




PROJEKTOWANIE I WYKONAWSTWO ROBÓT
ELEKTRYCZNYCH I TELETECHNICZNYCH
mgr inż. Rafał Kobierowski
Ul. Dworcowa 25/6, 89-600 Chojnice
tel. 791-501-035
e-mail: rafalkobierowski@wp.pl

PROJEKT TECHNICZNY

egz. **1**

Nazwa zamierzenia budowlanego	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,88 kWp na dachu Szkoły Podstawowej im. Mariusza Zaruskiego w Pucku		
Adres obiektu budowlanego:	województwo pomorskie; gmina Puck; 84-100 Puck, ul. Przebendowskiego 27		
Kategoria obiektu budowlanego:	IX		
Identyfikator działek ewidencyjnych:	29/38, obręb Puck 0005		
Jednostka Ewidencyjna	221103_1.0005 Puck		
Inwestor/Zamawiający	 Miasto Puck ul. 1 Maja 13 84-100 Puck		
Data Opracowania	20.09.2023 r.		
Branża	Elektryczna		
Funkcja	Imię i Nazwisko	Uprawnienia/Specjalność	Podpis
Projektant	mgr inż. Rafał Kobierowski	Upr.nr. POM/0181/PWBE/19 w specjalności elektrycznej bez ograniczeń	mgr inż. Rafał Kobierowski Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacji elektrycznych i elektroenergetycznych Upr. Bud. Nr. POM/0181/PWBE/19
Chojnice 20.09.2022 r.			

OPIS TECHNICZNY

I. INFORMACJE PODSTAWOWE.**1.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA.**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt pn. „Budowa instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku Szkoły Podstawowej im. Mariusza Zaruskiego w Pucku o mocy 49,88 kWp. Instalacja fotowoltaiczna będzie produkowała energię na potrzeby własne urządzeń i istniejącej instalacji elektrycznej proporcjonalnie do aktualnych warunków pogodowych. Instalacja fotowoltaiczna (PV) wytwarzającą energię elektryczną w postaci trójfazowego prądu przemiennego 3xAC 230 V 50 Hz.

1.2 PODSTAWA OPRACOWANIA.

Projekt opracowano na podstawie:

- a) umowy na realizację prac projektowych,
- b) mapy do celów projektowych
- c) wizji lokalnej w terenie,
- d) uzgodnień branżowych
- e) obowiązujące na dzień złożenia projektu normy i przepisy.

1.3 PRZEPISY I NORMY

Podstawowe wymagania formalne dotyczące zakresu opracowania zawarte są w aktach:

a) Normy, przepisy i dokumenty techniczne

- PN-HD 60364-7-712:2016-05E Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Zasady ogólne,
- PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Zarządzanie ryzykiem,
- PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa. Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach,
- PN-EN 1991-1-4:2008 Obciążenia w obliczeniach statycznych - obciążenie wiatrem,
- PN-EN 1991-1-3:2005 Obciążenia w obliczeniach statycznych - obciążenie śniegiem,
- Karty katalogowe urządzeń certyfikowane przez akredytowane jednostki badawcze.

b) Prawo Budowlane

1. Ustawa z dnia 07.07.1994 – Prawo budowlane (Dz.U.2020 nr 89 poz.1333 z późniejszymi zmianami),

2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U.2003 nr 41 poz. 401 z późniejszymi zmianami),

c) Prawo Energetyczne

- Ustawa z dnia 10.04.1997 - Prawo energetyczne (Dz.U.2020 nr 54 poz. 833 z późniejszymi zmianami).

d) Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. 2020, poz. 961 ze zmianami)

1.4 Zakres OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje:

- Określenie sposobu montażu i łączenia modułów PV w łańcuchy,
- Określenie sposobu montażu falownika fotowoltaicznego,
- Wytyczenie i sposób wykonania tras kablowych DC oraz AC,
- Wykonanie zabezpieczeń systemu,
- Wykonanie przyłącza instalacji fotowoltaicznej do istniejącej złącza kablowego,
- Przeprowadzenie pomiarów i uruchomienie instalacji fotowoltaicznej,
- Zapewnienie systemu monitoringu instalacji fotowoltaicznej,
- Pozostałe niezbędne prace ogólnobudowlane,

1.5 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Na podstawie przeprowadzonej analizy oceny możliwości technicznych montażu instalacji fotowoltaicznej oraz na podstawie materiałów dostarczonych przez inwestora, danych dotyczących działki i zapotrzebowania na energię elektryczną, przewidziano możliwość zainstalowania instalacji fotowoltaicznej składającej się z 116 szt. modułów fotowoltaicznych (PV).

