

PROJEKT WYKONAWCZY

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE UL. RYNEK 9, 32-089 BĘDKOWICE

Temat	<i>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE UL. RYNEK 9, 32-089 BĘDKOWICE</i>			
	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektował:	mgr inż. Wojciech Adach	<i>MAP/0048/PWBE/15</i> <i>Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń</i>	07.2025	

Spis treści

1. Przedmiot opracowania.	2
2. Podstawa opracowania.....	2
3. Zakres opracowania.	2
4. Podstawowe założenia projektowe.	2
5. Lokalizacja i charakterystyka obiektu.	2
6. Opis systemu PV.....	3
7. Dobór urządzeń.....	4
8. Montaż modułów fotowoltaicznych.	5
9. Przyłączanie falownika do sieci elektroenergetycznej	5
10. Licznik energii	6
11. Wykonanie projektowanej instalacji.....	6
12. Ochrona przeciwporażeniowa.....	9
13. Wizualizacja parametrów systemu	9
14. Ochrona przeciwprzepięciowa.....	9
15. Instalacja połączeń wyrównawczych.....	10
16. Podstawowe normy i przepisy	10
17. Uwagi końcowe.	11
18. Obliczenia techniczne	12
19. Zestawienie materiałów	13
20. Spis rysunków.....	14

1. Przedmiot opracowania.

Tematem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej na budynku OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowie.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy 9,00 [kWp] ma na celu produkcję i przesył energii elektrycznej do istniejącej wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku OSP.

W związku z podłączeniem systemu fotowoltaicznego do sieci elektroenergetycznej zostanie dołożony system magazynowania energii przez dodatkowe urządzenia w pojemności minimum 10kWh, całość wyprodukowanej energii zostanie oddana na potrzeby budynku a nadwyżka przekazywana do sieci elektroenergetycznej

2. Podstawa opracowania.

- zlecenie Inwestora,
- inwentaryzacja budynku,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- dokumenty techniczno – ruchowe (DTR) zaprojektowanych urządzeń,
- obowiązujące przepisy, normy, warunki techniczne, standardy oraz współczesna wiedza techniczna.

3. Zakres opracowania.

Dokumentacija obejmuje:

- opis techniczny uwzględniający rozwiązania projektowe,
- schematy elektryczne połączeń paneli fotowoltaicznych z inwerterem oraz siecią elektryczną wewnętrzną,
- zabudowę paneli fotowoltaicznych dachu OSP na dedykowanej do blachy,
- instalację uziemiającą oraz połączeń wyrównawczych dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej,
- instalację ochrony przeciwporażeniowej oraz przeciwprzepięciowej dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej,
- obliczenia techniczne

4. Podstawowe założenia projektowe.

Falownik 10kW	1 szt
---------------	-------

Łączna liczba modułów PV: 18szt.

Łączna ilość optymalizatorów 18 szt.

Moc maksymalna pojedynczego modułu PV: 500W

Moc szczytowa instalacji: 9,00 kWp

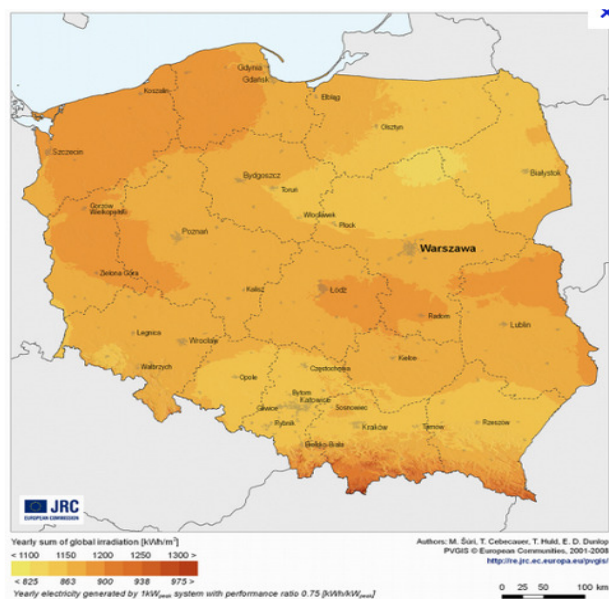
Liczba falowników fotowoltaicznych: 1 szt.

