

	IMIĘ I NAZWISKO	DATA:	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	MGR INŻ. Lech Karwowski Nr uprawnień budowlanych - specjalność elektryczna: WKP/0187/PWOE/09	02.2017	<i>L. Karwowski</i>
WYKONAŁ	MGR INŻ. Kamil Adamczyk nr. certyfikatu mikroinstalatora OZE w zakresie systemów fotowoltaicznych: OZE-W/12/000059/15	02.2017	<i>K. Adamczyk</i>

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 21,45 kWp

INWESTOR: Starostwo Powiatowe w Bielsku-Białej

ADRES INWESTYCJI: ul. Piastowska 40, 43-300 Bielsko-Biała,

KRAKÓW, LUTY 2017r.

Spis treści

1.	Słownik pojęć i oznaczenia	3
2.	Załączniki	5
3.	Założenia projektowe	5
3.1.	Przedmiot opracowania	5
3.2.	Podstawa opracowania	5
4.	Opis instalacji fotowoltaicznej.....	7
5.	Przyłączenie do sieci	8
6.	Zasilanie obiektu.....	8
7.	Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne oraz dane systemu	8
8.	Układ pomiarowy	8
9.	Dobór łańcuchów modułów do falownika	9
10.	Zabezpieczenia instalacji	11
10.1.	Nastawy zabezpieczeń pod i nad napięciowych.....	11
10.2.	Zabezpieczenia nad i pod częstotliwościowe	11
10.3.	Współczynnik mocy	12
11.	Podstawowe elementy instalacji fotowoltaicznej.....	12
11.1.	Specyfikacja poszczególnych urządzeń.....	12
11.1.1.	Polikrystaliczny moduł fotowoltaiczny	12
11.1.2.	Falownik.....	13
11.1.3.	Konstrukcja wsporcza	14
11.2.	Wyłącznik główny instalacji fotowoltaicznej	15
12.	Ochrona przepięciowa.....	15
13.	Ochrona przeciwporażeniowa.....	15
14.	Instalacja połączeń wyrównawczych.....	16
15.	Monitoring instalacji fotowoltaicznej, system sterowania instalacją	16
16.	Montaż elementów instalacji fotowoltaicznej	16
16.1.	Montaż konstrukcji wsporczej.....	16
16.2.	Montaż modułów fotowoltaicznych.....	17
16.3.	Montaż falownika	17
16.4.	Wykonanie robót kablowych strony DC.....	17
17.	Pomiary.....	17
18.	Uwagi końcowe	18
19.	Uprawnienia projektanta	19

1. Słownik pojęć i oznaczenia

Azymut – kąt określający odchylenie modułu fotowoltaicznego od kierunku południowego.

Efekt fotowoltaiczny – zjawisko polegające na powstaniu siły elektromotorycznej w ciele stałym pod wpływem promieniowania słonecznego. Efekt fotowoltaiczny jest wykorzystywany w ogniwach fotowoltaicznych, urządzeniach, które produkują energię elektryczną bezpośrednio z promieniowania słonecznego.

Falownik fotowoltaiczny – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały w napięcie i prąd przemienny.

Generator fotowoltaiczny (PV) – zespół połączonych ze sobą modułów fotowoltaicznych.

Ogniwo fotowoltaiczne (ogniwo PV) – podstawowy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne.

kWp – moc w kilowatach generatora PV w warunkach STC.

Moduł fotowoltaiczny (bateria słoneczna, panel fotowoltaiczny,) – urządzenie do bezpośredniej zamiany energii słonecznej na energię elektryczną. Zbudowany z połączonych ogniw fotowoltaicznych w pełni chroniony przed wpływami środowiska.

Napięcie obwodu otwartego w standardowych warunkach próby $U_{oc\ stc}$ – napięcie w standardowych warunkach próby na zaciskach nieobciążonego modułu PV, łańcucha PV, kolektora PV, generatora PV lub po stronie DC falownika PV.

Natężenie promieniowania słonecznego – chwilowa wartość gęstości mocy promieniowania słonecznego padającego w ciągu jednej sekundy na powierzchnię jednego metra kwadratowego, prostopadłą do kierunku promieniowania. Wartość ta podawana jest zazwyczaj w W/m^2 lub kW/m^2 . Do granicy atmosfery Ziemi dociera ze Słońca w sposób ciągły strumień energii o mocy $1366\ W/m^2$ i jest to tak zwana stała słoneczna (choć nie jest do końca wielkością stałą). Natężenie promieniowania słonecznego docierające do powierzchni Ziemi ulega ciągłym zmianom, zazwyczaj w przedziale $100\text{--}800\ W/m^2$ w ciągu dnia. Najwyższe wartości notowane są w słoneczne bezchmurne dni i mogą osiągać $1000\ W/m^2$.

Nasłonecznienie – suma natężenia promieniowania słonecznego w danym czasie i na danej powierzchni, np. suma natężenia promieniowania słonecznego w czasie godziny, dnia, roku na powierzchni metra kwadratowego. Nasłonecznienie jest wielkością opisującą zasoby energii słonecznej w danym miejscu i czasie. Nasłonecznienie najczęściej wyrażane jest w Wh/m^2 , kWh/m^2 , MJ/m^2 , GJ/m^2 na dzień, miesiąc lub rok.