- Instalacja na dachu o mocy 49,88 kwp

Projektowane instalacje fotowoltaiczne należy podłączyć do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku. Wyprodukowana energia będzie wykorzystana na potrzeby własne budynku. W sytuacji zaniku napięcia w sieci, falownik przechodzi w tryb uśpienia, oczekując na powrót napięcia sieciowego, dzięki czemu instalacja nie ma możliwości pracy wyspowej. Przedmiotowe Instalacje fotowoltaiczne będą składały się z następujących elementów:

- moduły fotowoltaicznych wykonanych w technologii monokrystalicznej o mocy nominalnej 430 Wp każdy.
- falownika trójfazowego, beztransformatorowego o mocy: 50 kW
włącznie - dla modułów fotowoltaicznych przekształcających energię prądu stałego na energię prądu zmiennego o parametrach dostosowanych do sieci, do której falownik przekazuje nadmiar wyprodukowanej energii.
- konstrukcji systemu mocowania dla modułów fotowoltaicznych

- Rozdzielnicy PV – DC, Rozdzielnicy PV – AC, i systemu zabezpieczeń elektroenergetycznych od strony AC i DC, (zabezpieczenia przeciążeniowe i zwarciovowe, przeciwprzepięciowe).
- Okablowania i systemu połączeń.
- Uziemienia i Instalacji ekwipotencjalnej.

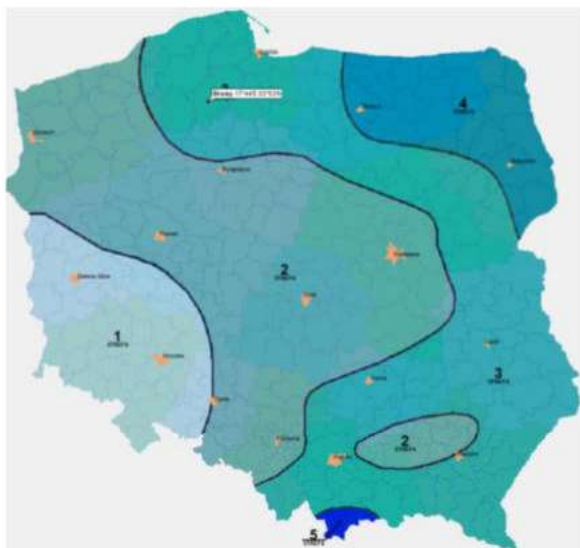
II. ANALIZA KONSTRUKCYJNA

Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.

2.1. Stan istniejący

Projektuje się budowę instalacji fotowoltaicznej na działce inwestora jako instalacja na dachu budynku. Dach budynku pokryty jest papą.

Inwestycja zlokalizowana jest na terenie III strefy obciążenia śniegiem oraz I strefy obciążenia wiatrem i wg PN -EN 1991-1-4:2008 i PN-EN 1991-1-3:2005.



Strefy obciążenia śniegiem



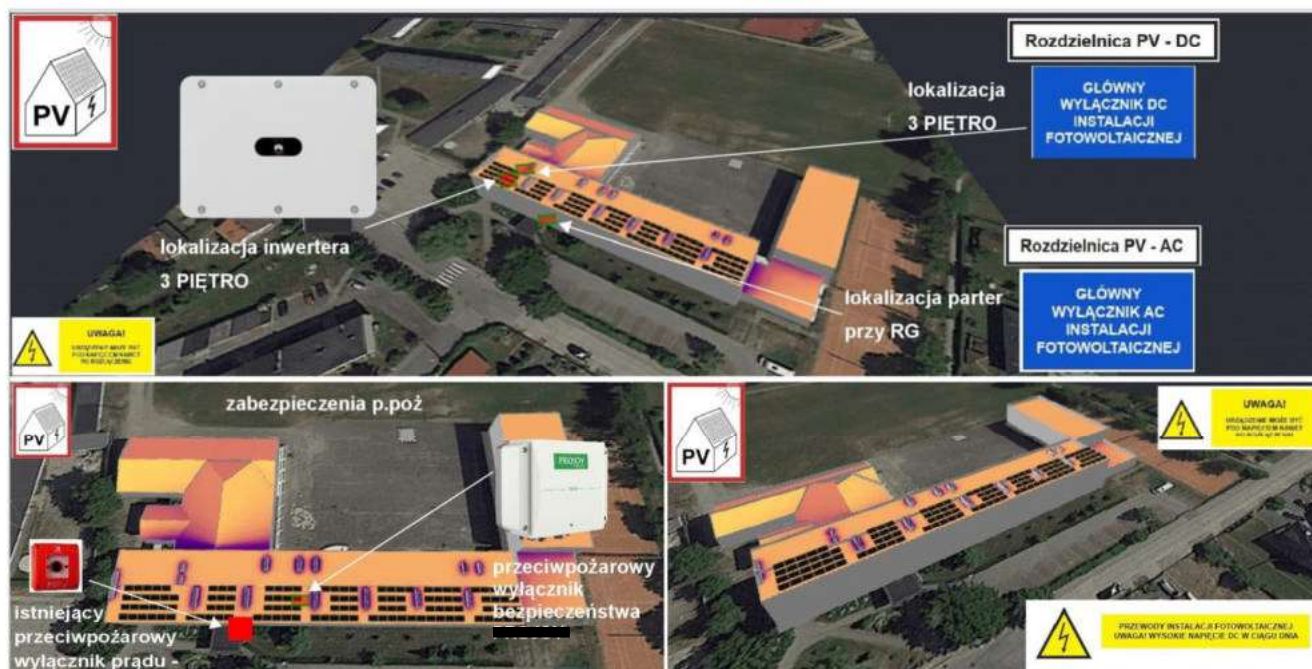
Strefy obciążenia wiatrem

2.2 CHARAKTERYSTYKA KONSTRUKCJI NOŚNEJ

Na dachu budynku projektuje się montaż paneli fotowoltaicznych w systemie dedykowanym do dachów pokrytych papą. Projektuje się ułożenie paneli na kącie nachylenia 15°. Wykonać zgodnie z wymaganiami producenta, instrukcją montażu oraz ekspertyzą techniczną.