Współczynnik wykorzystania energii: 100 %

5. Lokalizacja i charakterystyka obiektu.

Charakterystyczne parametry określające wielkość obiektu

Instalacje fotowoltaiczne pozwalają na wykorzystanie energii z natury w sposób najmniej uciążliwy dla środowiska. Zdecydowano się na realizację instalacji fotowoltaicznej generującej energię elektryczną w oparciu o promieniowanie słoneczne. Instalacja wykonana zostanie na powierzchni dachu sali należącym do Inwestora.



Rys. 1. Średnia suma roczna napromieniowania na terenie Polski

Teren południowej Polski w którym realizowana będzie inwestycja cechuje się bardzo dobrymi warunkami nasłonecznienia. Średnia suma roczna napromieniowania wynosi ok. 1150 kWh/m² (rysunek nr 1). Energia produkowana przez układ fotowoltaiczny będzie konsumowana na potrzeby własne obiektu a nadwyżka przekazywana do sieci elektroenergetycznej.

6. Opis systemu PV.

Elektrownia fotowoltaiczna jest systemem, w którym następuje bezpośrednia konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zastosowane zostaną panele fotowoltaiczne w ilości:

- 9 szt. o mocy minimalnej 500 Wp na dachu OSP sekcja 1 moc 4,5 kWp
- 9 szt. o mocy minimalnej 500 Wp na dachu OSP sekcja 2 moc 4,5 kWp

pozwalające na uzyskanie łącznej mocy 9,0 kWp w warunkach standardowych STC określonych w IEC 61215 lub IEC 61646 tj. przy natężeniu promieniowania 1000W/m² oraz temperaturze modułów równej 25°C.

Instalacje fotowoltaiczne montuje się z zamiarem jej użytkowania przez najbliższe 25 lat, więc zastosowane konstrukcje są wytrzymałe na warunki atmosferyczne:

- system mocowania paneli PV na dachu budynku – konstrukcja aluminiowa, system przykręcany. Obciążenie ułożone na osiach belek konstrukcyjnych, elementy podstawowe wytworzone z tworzywa odpornego na UV i warunki atmosferyczne, elementy stalowe/aluminiowe o wysokiej odporności na korozję.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie pracowała „on-grid” tzn. równolegle do sieci elektroenergetycznej a produkcja energii elektrycznej będzie redukowała energochłonność budynku. Dodatkowo nadmiar wyprodukowanej energii będzie zmagazynowany w Magazynie Energii o pojemności min. 10 kWh.

Miejsce montażu elementów zgodnie z załączonymi rysunkami:

- panele fotowoltaiczne PV w dwóch stringach na dachu budynku,
- inwerter solarny 10K zamontowany w Kotłowni na parterze. Falownik powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2.
- rozdzielnia (RDC) na poddaszu wraz z wyłącznikiem p.poż, montaż na podłożu

niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2.

- rozdzielnia (RAC) zlokalizowanej na ścianie Kotłowni, na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2.
- Magazyn energii wysokonapięciowy o pojemności min. 10 kWh na ścianie Kotłowni, na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2.

Instalacja okablowania DC paneli fotowoltaicznych prowadzona będzie po dachu w korycie stalowym a następnie przez przepust do środka budynku do rozłącznika p.poż na poddaszu. na elewacji w rurkach ochronnych RL, korytkach. Okablowanie nie będzie narażone na uszkodzenia mechaniczne.

Instalacje okablowania AC należy wykonać listwach instalacyjnych, w miejscu przejścia przez drogi ewakuacyjne należy zastosować listwy instalacyjne i kable bezhalogenowe o odpowiedniej odporności ogniowej.

Zaprojektowano zastosowanie optymalizatorów dla każdego panelu PV. Po wyłączeniu zasilania z sieci falownika napięcie na poszczególnych kablach dla pojedynczego stringu nie przekracza 30V. Rozdzielnica wolnostojąca PV wyposażona w ochronnik i rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką 16A.