Instalacja wyspowa (off grid) – w tym typie instalacji energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego jest zamieniana przez falownik na prąd przemienny o odpowiednich parametrach i następnie wykorzystywana w całości na potrzeby własne obiektu. Wyprodukowana energia elektryczna nie może być sprzedawana ani odprowadzana do sieci dystrybucyjnej.

Ogniwo fotowoltaiczne (PV) – podstawowy element systemu PV, w którym następuje zamiana energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

Płatnik energii elektrycznej – osoba lub instytucja, która ma podpisaną umowę kompleksową z zakładem energetycznym na dostarczanie energii elektrycznej.

Połączenie wyrównawcze – połączenia elektryczne pomiędzy częściami przewodzącymi w celu wyrównania potencjałów (ekwipotencjalizacji).

Powierzchnia montażowa – powierzchnia rozpatrywana do wykorzystania w celu montażu instalacji fotowoltaicznej wykazująca się brakiem przeciwwskazań w tym zakresie.

Prąd zwarcia w standardowych warunkach próby/_{sc stc} – prąd zwarcia modułu PV, łańcucha PV, generatora PV w standardowych warunkach próby.

Przewód główny DC systemu PV – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV.

Przewód zasilający PV – przewód łączący zaciski AC falownika PV z obwodami odbiorczymi instalacji elektrycznej.

Punkt przyłączenia instalacji PV – punkt, w którym instalacja PV zostaje przyłączona do wewnętrznej instalacji niskiego napięcia obiektu.

Separacja podstawowa – separacja elektryczna obwodów lub separacja obwodu od ziemi za pomocą izolacji podstawowej.

Skrzynka połączeniowa generatora PV – obudowa, w której wszystkie kolektory PV są połączone elektrycznie i gdzie w razie potrzeby można umieścić zabezpieczenia.

Strona AC (prądu przemiennego) – część instalacji PV pomiędzy zaciskami AC falownika PV a punktem przyłączenia przewodu zasilającego do instalacji elektrycznej obiektu.

Strona DC (prądu stałego) – część instalacji PV pomiędzy ogniwem PV a zaciskami DC falownika PV.

System opustów – system bezgotówkowego rozliczania z zakładem energetycznym energii wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej wyprodukowanej w przydomowej elektrowni.

Układ sieci – układ elektryczny określający sposób połączenia punktu neutralnego transformatora z ziemią oraz z siecią. Występuje układ TN (układ TN-C, TN-S oraz TN-C-S), TT oraz IT.

Umowa kompleksowa – umowa obejmująca sprzedaż energii elektrycznej oraz zapewnienie świadczenia usługi dystrybucji energii elektrycznej przez jednego sprzedawcę energii na rzecz płatnika umowy kompleksowej.

Usłonecznienie jest definiowane jako liczba godzin słonecznych, czas podany w godzinach, podczas którego na powierzchnię Ziemi padają bezpośrednio promienie słoneczne. Jest to parametr opisujący głównie warunki pogodowe, a nie zasoby energii słonecznej. W Polsce średnia wieloletnia wartość usłonecznienia jest największa dla Kołobrzegu i wynosi 1624 h/rok, dla Warszawy jest to 1579 h/rok, dla Zakopanego zaś – 1467 h/rok.

Uziemienie – celowo wykonane elektryczne połączenie części urządzeń lub instalacji elektrycznej z przedmiotem metalowym znajdującym się w ziemi, zwanym uziemem.

Warunki STC – ustandaryzowane warunki, przy których wykonuje się badania modułów PV (natężenie promieniowania słonecznego równe 1000 W/m^2 , temperatura ogniwa oświetlanego modułu równa 25°C , spektrum promieniowania dla grubości atmosfery równej 1,5).

Oznaczenia

DC – prąd stały

AC – prąd przemienny

I_{sc} – prąd zwarcia modułu fotowoltaicznego

I_{mpp} – prąd w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego

V_{oc} – napięcie obwodu otwartego modułu fotowoltaicznego

V_{mpp} – napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego

STC - ustandaryzowane warunki testu modułów i ogniw PV

Wp - (wat pik) moc modułu lub grupy modułów w warunkach STC

2. Załączniki

- załącznik Z1 - schemat elektryczny
- załącznik Z3 - analiza doboru instalacji fotowoltaicznej do zużycia energii budynku

3. Założenia projektowe

Projekt instalacji fotowoltaicznej został sporządzony po wstępnym przeprowadzeniu analizy doboru mocy instalacji do zużycia energii przez obiekt do którego zostanie przyłączona. Wykresy uporządkowane z przeprowadzonej symulacji zostały przedstawione w załączniku Z3 - dobór instalacji fotowoltaicznej do zużycia energii.

3.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 21,45 kWp. Instalację zostanie zlokalizowana na parkingu należącym do Starostwa Powiatowego w Bielsku-Białej znajdującym się przy ul. Piastowskiej 40 w Bielsku-Białej.