III. SYMULACJA UZYSKÓW ENERGETYCZNYCH.



PODSUMOWANIE SYSTEMU

116 Moduły PV

1 Falownik

PODSUMOWANIE SYMULACJI

				
Zainstalowana Moc DC	Maksymalna Osiągalna Moc AC	Roczna Szacowana Produkcja Energii	Szacowana Redukcja Emisji CO2	Ekwiwalent Posadzonych Drzew
49,88 kWp	46,85 kW	47,11 MWh	36,42 t	1673
				
Max Osiągalna Moc DC	Przewymiarowanie DC/AC	Max Osiągalna Moc AC	Wskaźnik Wydajności	Indeks Wydajności
47,28 kW	95 %	50,00 kW	83 %	943 kWh/kWp

MODUŁY PV

# Moduł	Model	Szczytowa wartość mocy	Typ montażu	Orientacja	AzymutNachylenie
116		50 kWp			208° 15°
Całkowity: 116		50 kWp			

PODSUMOWANIE SYSTEMU



POBÓR




SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



Miesiąc	Produkcja z PV (kWh)	Konsumpcja (kWh)	Pobór własny (kWh)	Uciążona energia (kWh)
Sty	766	3334	685	-
Lut	1200	3334	978	-
Mar	3827	3334	1967	-
Kwi	6190	3334	2462	-
Maj	7221	3333	2677	-
Cze	7160	3333	2599	-
Lip	7150	3333	2582	-
Sie	5737	3333	2446	-
Wrz	4085	3333	2093	-
Paź	2381	3333	1551	-
Lis	832	3333	707	-
Gru	565	3333	540	-

LISTA MATERIAŁÓW (BOM)

Pozycja	Numer części	Ilość	Cena (zł)	Razem (zł)
 inwerter hybrydowy		1		

IV. INSTALACJA ELEKTRYCZNA – CZĘŚĆ OPISOWA

Użycie nazw własnych materiałów budowlanych i elektroinstalacyjnych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości komponentów instalacji. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny”.

3.1. Podstawowe założenia

Celem inwestycji jest produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcja emisji CO₂. Generatorem energii elektrycznej w przedmiotowej mikroinstalacji są półprzewodnikowe krzemowe ogniwa fotowoltaiczne, które połączone szeregowo oraz równolegle tworzą moduły fotowoltaiczne. Zadaniem modułów fotowoltaicznych jest konwersja energii promieniowania słonecznego na stały prąd elektryczny (DC). Projekt zakłada zastosowanie modułów które zostaną zamocowane na dachu.

3.2. MODUŁY FOTOWOLTAICZNE O MOCY 430W

W instalacji fotowoltaicznej zastosowano moduły monokrystaliczne o mocy nominalnej 430 Wp każdy. Zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji. Wybrane moduły fotowoltaiczne zapewniają uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym. Moduły fotowoltaiczne należy montować do precyzyjnie ułożonych szyn montażowych za pomocą klem w 4 punktach podparcia. Stosując taki system montażu, należy zachować minimum 2 cm odstęp między modułami. Dzięki wielu innowacjom technicznym zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny zapewnić uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym, a ich sprawność nie mniejsza niż 21,5%. Moduły podczas montażu zostaną połączone przewodami dedykowanymi DC w układy obwodów, a następnie układy obwodów podłączone będą do falownika. Połączenia pomiędzy obwodami DC i falownikiem należy wykonać przez rozdzielnice PV-DC z rozłącznikami i ochroną przeciwprzepięciową rozdzielnicę DC z ochroną przeciwprzepięciową oraz przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa.

Zastosowane moduły PV muszą się charakteryzować współczynnikami temperatury takimi samymi jak w karcie dołączonej do projektu.

Moduły fotowoltaiczne muszą cechować się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- 15 lat gwarancji na produkt
- 25 lat gwarancji liniowej mocy min. 84,8% sprawności w 25 roku funkcjonowania
- Certyfikowane zgodnie z CE, TUV, MCS, IEC 61215 i IEC61730

Moduły fotowoltaiczne należy połączyć w łańcuchy zgodnie z parametrami falownika fotowoltaicznego za pomocą przewodów DC o przekroju 6 mm². Na końcach każdego kabla solarnego należy zamontować końcówki dedykowane do przewodów fotowoltaicznych typu MC-4. W instalacji fotowoltaicznej można zastosować moduły fotowoltaiczne o parametrach równoważnych lub lepszych.

