby uczestniczące w odbiorach tych instalacji i systemów.

Oraz inne, późniejsze zastąpienia i aktualizacje.

B. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Nr rys.	Treść rysunku
E/1	Instalacje elektryczne i teletechniczne - Plan Zagospodarowania Terenu
E/2	Instalacje elektryczne i teletechniczne Schemat instalacji fotowoltaicznej
E/3	Instalacje elektryczne i teletechniczne Wpięcie instalacji PV w rozdzielnię nN Termowad
E/4	Instalacje elektryczne i teletechniczne Diagram łączenia paneli fotowoltaicznych
E/5	Instalacje elektryczne i teletechniczne Konstrukcje wsporcze paneli fotowoltaicznych
E/6	Instalacje elektryczne i teletechniczne Instalacja uziomowa

C. ZAŁĄCZNIKI

1. Oświadczenie projektantów

Na podstawie Ustawy Prawo Budowlane - *oświadczam*, że projekt zagospodarowania terenu „**Budowa instalacji fotowoltaicznej na gruncie o mocy do 420 kWp, kontenerowego magazynu energii o pojemności do 910 kWh wraz z instalacjami**” przewidziany do realizacji na działkach nr 2453/16, 2447/12, 2447/3, 2247/14, 2447/15, 2440/12, 2433/4, 2432/6, 2432/10, 2415/28, 2415/30, 2415/32, 2409/12, 2409/8, 2415/18, 2415/15, 2415/12, 2432/5 w mieście Wadowice przy ul. Młyńskiej 96, Inwestor: Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej TERMOWAD sp. z o.o., Al. Matki Bożej Fatimskiej 32, 34 – 100 Wadowice został opracowany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:	Imię i nazwisko, specjalność, nr uprawnień:	Data:	Pieczętka i podpis:
	<u>Instalacje elektryczne:</u> Mgr inż. Jacek GAWLIK spec. instalacje elektryczne nr upr. 48-Km/74	05.2026r.	
Sprawdzający:	<u>Instalacje elektryczne- sprawdzający:</u> Tadeusz JAROSIK spec. instalacje elektryczne nr upr. GP IV-63/191/75	05.2026r.	

2. Zaświadczenia i przynależności do izb

/poszerzenie upr.nr.St-121/73 z dnia 9.III.1973r.
wydanych przez Prez.R.N.m.st.Warszawy z § 9 ust.1
pkt.2 na § 9 ust.1 pkt.1 /

URZĄD MIASTA KRAKOWA

Wydział Gospodarki Przestrzennej,
Geologii i Ochrony Środowiska

Nr ewid. upraw. 48-Km/74 Kraków, dnia 7 lutego 1974 r.

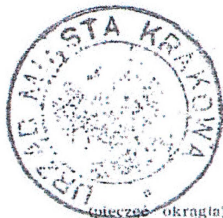
UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Na podstawie art. 18, art. 19 ust. 1 i art. 20 ust. 1 ustawy z dnia 31 stycznia 1961 roku — prawo budowlane (Dz. U. Nr 7, poz. oraz § 29 i § 9 ust.1 pkt.1 rozporządzenia Przewodniczącego Komitetu Budownictwa, Urbanistyki i Architektury z dnia 10 września 1962 r. w sprawie kwalifikacji fachowych osób wykonujących funkcje techniczne w budownictwie powszechnym (Dz. U. Nr 53, poz. 266)

Ob. Jacek G a w l i k
mgr.inż.elektryk
urodzony(a) dnia 9 lutego 1944r. w Wieliczce

O T R Z Y M U J E

w specjalności instalacji i urządzeń elektrycznych
uprawnienia budowlane do sporządzania projektów wszelkiego rodzaju instalacji i urządzeń elektrycznych wchodzących do zakresu budownictwa powszechnego.



Z up. Prezydenta Miasta
Dyrektor Wydziału

mgr inż. arch. Marian Zawia

Za zgodność z oryginałem

NDPT N.H. cs. Houtnicze 7 zam. 326/74 3.600

Kraków, dnia 13.XII.1975 r.

Nr GP IV-63/191/75

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

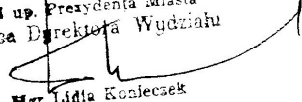
Na podstawie § 2 ust. 2 pkt. 2, § 5 ust. 2, § 7 i § 13 ust. 1 pkt. 4 lit d rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U. Nr 8, poz. 46/ stwierdza się, że Obywatel TADEUSZ JAROSIK technik elektryk urodzony dnia 10 lutego 1944 r. w Wieliczce posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta i kierownika budowy w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych.

Obywatel TADEUSZ JAROSIK jest upoważniony do:

- 1/ sporządzania projektów instalacji elektrycznych o powszechnie znanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i schematach technicznych,
- 2/ kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania elementów konstrukcyjnych instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji elektrycznych o powszechnie znanych rozwiązaniach konstrukcyjnych.

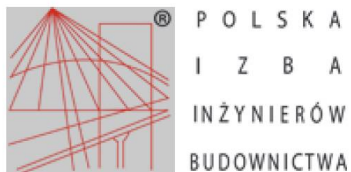
Otrzymują:

1 x Ob. Tadeusz Jarosik
Wieliczka ul.Reformacka 8
1 x a/a

W im. Prezydenta Miasta
Z-ca Dyrektora Wydziału

Mgr Lidia Konieczek

Za zgodność z oryginałem.

Kraków, dnia



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-U2U-PYT-XA1 *

Pan Jacek Gawlik o numerze ewidencyjnym MAP/IE/4882/01
adres zamieszkania ul. Orzechowa 30, 32-020 Wieliczka
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-30 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-D5D-F4I-9SP *

Pan Tadeusz Jarosik o numerze ewidencyjnym MAP/IE/6806/02
adres zamieszkania ul. Reformacka 8 A, 32-020 Wieliczka
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-11-24 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



3. Warunki TAURON