3.2. Podstawa opracowania

- Wytyczne technologiczne dla systemów fotowoltaicznych,
- Zlecenia i wytyczne Inwestora
- Obowiązujące przepisy prawa
 - Prawo budowlane (Dz.U. 2010r. nr 243 poz. 1623 z późniejszymi zmianami),

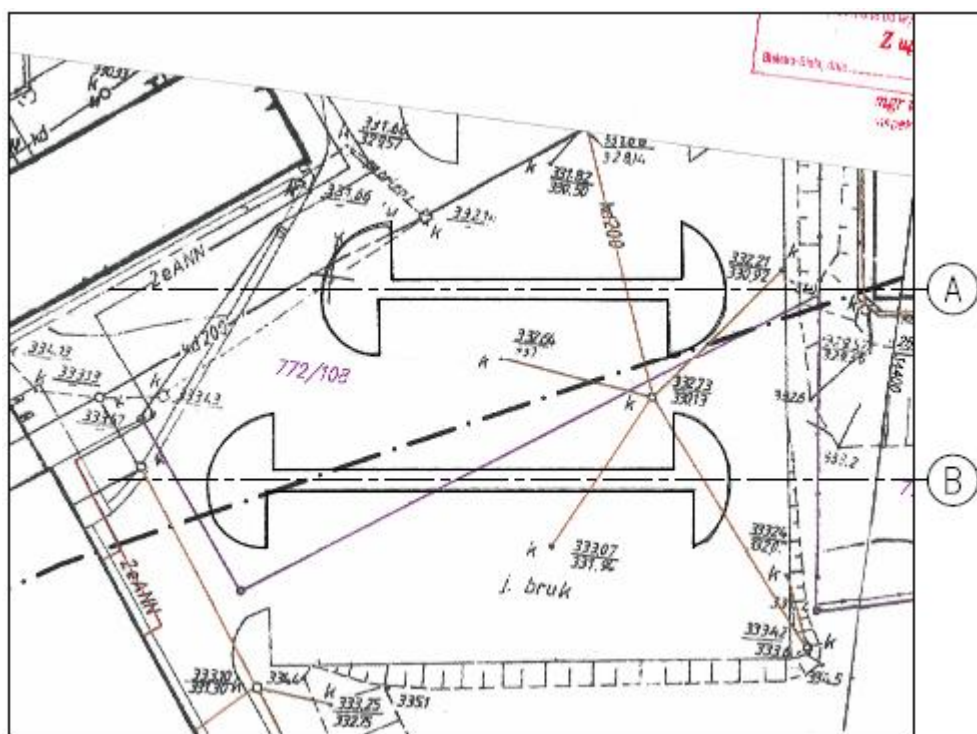
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75 poz. 690, z późniejszymi zmianami,
- Ustawa o dozorze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000, z późniejszymi zmianami,
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 81, poz. 351 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 07.06.2010r. w sprawie ochrony p. poż. budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. nr. 109 poz. 719),
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650, z 2007 r. Nr 49, poz. 330, z 2008 r. Nr 108, poz. 690),
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Poz. 462).
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - ochrona przed porażeniem elektrycznym
- PN-HD 60364-4-42:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego
- PN-HD 60364-4-43:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.
- 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 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa
- PN-HD 60364-5-51:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
- PN-HD 60364-5-56:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa
- PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymaganie dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

Jak również z innymi PN, przepisami sanitarnymi, BHP i ochrony przeciwpożarowej.

Przewiduje się, że wszystkie urządzenia i materiały nie odpowiadające wymogom zawartym w w/w rozporządzeniach, przepisach i normach nie zostaną przyjęte do użycia w obiekcie. W przypadku nieuprawnionego zainstalowania, ich demontażem, usunięciem i zastąpieniem zostanie obarczony Wykonawca.

4. Opis instalacji fotowoltaicznej

Nowoprojektowana elektrownia fotowoltaiczna zostanie zlokalizowana na parkingu samochodowym należącym do Starostwa Powiatowego w Bielsku-Białej znajdującym się przy ul. Piastowskiej 40 w Bielsku-Białej. Na rysunku nr 1 przedstawiono lokalizację instalacji fotowoltaicznej o oznaczeniu B.



Rysunek 1 Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej

Docelowa moc całkowita instalacji wynosi 21,45 kWp po stronie prądu stałego (DC) i 20 kW po stronie prądu przemiennego (AC). Wchodzące w jej skład moduły fotowoltaiczne zostaną rozmieszczone na konstrukcji wsporczej przeznaczonej do montażu na gruncie.

Kable strony DC pod modułami PV prowadzone będą bez dodatkowych osłon z kolei wiązki zbiorcze kabli strony DC prowadzone do falownika narażone na oddziaływanie promieniowania słonecznego zostaną zabezpieczone rurą osłonową karbowaną odporną na promieniowanie UV. Rura zostanie przymocowana do konstrukcji instalacji za pomocą opasek zaciskowych odpornych na promieniowanie UV. Wewnątrz budynku kable strony DC oraz AC będą prowadzone w korytkach kablowych lub rurach osłonowych wykonanych z tworzywa sztucznego. Kable umieszczone w gruncie należy zabezpieczyć przed działaniem czynników zewnętrznych za pomocą przeznaczonej do tego celu rury osłonowej.

Dodatkowo instalacja zostanie wyposażona w system inteligentnego zarządzania, który ma na celu załączenie dodatkowych urządzeń tj. grzałka elektryczna. Energia produkowana przez

instalacje fotowoltaiczną zostanie w pełni wykorzystana na potrzeby własne budynku (instalacja typu off grid). W przypadku wystąpienia wyższej produkcji w stosunku do zapotrzebowania na moc budynku urządzenie sterujące dołączone lub wbudowane w falownik załączy grzałkę, która skonsumuje nadwyżki energii. W przypadku zaspokojenia potrzeb wszystkich dostępnych odbiorników energii falownik ograniczy moc instalacji do aktualnego zapotrzebowania na moc obiektu.