Moduły fotowoltaiczne mają być dodatkowo wyposażone w optyimizery.

3.3. FALOWNIKI FOTOWOLTAICZNE HYBRYDOWE

Energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do falownika. W falowniku energia będzie przekształcana na napięcie o częstotliwości 50Hz.

Trasy kablowe DC tak mocować do konstrukcji, aby nie wisiały i były prowadzone w sposób estetyczny, co też ma wpływ na późniejszą eksploatację instalacji PV i jej właściwe funkcjonowanie. Kable DC będą prowadzone od najdalej zlokalizowanych paneli aż do wejścia falownika poprzez rozdzielnicę DC.

- Falowniki, rozdzielnice DC, AC montować w pomieszczeniu budynku na ścianie. Zachować sztywność zamontowanych urządzeń. Montaż wykonać w stabilny sposób, adekwatnie do jego gabarytów i ciężaru. Poniżej falownika, rozdzielnic zamontować miejscową szynę uziemiającą.

Wyprodukowana energia w instalacji PV będzie użytkowana na potrzeby własne, a jej chwilowy nadmiar może być wprowadzony do sieci energetycznej niskiego napięcia. Będzie to możliwe z uwagi na złożone zgłoszenie mikroinstalacji do OSD po jej wykonaniu i odebraniu przez strony (inwestor/wykonawca) w oparciu o protokół końcowy. Zaprojektowane falownik musi być trójfazowy i wyposażony w wejścia MPPT.

Projektowany falownik musi posiadać możliwość podłączenia magazynu energii, następujące interfejsy USB / Bluetooth + APP, RS485, WIFI, MODBUS, ETHERNET, SMARTMETER. SMARTMETER Inteligentne urządzenie sterujące integruje falownik z siecią energetyczną, poprzez pomiar mocy oddawanej i zużywanej oraz przesyłanie tych danych do inwertera. Monitorowanie parametrów pracy zarówno lokalnie (dzięki zintegrowanemu serwerowi internetowemu) lub zdalnie (w portalu producenta) za pośrednictwem połączenia sieci LAN. AC. Inwerter musi być przeznaczony zarówno do użytku zewnętrznego jak też wewnętrznego, a stopień ochrony urządzenia musi wynosić IP65 lub lepsze.

Zastosowany inwerter musi posiadać wszystkie certyfikaty do pracy z siecią na terenie Polski. Płaskie krzywe sprawności gwarantują wysoką sprawność przy wszystkich poziomach wyjściowych, co zapewnia spójną i stabilną wydajność w całym zakresie napięcia wejściowego i mocy wyjściowej. Pomiędzy inwerterem a wewnętrzną instalacją LAN budynku ułożyć skrętkę FTP/UTP kat. 5e zapewniając stały dostęp falownika do Internetu.

3.4. OKABLOWANIE DC ORAZ AC, TRASY KABLOWE, PESZLE ORAZ MOCOWANIA ŁĄCZĄCE

Kabel stałoprądowy będzie prowadzony zaraz pod modułami łącząc jeden z drugim, a następnie grupy paneli wprowadzane na poszczególne wejścia inwertera DC/AC. Połączenie pomiędzy poszczególnymi modułami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do rozdzielni dla każdego modułu fotowoltaicznego. Połączenie pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a falownikiem fotowoltaicznym zostanie wykonane za pomocą dedykowanego kabla solarne 1 x 6 [mm²]. Trasy kablowe prowadzić wzdłuż rzędów modułów, mocując kable do konstrukcji wsporczej instalacji przy pomocy opasek zaciskowych. Przejścia kablowe wykonać w rurkach ochronnych peszel odpornych na UV. Mocowanie na powierzchni poprzez opaski lub klipsy, punkty mocujące co 50cm. Zakończenia przewodów zostanie wykonane za pomocą konektorów solarnych MC-4. Przewody solarne będą charakteryzować się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: min. 1200V DC,
- podwójna izolacja z gumy usieciowanej, bezhalogenowy, płomienioodporny,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: guma usieciowana -40/+90°C,
- powłoka: guma usieciowana M21 odporna na UV i warunki atmosferyczne,

- temperatura na powierzchni przewodu: max. 90°C po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -40°C do +90°C,

wykonując okablowanie DC, ekipa montująca będzie stosować się do następujących zasad:

- przewody prowadzone będą możliwie jak najkrótszą drogą,
- przewody nie będą naprężane podczas przeciągania,
- będzie zachowana odległości od instalacji odgromowej oraz kabli sieciowych i transmisji danych,
- przewody nie będą krzyżowane z przewodami uziemiającymi.