7. Dobór urządzeń.

Panele fotowoltaiczne PV wyposażone w optymalizatory:

Dobrano wysoko wydajne moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne. Moduły fotowoltaiczne muszą charakteryzować się co najmniej parametrami o następujących wartościach:

- Nominalna moc P_{mpp} (Wp) min 500
- Sprawność modułu [%] min 20
- Wymiary i waga minimalnie:
- Długość modułu (mm) 2100
- Szerokość modułu (mm) 1134

Inwerter:

Dobrano inwerter hybrydowy typu 10kW. Jest to beztransformatorowy falownik trójfazowy o mocy odpowiednio 10kW umożliwiający podłączenie magazynu energii wysokonapięciowego o pojemności min. 10 kWh.

Magazyn energii

Dobrano zaawansowany system magazynowania energii oparty na technologii akumulatorów litowo-żelazowo-fosforanowych (LiFePO₄). Dzięki modularnej konstrukcji, wysokiej wydajności i inteligentnemu zarządzaniu energią, idealnie sprawdza się w instalacjach fotowoltaicznych dla użytkowników.

- Modułowa pojemność min. 5 kWh, min. 10 kWh, z możliwością rozbudowy do większych pojemności poprzez łączenie jednostek.
- Technologia ogniw LiFePO₄, zapewniająca wyższą trwałość i bezpieczeństwo w porównaniu do standardowych akumulatorów litowo-jonowych.
- Maksymalny prąd ładowania i rozładowania do 50 A, zapewniający szybkie magazynowanie i oddawanie energii.
- 100% głębokości rozładowania (DOD), umożliwiającą pełne wykorzystanie zgromadzonej

energii.

- Modułarna budowa (1-3 moduły akumulatorowe na jednostkę sterującą), zapewniająca elastyczność w rozbudowie systemu.
- Inteligentne zarządzanie energią, dostosowujące cykle ładowania i rozładowania do aktualnego zapotrzebowania.
- Możliwość pracy w trybie on-grid i off-grid, zapewniająca niezależność energetyczną i funkcję zasilania awaryjnego (EPS).
- Stopień ochrony IP66, pozwalający na montaż zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynku.
- Zakres temperatur pracy: ładowanie od 0°C do 45°C, rozładowywanie od -10°C do 45°C, umożliwiającą stabilną pracę w różnych warunkach klimatycznych.
- Chłodzenie pasywne, eliminujące potrzebę wentylatorów i zapewniające cichą eksploatację.
- Interfejs komunikacyjny CAN, pozwalający na płynną integrację z systemami zarządzania energią.
- Standardowa gwarancja 10 lat, zapewniająca długoterminową niezawodność użytkowania.

Optymalizatory

Optymalizator mocy charakteryzuje się sprawnością na poziomie 99,5% i został specjalnie zaprojektowany do pracy z falownikami 10k. Dzięki zastosowaniu urządzenia rozwiązana jest sytuacja niedopasowania modułów lub częściowego zacienienia.

Odrębny monitoring dla każdego modułu znacznie ułatwia zarządzanie systemem. Optymalizator posiada funkcję redukcji napięcia każdego modułu - przy montażu lub w przypadku pożaru. Optymalizator zapewnia obniżenie napięcia prądu stałego do bezpiecznego poziomu poniżej 30V po wyłączeniu systemu na danym stringu.

Przeciwożarowy wyłącznik bezpieczeństwa

Zaprojektowany został wyłącznik dla odłączenia maksymalnie 4 stringów do instalacji fotowoltaicznych. Przeznaczony do bezpiecznego i nagłego odcięcia zasilania w instalacjach fotowoltaicznych w przypadku awarii i/lub pożaru. Wyłącznik przystosowany jest do montażu na czterech stringach. W przypadku pożaru ekipy gaśnicze mogą być narażone na poważne zagrożenia w związku z prądem płynącym w instalacji fotowoltaicznej (nawet po wyłączeniu przełącznika prądu stałego między falownikiem a panelami). Jeżeli strażacy wyłączyli prąd przemienny (AC) przed gaszeniem pożaru, wyłącznik bezpieczeństwa wykryje awarię sieci, a po 5 sekundach automatycznie wyłączy przełącznik izolacji. Wyłącznik powinien być zamontowany blisko panelu fotowoltaicznego, co stwarza bezpieczne środowisko dla strażaków - zmniejsza potencjalne uszkodzenia i zapewnia bezpieczeństwo systemu fotowoltaicznego. Wyłączniki mogą być stosowane bezpośrednio z panelami fotowoltaicznymi. Urządzenie resetuje się automatycznie po przywróceniu zasilania AC - wyłącznik łączy obwód bez konieczności ingerencji użytkownika.