5. Przyłączenie do sieci

Nowoprojektowana elektrownia fotowoltaiczna zostanie przyłączona do istniejącej rozdzielni głównej przewodem OWY 5x10 mm² bezpośrednio do szyny głównej rozdzielni budynku. Jako zabezpieczenie obwodu instalacji projektuje się wyłącznik nadprądowy 40A o charakterystyce C. Szczegóły techniczne sposobu przyłączenia przedstawione zostały na schemacie elektrycznym w formie załącznika Z1.

Zgodnie z obowiązującym prawem na przyłączenie mikroinstalacji niewymagane są warunki techniczne wydawane przez zakład energetyczny gdyż moc mikroinstalacji jest mniejsza od mocy zamówionej oraz nie przekracza 40 kWp.

6. Zasilanie obiektu

Zasilanie obiektu z sieci energetycznej Tauron Dystrybucja pozostaje bez zmian.

7. Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne oraz dane systemu

Przewiduje się, że nowoprojektowana instalacja fotowoltaiczna będzie uzyskiwała następujące ilości mocy i energii elektrycznej:

- planowana maksymalna moc wytwarzana na wyjściu AC $P_i = 20\text{kW}$
- moc instalacji po stronie modułów fotowoltaicznych $P_{pv} = 21,45\text{ kWp}$
- powierzchnia działki zajmowana przez instalację fotowoltaiczną: 123 m²
- kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych: 15 stopni
- rodzaj konstrukcji wsporczej: konstrukcja metalowa malowana proszkowo,
- przewidywana ilość wytworzonej energii elektrycznej: 19 572 kWh/rok

8. Układ pomiarowy

W celu możliwości dokonywania w przyszłości rozliczania za energię elektryczną niezbędna jest wymiana przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego licznika energii elektrycznej na dwukierunkowy lub parametryzacja obecnie zainstalowanego. Nadwyżki wyprodukowanej energii w okresie trwałości projektu dzięki systemowi zabezpieczającemu nie będą oddawane do sieci.

Falownik jest fabrycznie wyposażony w możliwość monitoringu produkcji energii elektrycznej na podstawie danych dostarczanych przez zintegrowane urządzenia pomiarowe. Dzięki temu możliwe będzie nadzorowanie pracy instalacji z dowolnego miejsca za pomocą strony internetowej.

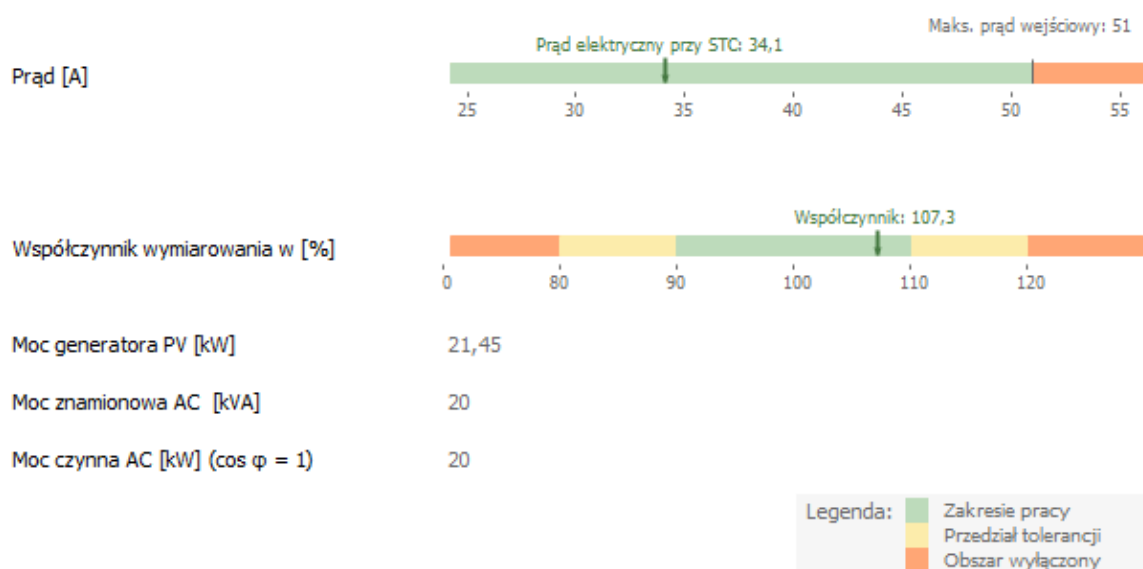
9. Dobór łańcuchów modułów do falownika

Projektuje się podłączenie modułów fotowoltaicznych do każdego falownika w następującej konfiguracji:

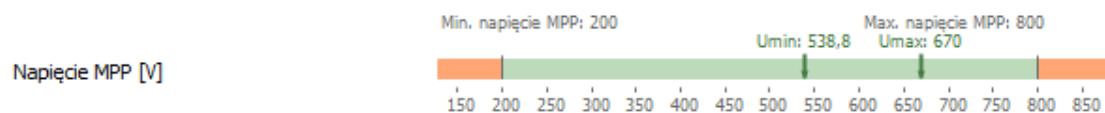
Falownik
MPP1 2x20 modułów w szeregu
MPP2 2x19 modułów w szeregu

Przy doborze konfiguracji przyjęto maksymalną temperaturę modułu PV + 70°C minimalną temperaturę pracującego modułu PV - 5°C. Minimalną temperaturę niepracującego modułu PV - 25°C.