Kable DC instalacji montować za pomocą opasek kablowych. Kable DC z rozdzielnic DC wprowadzić do falowników. Energia elektryczna produkowana poprzez generatory fotowoltaiczne instalacji fotowoltaicznej przesyłana będzie z inwerterów przez rozdzielnicę RPV-AC do rozdzielnic głównej. Zasilenie rozdzielnic RPV-AC z rozdzielnic RG wykonać kablem YKXS 5x35mm². Kabel prowadzić w korytach stalowych. Wraz z kablem, dodatkowo poprowadzić przewód FTP/UTP kat. 5e w celu połączenia dataloggera falownika z licznikiem smartmeter, który ma zostać zabudowany w rozdzielnic głównej. Kabel zabezpieczyć w rozdzielnic głównej rozłącznikiem bezpiecznikowym typu RBK00 160A wyposażonym we wkładki bezpiecznikowe 125A gF. W rozdzielnic RPV-AC należy zabudować wyłącznik nadmiarowo-prądowy S303 B100A jako zabezpieczenie dla falownika. Zasilenie falownika z RPV-AC wykonać kablem YKXS 5x35mm².

W rozdzielnic RPV-AC zabudować ogranicznik przepięć typu 1+2 o stopniu ochrony min 1,5 kV.

3.5. ROZDZIELNICA RPV-DC

W instalacji fotowoltaicznej należy wyposażyć rozdzielnicę DC w ograniczniki przepięć DC typu 1+2.

Przy panelach, jeżeli optyimizery nie posiadają funkcji wyłączenia lub obniżenia napięcia do bezpiecznego, dodatkowo projektuje się montaż przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa. Wyłącznik ma zabezpieczać wszystkie stringi. Rozdzielnicę DC oraz przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa przytwierdzić do ściany budynku.

Przeciwpożarowy wyłącznik prądu działa automatycznie. Gdy wykryje zanik poziomu zasilania, rozłącza napięcie prądu stałego. Dotyczy to prądu pozyskiwanego z paneli fotowoltaicznych. Wyłącznik zasilic z rozdzielnic RPV-AC przewodem OWY 3x1mm² układanym w korytach kablowych. W rozdzielnic RPV-AC zabezpieczyć wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym S301 B10.

Rozdzielnica może zostać wykonana w oparciu o całościowy, prefabrykowany system spełniający wymogi normy PN-HD 60364-7-712. W celu zapewnienia poprawnej i bezpiecznej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych.

W celu zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej przed przepływem zbyt dużego prądu lub prądów zwrotnych należy zastosować rozłączniki bezpiecznikowe, jeżeli falownik nie jest w nie wyposażony. Ponieważ prąd stały jest trudniejszy do przerywania od prądu przemiennego ze względu na konieczność gaszenia łuku podczas przerywania obwodu należy stosować rozłączniki dedykowane do prądu stałego, do instalacji fotowoltaicznych o charakterystyce gPV zgodnie z normą EN 60269-6. W instalacji zastosować rozłączniki bezpiecznikowe zabezpieczające każdy ciąg (łańcuch) modułów od strony dodatniej (+) oraz ujemnej (-). Np. rozłączniki ETI Polam PCF-10.

Podstawowe parametry techniczne rozdzielnic DC:

- Prąd znamionowy: DC 20 A
- Napięcie znamionowe: DC 1 000 V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C – +120°C
- Klasa ochronności: II
- Stopień ochrony: IP65

Ochrona przeciwprzepięciowa

Instalacja PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożona jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. W związku z powyższym wymagane jest zastosowanie odpowiedniej ochrony przeciwprzepięciowej. Szczegółowe zasady doboru ochrony przeciwprzepięciowej przedstawiono w normie PN-EN 62305-2 oraz PN-HD 60364-7-712.

Ogranicznik przepięć powinien gwarantować poziom napięcia ochronnego $\leq 4\text{kV}$ oraz ochronę przed prądem wyładowczym minimum 5kA na pole. Wybrano ograniczniki przepięć DC DEHNCombo YPV SCI 1000 typ 1 + 2 kombinowany.

3.6 ROZDZIELNICA RPV-AC

Rozdzielnicę elektryczną należy zlokalizować blisko inwertera w skrzynce o klasie ochrony IP65. Rozdzielnica natynkowa, zawierać będzie zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej po stronie przemienno-prądowej.

Ochrona nadprądowa

Falownik fotowoltaiczny należy zabezpieczyć przed potencjalnym zwarcie ze strony sieci energetycznej poprzez wyłączniki nadprądowe o charakterystyce B. Zadaniem wyłącznika jest rozłączenie obwodu elektrycznego przed wystąpieniem nadmiernego wzrost temperatury żyły przewodów, a w następstwie trwałego uszkodzenie kabla lub przewodu mogącego spowodować pożar. Należy zastosować zabezpieczenie inwertera poprzez wyłącznik nadprądowy S303 B100A.

Ochrona przepięciowa

Instalacja PV ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz usytuowanie na otwartej przestrzeni zagrożona jest bezpośrednim uderzeniem pioruna. Ponadto elementy składowe instalacji fotowoltaicznej zagrożone są przepięciami indukowanymi oraz przepięciami z sieci elektroenergetycznej. W związku z powyższym wymagane jest zastosowanie odpowiedniej ochrony przeciwprzepięciowej. Szczegółowe zasady oceny ryzyka wywoływanego przez wyładowania piorunowe przedstawiono w normie PN-EN 62305-2:2012. W rozważanym przypadku ochronę przepięciową zapewnić poprzez ogranicznik przepięć typu 1+2 o stopniu ochrony min 1,5kV, prąd wyładowczy min. $I_n=12,5\text{ kA}$, maksymalny prąd wyładowczy min. $I_{max}=50\text{ kA}$. Wybrano ogranicznik przepięć DEHNshield typ 1+2 kombinowany TNS 255.

3.7 INSTALACJA UZIEMIAJĄCA

Uziemienie systemu PV ma za zadanie chronić ludzi przed porażeniem oraz instalację przed następstwami wystąpienia przepięcia lub wyładowania atmosferycznego. Odpowiednie uziemienie uzyskuje się poprzez połączenie elementów konstrukcyjnych za pomocą odpowiedniego przewodnika. Przewód uziemiający należy zamocować do ramy konstrukcji wsporczej panelu, tak aby zapewnić wymagany kontakt. Przewody uziemiające moduły prowadzić równolegle do przewodów DC, wprowadzić na szynę wyrównawczą obok inwertera. Do szyny wyrównawczej obok inwertera przewodem ochronnym uziemić ograniczniki przepięć DC i AC, Falownik. Szyna wyrównawczą uziemić spełniając wartość rezystancji $\leq 10\Omega$.

3.8 OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania, które będzie realizowane przez wyłącznik główny zlokalizowany w skrzynce przyłączeniowej lub skrzynce RPV. Elementem spełniającym wyłączenie zasilania po stronie AC i DC jest wyłącznik główny w falowniku. Odłączenie zasilania z sieci spowoduje wyłączenie falownika z uwagi na brak możliwości synchronizacji urządzenia z siecią. Ponadto przewody elektryczne stałoprądowe będą prowadzone w sposób uniemożliwiający powstanie przypadkowego zwarcia.

3.9 UWAGI KOŃCOWE

Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń przez osoby posiadające niezbędne uprawnienia. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem. Podczas prowadzenia robót należy stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne należy wykonać pod nadzorem osób uprawnionych. Wykonawca przy realizacji prac zobowiązany jest do oceny wszystkich elementów koniecznych do zrealizowania projektu, które mogą mieć wpływ na poprawne, zgodne z wiedzą techniczną funkcjonowanie obiektu. W przypadku jakichkolwiek niejasności obowiązkiem Wykonawcy jest kontakt z Projektantem, w celu ich wyjaśnienia.

Wykonawca zobowiązany jest do wykonania prac zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami technicznymi, przy uwzględnieniu dokumentacji technicznej stosowanych urządzeń. Ponadto, Wykonawca zobowiązany jest uwzględniać instrukcje producenta materiałów oraz przepisy z nimi związane, w tym również te, które uległy zmianie lub aktualizacji. W przypadku istnienia norm, atestów, certyfikatów, instrukcji, aprobat technicznych bądź świadectw niewyszczególnionych w niniejszej dokumentacji, a obowiązkowych do stosowania, Wykonawca ma obowiązek stosowania się do ich treści i postanowień. Przy wykonywaniu prac należy stosować metody, narzędzia i sposób organizacji wymagany w przepisach regulujących BHP. Wykonawca zobowiązany jest, we wszystkich przypadkach kiedy wystąpi konieczność wprowadzenia zmian projektowych, których zgodnie z doświadczeniem i wiedzą techniczną Wykonawcy, wykonanie i uzgodnienie jest niezbędne, do przedłożenia takiej zmiany do uzgodnienia bez wezwania, w takim terminie, aby decyzja Projektanta nie mogła skutkować opóźnieniem w realizacji zamówienia i prowadzeniu robót. Wszelkie konieczne do wprowadzenia na budowie zmiany w stosunku do treści projektu, powinny być uzgodnione, zaś Projektant nie ponosi odpowiedzialności za zmiany dokonane przez Wykonawcę, bez pisemnej zgody osób projektujących. Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca zobowiązany jest zapoznać się z dokumentacją, ocenić jej czytelność, spójność (dokumentacja rozumiana jako łączną całość: opis, rysunki itp.) jej wzajemne skoordynowanie, a o wszelkich zauważonych nieścisłościach niezwłocznie powiadomić Projektanta. Zgłoszenie rozbieżności w trakcie lub po wykonaniu elementu, w sytuacji kiedy istniała możliwość spostrzeżenia błędu przed przystąpieniem do prac, będzie traktowane jako wina Wykonawcy. Przed przystąpieniem do prac należy dokładnie zapoznać się z projektem a odległości i wymiary sprawdzić w terenie. W przypadku stwierdzenia odstępstw zawartości projektowej od rzeczywistości, Wykonawca zobowiązany jest niezwłocznie poinformować Projektanta. Wykonawca odpowiedzialny jest za prowadzenie robót zgodnie z uwagami zastrzeżonymi w projekcie. W przypadku zmiany materiałów potrzebnych do budowy instalacji należy dokonać niezbędnych pomiarów w tym

wymiarów budynku czy zastosowany materiał zmieści się w zakresie przedstawionym w niniejszym opracowaniu.