W celu doboru konfiguracji łańcuchów modułów fotowoltaicznych do falowników dokonano analizy w programie PV*SOL Premium 2017 (R8). Wyniki przeprowadzonej analizy przedstawiono poniżej na rysunku nr 2,3,4.

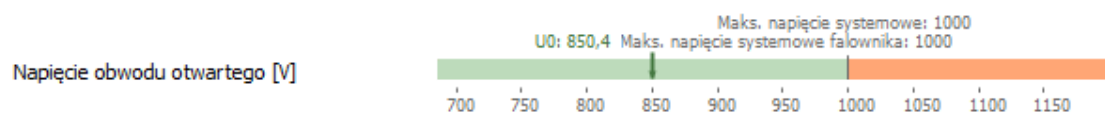


Rysunek 2 Analiza doboru modułów fotowoltaicznych do falownika

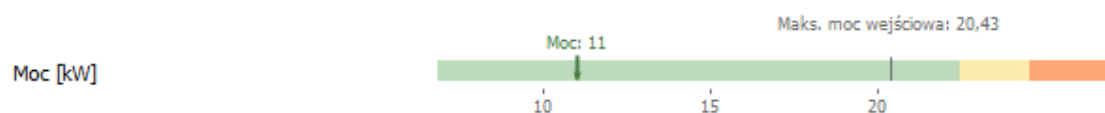


Umin przy 70 °C, 1000 W/m²

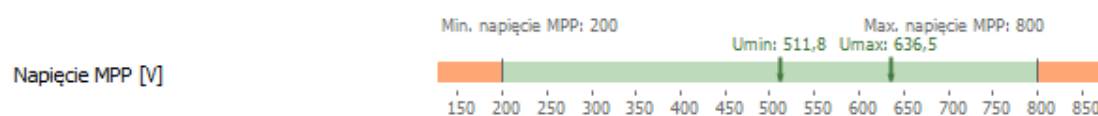
Umax przy 15 °C, 1000 W/m²



U0 przy -10 °C, 1000 W/m²

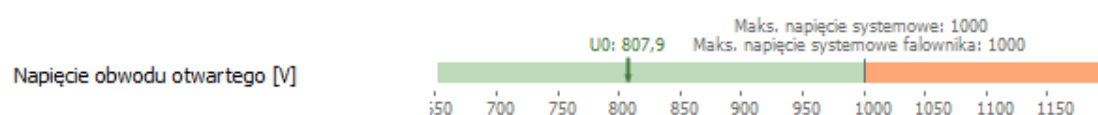


Rysunek 3 Analiza doboru modułów fotowoltaicznych do MPP 1

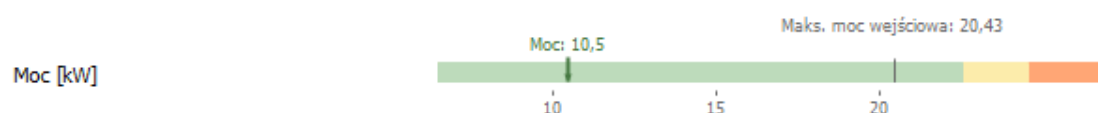
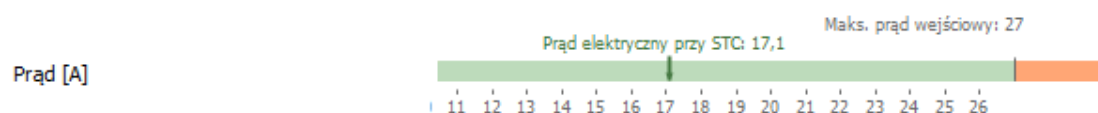


Umin przy 70 °C, 1000 W/m²

Umax przy 15 °C, 1000 W/m²



U0 przy -10 °C, 1000 W/m²



Rysunek 4 Analiza doboru modułów fotowoltaicznych do MPP 2

10. Zabezpieczenia instalacji

Po stronie AC elektrownia fotowoltaiczna zostanie zabezpieczona rozłącznikiem izolacyjnym 100 A oraz wyłącznikiem nadprądowym 40 A o charakterystyce C. Przed przepięciami od strony sieci falownik będą chronić ograniczniki przepięć typu II.

Po stronie DC instalacja zostanie zabezpieczona rozłącznikami bezpiecznikowymi o napięciu roboczym do 1000V wyposażonymi we wkładki topikowe I_n - 16 A, U_n - 1000V i charakterystyce gPV. Przewiduje się montaż rozłączników bezpiecznikowych zarówno na przewodzie plusowym jak i minusowym. Przed przepięciami od strony modułów PV falownik będą chronić ograniczniki przepięć typu II. Z uwagi na długość prowadzonych przewodów od elektrowni do falowników przekraczającą 10 m należy umieścić ograniczniki przepięć przy konstrukcji montażowej oraz w pobliżu falowników. Do bezpiecznego rozłączania instalacji po stronie DC służy rozłącznik izolacyjny zintegrowany z falownikiem.

Szczegóły zastosowanych zabezpieczeń przedstawia schemat instalacji.

Dodatkowo falownik wyposażony jest w:

- Zabezpieczenie przed pracą wyspowa
- Ochrona przed zamianą polaryzacji DC
- Monitorowanie błędów w łańcuchu generatora PV
- Kontrola izolacji strony DC i AC
- Monitorowanie prądu różnicowego

Zastosowany w tablicy rozłącznik bezpiecznikowy pozwala na odłączenie źródła wytwórczego od instalacji elektrycznej na czas prac serwisowych lub w celu trwałego odstawienia od pracy.

10.1. Nastawy zabezpieczeń pod i nad napięciowych

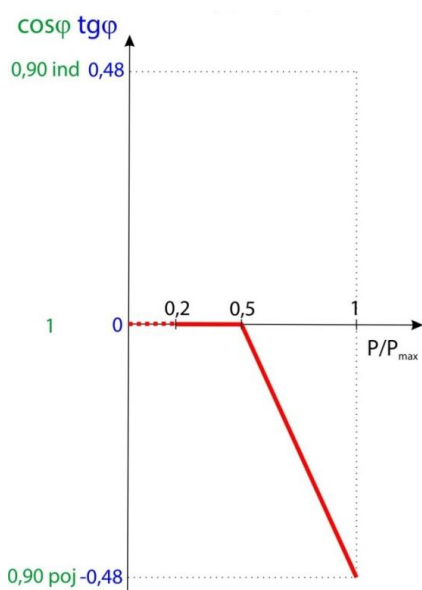
Wartość częstotliwości V	Działanie w przypadku przekroczenia
Poniżej 184 V / 320	Wyłączenie < 100 ms
Powyżej 253 V / 440	Wyłączenie < 100 ms jeżeli wartość przekroczona jest na podstawie średnich pomiarów przez 10 minut
Powyżej 264 V / 460	Wyłączenie < 100 ms

10.2. Zabezpieczenia nad i pod częstotliwościowe

Wartość częstotliwości Hz	Działanie w przypadku przekroczenia
Poniżej 47,5	Wyłączenie < 1 s
Powyżej 50,2 Hz	Wyłączenie lub redukcja moc czynnej z szybkością 40% mocy w momencie przekroczenia na każdy 1 Hz wzrostu
Powyżej 51,5 Hz	Wyłączenie < 1 s

10.3. Współczynnik mocy

Projektuje się pracę falownika ze współczynnikiem mocy $\cos \varphi = 1$ jednocześnie falownik posiada możliwość pracy zgodnie z poniższą charakterystyką.



Rysunek 5 Charakterystyka współczynnika mocy

11. Podstawowe elementy instalacji fotowoltaicznej

Projektowana elektrownia fotowoltaiczna będzie składać się z następujących elementów:

- 78 x modułów fotowoltaicznych o mocy 275 Wp każdy
- Falownik sieciowy, beztransformatorowy o mocy 20 kW
- 1 x kompletna konstrukcja wsporcza instalacji fotowoltaicznej
- pozostałe elementy takie jak okablowanie, tablica elektryczna DC

11.1. Specyfikacja poszczególnych urządzeń

11.1.1. Polikrystaliczny moduł fotowoltaiczny

Moduł fotowoltaiczny służy do bezpośredniej zamiany energii słonecznej na energię elektryczną. Na potrzeby instalacji dobrano polikrystaliczne moduły fotowoltaiczne, każdy o mocy 275 Wp. Moduły te wyróżniają się gwarancją liniowego spadku mocy w okresie 25 lat, są również zabezpieczone przed degradacją indukowanym napięciem (PID-Free). Dla instalacji planowane jest wykorzystanie 78 modułów fotowoltaicznych.

Minimalne wymagania dla modułów fotowoltaicznych zostały zestawione w poniższej tabeli:

Nazwa parametru	Wartość	Tolerancja
Technologia ogniw	Moduły polikrystaliczne 60 ogniwowe	brak

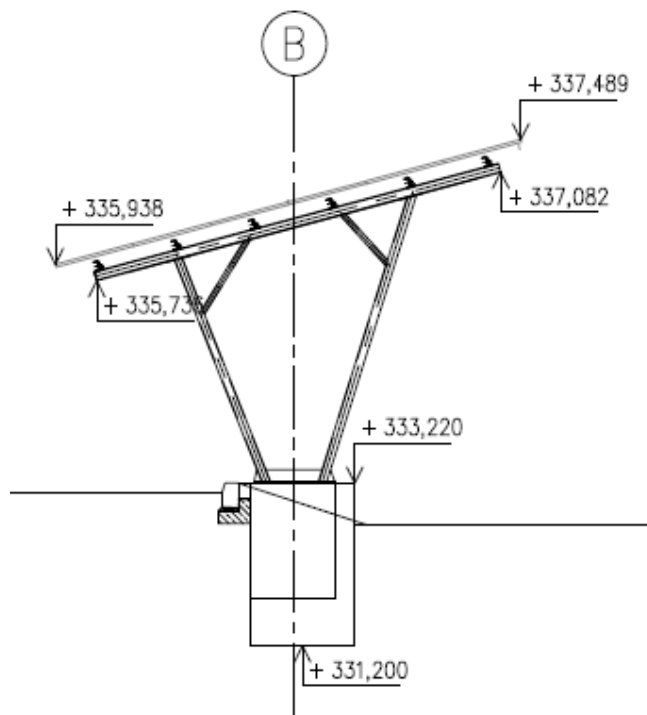
Nazwa parametru	Wartość	Tolerancja
Sprawność modułu minimum	16,20% przy wymiarach standardowych	nie mniejsze niż
Współczynnik temperaturowy dla P_{max}	0,42%/°C	nie większy niż
Współczynnik temperatury dla V_{oc}	-122 mV/K	nie mniejszy niż
Temperaturowy zakres pracy	-40 + 85	nie mniejszy niż
Moc maksymalna	275 Wp	nie mniejsza niż
Tolerancja mocy	Tylko dodatnia	+ 5 W
Maksymalne napięcie robocze	31,2 V	nie mniejsze niż
Maksymalne natężenie prądu robocze	8,53 A	nie mniejsze niż
Wymagane normy	PN-EN 61730 (2):2007, PN-EN 61215:2005	brak
Gwarancja	Minimum 10 lat (gwarancja producenta) minimum 25 lat gwarancji wydajności liniowej	brak