Opracował:

Funkcja	Imię i Nazwisko	Uprawnienia/Specjalność	Podpis
Projektant	mgr inż. Rafał Kobierowski	Upr.nr. POM/0181/PWBE/19 w specjalności elektrycznej bez ograniczeń	mgr inż. Rafał Kobierowski Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacji na energię elektryczną i sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych Upr. Bud. Nr. POM/0181/PWBE/19

20.09.2023r.

OBLICZENIA TECHNICZNE

Konfiguracja systemu fotowoltaicznego

Konfigurując system fotowoltaiczny, istotne jest obliczenie napięcia w skrajnych temperaturach oraz natężenia prądu stałego, jaki może się pojawić w obwodzie fotowoltaicznym, w skrajnym natężeniu promieniowania słonecznego. Może być ono wyższe niż deklarowane w warunkach STC. Zakłada się, że moduł może osiągać temperaturę nawet 70°C podczas upalnego dnia i rozpoczynać swoją pracę przy -25°C w mroźne poranki. Bazą do obliczeń są warunki STC, tj. natężenie promieniowania słonecznego równe 1000 W/m² i temperatura ogniw 25°C.

Moc instalacji fotowoltaicznej

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = LM \cdot P_{STC PV}$$

P_{PV} – moc instalacji fotowoltaicznej [Wp]

LM – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji [szt.]

$P_{STC PV}$ – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego [Wp]

Moc DC instalacji fotowoltaicznej wynosi $116 \cdot 0,43 = 49,88$ kW.

Moc wyjściowa falownika, jest równa $50\,000 = 50\,000$ W.

Minimalna i maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo i równolegle

Zmiana napięcia przy zmianie temperatury o 1 stopień Celsjusza

W celu poprawnego skonfigurowania systemu fotowoltaicznego w pierwszej kolejności należy określić zmianę napięcia na 1°C, według wzoru:

$$\Delta V = \beta \cdot V_{oc}$$

ΔV – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

β – współczynnik temperaturowy napięcia obwodu otwartego [%/°C]

V_{oc} – napięcie obwodu otwartego [V]

$$-0,25\% \times 37,68V = -0,0942 V / ^\circ C$$

Napięcie w skrajnych temperaturach pracy - napięcie obwodu otwartego w temperaturze -25°C

Napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu, o temperaturze -25°C, obliczono według równania:

$$V_{oc-25} = V_{oc} + (\Delta V \cdot \Delta T_1)$$

V_{oc-25} – napięcie jałowe modułu o temperaturze -25°C [V]

V_{oc} – napięcie jałowe modułu w warunkach STC [V]

ΔV – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

ΔT_1 – różnica temperatur pomiędzy warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi [°C]

$$37,68 + (0,0942 \times 50) = 42,39 V$$

Obliczone napięcie jest równe 42,39V.

Napięcie w skrajnych temperaturach pracy - napięcie w punkcie mocy maksymalnej w temperaturze 70°C

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej pojedynczego modułu, mogącego osiągać temperaturę 70°C, obliczono zgodnie ze wzorem:

$$V_{MPP+70} = V_{MPP} - (\Delta V \cdot \Delta T_2)$$

V_{MPP+70} – napięcie pracy modułu o temperaturze +70°C [V]

V_{MPP} – napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej, w warunkach STC [V]

ΔV – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

ΔT_2 – różnica temperatur pomiędzy warunkami obliczeniowymi, a warunkami STC [°C]

$$31,18 - (0,0942 \times 45) = 26,94 \text{ V}$$

Obliczone napięcie jest równe 26,94 V.

Maksymalna liczba modułów w łańcuchu

Sprawdzenie maksymalnej ilości modułów ze względu na moc generatora (50000) i dopuszczalną moc docierającą do falownika (1100V)

Moc modułu przyjęta do obliczeń 430W

U_{dcmax}- maksymalna wartość napięcia

$$n_{max} = \frac{1100V}{42,39V} = 25,95$$

W tym przypadku maksymalna ilość modułów na string wynosi 22 szt.

$$\frac{P_{GEN}}{P_{INV}} = (0,8 - 1,3)$$

$$\frac{116 \times 430}{50000} = 0,99$$

$$\frac{50000 \times 0,99}{430} = 116 \text{ modułów}$$

Dla tego rodzaju zastosowanego inwertera przyjęto 17 modułów w 6 stringach i 14 modułów w 1 stringu.

Dobór przewodów DC „moduły fotowoltaiczne – inwerter”

Długość przewodów DC od modułów fotowoltaicznych do inwertera przekracza 75 mb (na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej)

Prąd I_n = 13,98A

$$\Delta U = \frac{2 \times I \times l \times 100}{\gamma \times s \times U} (\%)$$

$$\frac{2 \times 13,98 \times 75 \times 100}{57 \times 6 \times 605,76} = \frac{209700}{207169,92} = 1,0 \%$$

Przyjęto 6,0 mm²

gdzie:

ΔU – spadek napięcia [%]

I – prąd [A]

l – długość linii [m]

γ – konduktywność elektryczna przewodnika

s – przyjęty przekrój kabla

U – napięcie [V]

Dobrano przewód DC 6 mm² do połączenia modułów fotowoltaicznych z inwerterem.