11.1.2. Falownik

Falownik w instalacji fotowoltaicznej jest urządzeniem zamieniającym napięcie oraz prąd stały generowany przez moduły fotowoltaiczne na napięcie i prąd przemienny o parametrach zgodnych z napięciem i prądem w sieci elektroenergetycznej. Na potrzeby instalacji dobrano falownik trójfazowy o mocy wyjściowej AC wynoszącej 20,0 kW. Falownik powinien posiadać wsparcie techniczne na terenie Polski natomiast wykonawca musi posiadać autoryzację producenta falownika jako partnera serwisowego.

Minimalne wymagania dla falowników fotowoltaicznych zostały zestawione w poniższej tabeli:

Nazwa parametru	Wartość	Tolerancja
Typ	Beztransformatorowe	brak
Liczba zasilanych faz	trzy	brak
Sprawność europejska	Powyżej 97%	nie mniejsze niż
Maksymalne napięcie wejściowe	1000 V	nie mniejsze niż
Maksymalny prąd wyjściowy	32 A	nie większy niż
Standard sieci	Minimum VDE AR-N-4105	każdy równoważny
Certyfikaty	Wszelkie wymagane przez Tauron dystrybucja	brak
Stopień ochrony (wg IEC 60529)	IP65	nie mniejsze niż
Rozłącznik DC	Wbudowany	brak
Pomiar izolacji	TAK	brak
Możliwość aktualizacji	Za pomocą nośnika USB lub	brak



Rysunek 7 Konstrukcja montażowa instalacji fotowoltaicznej

11.2. Wyłącznik główny instalacji fotowoltaicznej

Jako wyłącznik główny instalacji fotowoltaicznej projektuje się rozłącznik izolacyjny zintegrowany z falownikiem odłączający stronę DC oraz wyłącznik nadprądowy zlokalizowany w istniejącej rozdzielnicy głównej budynku rozłączający stronę AC. Szczegóły techniczne sposobu przyłączenia przedstawione zostały na schemacie elektrycznym zamieszczonym w projekcie w formie załącznika Z1.

12. Ochrona przepięciowa

Ochrona przepięciowa jest realizowana za pomocą ograniczników przepięć typ II po stronie AC i DC zainstalowanych w falownikach. Wymagana rezystancja uziemienia przewodu ochronnego $< 10 \text{ Ohm}$.

13. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona podstawowa - ochrona przed dotykiem bezpośrednim będzie zrealizowana przez:

- izolację roboczą części czynnych
- obudowy urządzeń elektrycznych

Ochrona dodatkowa - ochrona przed dotykiem pośrednim będzie realizowana przez:

- urządzenia ochronne przetężeniowe
- sieć uziemień i połączeń wyrównawczych

14. Instalacja połączeń wyrównawczych

Instalacją połączeń wyrównawczych należy objąć wszystkie przewodzące części instalacji a w szczególności:

- konstrukcję wsporczą dla modułów fotowoltaicznych;
- aluminiowe ramki paneli fotowoltaicznych
- obudowę falownika
- konstrukcje rozdzielnic

Podstawowym elementem wyrównującym potencjał generatora fotowoltaicznego będą aluminiowe szyny montażowe oraz same ramki modułów.

Uziemienie stanowić będzie uzbrojenie fundamentów wiaty. Połączenie uzbrojenia fundamentów z konstrukcją wiaty w obszarze fundamentów wykonać przez spawanie.

Główną szynę uziemiającą umieszczoną w piwnicy należy podłączyć do instalacji uziemiającej oraz zabezpieczyć przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi.

15. Monitoring instalacji fotowoltaicznej, system sterowania instalacją

Instalacji musi zostać wyposażona w system monitoringu przedstawiający dane o aktualnej produkcji mocy przez instalację oraz energii w określonych okresach czasu. Dostęp do monitoringu należy zapewnić poprzez urządzenia mobilne lub komputer. Zakup komputera lub urządzenia mobilnego jest po stronie inwestora.

Z uwagi, że instalacja fotowoltaiczna nie może przesyłać energii do sieci (instalacja typu off grid) należy wyposażać ją dodatkowo w system inteligentnego zarządzania produkcją energii, który ma za zadanie sterować zdalnie urządzeniami w celu zwiększenia zapotrzebowania na moc w danym czasie. W przypadku wystąpienia produkcji energii wyższej niż aktualna konsumpcja, urządzenie ma za zadanie załączyć grzałkę umieszczoną w zbiorniku ciepłej wody użytkowej w celu skonsumowania nadwyżek energii oraz zabezpieczenia przed wypływem energii do sieci. System będzie wyposażony w układ telemechaniki wbudowany w falownik lub dołączony podłączony do niego licznik energii oraz przekładniki prądowe zamontowane na głównym przyłączy energetycznym między falownikiem a istniejącym licznikiem energii elektrycznej obiektu. Dodatkowo urządzenie musi mieć możliwość ograniczenia mocy falownika do aktualnej konsumpcji w przypadku gdy po załączeniu grzałki produkcja będzie nadal większa niż pobór mocy przez obiekt.

16. Montaż elementów instalacji fotowoltaicznej

16.1. Montaż konstrukcji wsporczej

Montaż konstrukcji wsporczej należy wykonać zgodnie ze sztuką oraz instrukcją montażu konstrukcji.

16.2. Montaż modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować zgodnie z instrukcją montażu modułów fotowoltaicznych.

Moduły należy przenosić i układać tak, aby ograniczyć naprężenia ramki i nie dopuścić do powstania mikropęknięć w warstwie ogniwi.

16.3. Montaż falownika

Falownik należy zamontować zgodnie z instrukcją producenta oraz zapewnić dostateczną przestrzeń wokół falownika celem zagwarantowania odpowiedniego chłodzenia, które odbywa się dzięki konwekcji naturalnej. Minimalne wymagania w zakresie wolnych przestrzeni wokół falownika zostaną przedstawione w instrukcji producenta.

16.4. Wykonanie robót kablowych strony DC

Wszystkie połączenia między modułami fotowoltaicznymi oraz między falownikiem a tablicą PV należy wykonywać wyłącznie kablami typu solarnego o przekroju min. 4mm² łączonymi konektorami solarnymi MC4 odpornymi na działanie warunków atmosferycznych (minimalny stopień ochrony IP65). Połączenia wykonane za pomocą konektorów MC4 należy podwiesić do konstrukcji wsporczej lub ramki modułu opaskami zaciskowymi. Pod modułami kable solarne można prowadzić bez dodatkowych osłon. W miejscach, w których kabel będzie narażony na bezpośrednie promieniowanie słoneczne należy go poprowadzić z karbowanej rurze osłonowej odpornej na promieniowanie UV oraz warunki atmosferyczne. Kable DC w gruncie należy prowadzić w rurze osłonowej specjalnie do tego przeznaczonej.

Kable układać w taki sposób, aby ograniczyć możliwość indukowania przepięć w obwodzie modułów (nie tworzyć pętli, przewody prowadzić blisko siebie).

17. Pomiary

Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić pomiary i testy określone wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN EN 62446: 2016 t.j.

Testy i pomiary:

- kontrola systemu DC
- kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym
- kontrola strony AC
- kontrola oznakowania i identyfikacji
- testy ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych
- test polaryzacji
- pomiar napięcia obwodu otwartego
- pomiar prądu
- testy funkcjonalności
- testy rezystancji izolacji
- ochrona przeciwporażeniowa

Oraz dodatkowo pomiarów zalecanych przez normę t.j

- badanie kamerą termowizyjną
- pomiar krzywych prądowo-napięciowych łańcuchów modułów.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami - SEP E, SEP D.

18. Uwagi końcowe

Całość prac należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.

Wykonawca jest zobowiązany do zapoznania się z DTR każdego urządzenia, przed jego zamontowaniem i uruchomieniem.

Wszystkie zmiany na etapie realizacji w stosunku do zapisów w projekcie powinny zostać zawarte w dokumentacji powykonawczej w formie potwierdzonych podpisem uzgodnień.

Wszelkie zmiany materiałowe, zmiany tras prowadzenia kabli i warunków wykonania instalacji powinny zostać skonsultowane z projektantem, ew. inspektorem nadzoru, a końcowe ustalenia zmian powinny zostać zawarte w postaci potwierdzonej pisemnie notatki i załączone do dokumentacji powykonawczej.

19. Uprawnienia projektanta



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-LUB-QLN-4JW *

Pan Lech Karwowski o numerze ewidencyjnym WKP/IE/2000/01

adres zamieszkania ul. Słoneczna 6, 62-090 Kiekrz

jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-12-31.

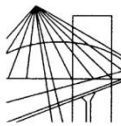
Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-12-13 roku przez:

Włodzimierz Draber, Przewodniczący Okręgowej Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 3 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1430) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* 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.





WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

sygn. akt: WOIB-OKK-EP-EW-0054-0055-69/2009

Poznań, dnia 10 czerwca 2009 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1-5, art. 12 ust. 3 i 4, art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2 oraz ust. 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.)

decyzją Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB
otrzymuje

Pan
Lech Zdzisław Karwowski

magister inżynier elektryk
kierunek: Elektrotechnika
urodzony dnia 13 lutego 1952 r. w Toruniu

UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny WKP/0187/PWOE/09

**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 odwrocie decyzji.

Pouczenie

1. Podstawą do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Przewodniczący – dr inż. Daniel Pawlicki:

Członek Komisji – dr inż. Andrzej Barczyński:

Członek Komisji – mgr inż. Szczepan Mikurenda:

Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1-5 oraz art. 13 ust. 3 i 4 ustawy Prawo budowlane Pan Lech Zdzisław Karwowski jest upoważniony w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
- kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

bez ograniczeń.

Zgodnie z § 24 ust.1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia budowlane uprawniają do 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 wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania.

Na podstawie § 15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, uprawnienia do projektowania stanowią podstawę do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie w/w specjalności.

PRZEDKODNICZĄCY
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

dr inż. Daniel Paulicki

Otrzymują:

1. Pan Lech Zdzisław Karwowski
62-090 Kiekrz, ul. Słoneczna 6
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a