Przewody AC

Przewód prądu zmiennego AC odpowiada za odprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej obiektu i sieci elektroenergetycznej.

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej $P = 49880 \text{ W}$

Napięcie znamionowe $U = 400 \text{ V}$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} = \frac{49880}{1,73 \times 400 \times 0,95} = \frac{49880}{657,4} = 75,87 \text{ A}$$

Prąd $I_n = 75,87 \text{ A}$

gdzie:

I_B – prąd [A]

P – moc obwodu [W]

U – napięcie [V]

Warunek został spełniony.

Jako zabezpieczenie służyć będzie zamontowany w rozdzielniczy RPV-AC nadmiarowy wyłącznik instalacyjny **S303 B100A**.

Dobór kabla „inwerter - rozdzielnica RPV-AC ”

Długość kabla zasilającego od inwertera do rozdzielni RPV-AC nie przekracza 50 mb (na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej)

Prąd $I_n = 76,02 \text{ A}$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times I_B \times l \times \cos \varphi}{\gamma \times s \times U} = \frac{1,73 \times 100 \times 75,87 \times 50 \times 0,95}{57 \times 35 \times 400} = \frac{623461,73}{798000} = 0,78\%$$

Przyjęto 35 mm^2

gdzie:

ΔU – spadek napięcia [%]

I – prąd [A]

l – długość linii [m]

γ – konduktywność elektryczna przewodnika

s – przyjęty przekrój kabla

U – napięcie [V]

Dobrano kabel **YKXS 5x35mm²** do połączenia inwertera z rozdzielnicą RPV-AC.

mgr inż. Rafał Kobierowski
 Uprawnienia budowlane do projektowania
 i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
 w specjalności instalacyjnej w zakresie
 sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i
 elektroenergetycznych
 Upr. Bud. Nr. PGM/0181/PWBE/19



RYSUNEK

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA (BIOZ)

Temat/obiekt

**Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,88 kWp
na dachu budynku Szkoły Podstawowej
im. Mariusza Zaruskiego w Pucku**

Adres

**Szkoła Podstawowa im. Mariusza Zaruskiego w Pucku
ul. Przebendowskiego 27
84-100 Puck
dz. nr 29/38**

Inwestor/Zamawiający:

**Miasto Puck
ul. 1 Maja 13
84-100 Puck**

Branża:

**Elektryczna
Instalacje fotowoltaiczne**

Opracował:

Funkcja	Imię i Nazwisko	Uprawnienia/Specjalność	Podpis
Projektant	mgr inż. Rafał Kobierowski	Upr.nr. POM/0181/PWBE/19 w specjalności elektrycznej bez ograniczeń	mgr inż. Rafał Kobierowski Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych Upr. Bud. Nr. POM/0181/PWBE/19

1. Zakres robót

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- linie kablowe prądu stałego DC i zmiennego AC,
- rozdzielnie prądu stałego i zmiennego,
- przebudowa rozdzielni głównej niskiego napięcia.

2. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC i AC,
- urządzenia przekształtnikowe.

3. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 9m, podczas prac montażowych przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku i zewnętrznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych.
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów.

4. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac oraz dokonać wpisu do dziennika budowy.

5. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami.

Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach pozbawionych napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przez załączeniem napięcia.

UPRAWNIENIA, ZAŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

POMORSKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
80-369 Gdańsk, al. Rzeczypospolitej 4/153
tel. 58 324-89-77, fax 58 301-44-98
-4-

Gdańsk, 28 czerwca 2019 r.

sygn. akt. 262/POM/OKK/19

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2016 r. poz. 1725 ze zm.) i **art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c, art. 15a ust. 1 i ust. 22** ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. j. Dz. U. z 2018 r., poz. 2096 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**
stwierdza, że:

Pan Rafał Mariusz Kobierowski
magister inżynier elektrotechniki
urodzony dnia 12.12.1984 r. w Chojnicach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny: POM/0181/PWBE/19

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwołanie decyzji.

Pan Rafał Mariusz Kobierowski upoważniony jest:

I. Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 ze zm.), w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
- f) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- g) projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Pouczenie

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Gdańsku, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2018 r. poz. 2096 ze zm.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:



PRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

dr inż. Marek Wesołowski

ZASTĘPCA PRZEWODNICZĄCEGO
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

mgr inż. Maciej Malinowski

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

prof. dr hab. inż. Ziemowit Suligowski

Otrzymują:

1. Pan Rafał Mariusz Kobierowski
89-600 Chojnice, ul. Dworcowa 25/6
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-2KG-PIR-B32 *

Pan Rafał Mariusz Kobierowski o numerze ewidencyjnym POM/IE/0241/19
adres zamieszkania ul. Dworcowa 25/6, 89-600 Chojnice
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-09-01 do 2024-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-07-24 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza 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.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.