8. Montaż modułów fotowoltaicznych.

Montaż modułów fotowoltaicznych na dachu OSP należy dokonać do elementów konstrukcyjnych dachu, poprzez przykręcenie w istniejące poszycie jak i konstrukcję obiektu. Każdy wkręt należy uszczelnić by zachować szczelności warstw.

9. Przyłączanie falownika do sieci elektroenergetycznej

Instalacja fotowoltaiczna będzie pracować na sieć publiczną (typowy układ „on-grid”). Wymaga się aby Wykonawca w imieniu Inwestora uzyskać wszelkie konieczne opinie i uzgodnienia konieczne do przyłączenia instalacji do sieci. Falownik przyłączyć do sieci dystrybucyjnej kablami bezhalogenowymi typu N2HX 0,6/1kV 5x10mm² B2Ca. Miejsce włączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej do sieci zlokalizowane jest w Rozdzielnicy głównej budynku RG.

Po skończonych pracach instalacyjnych wszystkie ubytki i uszkodzenia należy uzupełnić i pomalować.

Zabezpieczenie przed pracą wyspowa falownika oraz procedura jego synchronizacji z siecią zasilającą będzie realizowana w sposób zdecentralizowany poprzez układ automatyki przekształtnika. Po zaniku napięcia zasilającego np. wskutek zadziałania przeciwpożarowego wyłącznika prądu (PWP) falownik natychmiast przerywa produkcję energii elektrycznej.

Falownik posiada wbudowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe oraz zabezpieczenie antywyspowe, wyłączające falownik w przypadku parametrów sieci odbiegających od wartości nastawnych. Dodatkowo układ wyposażony jest w optymalizatory.

10. Licznik energii

Licznik energii zużytej/wyprodukowanej ma na celu łatwe raportowanie poprawności pracy układu. Licznik za pomocą magistrali komunikacyjnej będzie podłączony do falownika.

Licznik energii służy do monitorowania produkcji, zużycia lub importu/eksportu, oraz do ograniczania eksportu energii. Licznik musi odznaczać się wysoką dokładnością pomiaru bezpośredniego. Licznik należy podłączyć do falownika za pomocą złącza magistrali. Licznik musi być wyposażony w wyświetlacz.

Licznik powinien być podłączony za pomocą bezhalogenowego kabla przeznaczonego do pracy w magistrali szeregowej EIA/RS-485. Minimalne parametry kabla:

- Rodzaj kabla: Kable do transmisji danych
- Próba napięciowa: 2500V
- Kabel wewnętrzny
- Min. temperatura układania: -20°C
- Bezhalogenowy
- Nierozprzestrzenianie płomienia na pojedynczym kablu
- Nierozprzestrzenianie płomienia na wiązce kablowej
- Materiał żyły: żyły miedziane ocynowane
- Budowa żył roboczych: Kl.2 (wg EN 60228, IEC 60228)

Licznik zostanie podłączony do ogólnie budynkowej sieci monitorującej zużycie energii i produkcję energii.

11. Wykonanie projektowanej instalacji

Opis podłączeń paneli fotowoltaicznych do falownika

Panele fotowoltaiczne należy łączyć z przetwornicami za pomocą specjalnych kabli solarnych 0,6/1kV o przekroju 6 [mm²], posiadającymi podwójną izolację odporną na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności UV. Zastosowane okablowanie fotowoltaiczne należy się charakteryzować parametrami nie gorszymi niż:

- Maksymalne napięcie systemu PV po stronie DC (U_o/U): 1000/1500 V,
- Maksymalne napięcie systemu PV po stronie AC (U_o/U):: 1000/1000 V,
- Termiczne warunki pracy: -40oC do +90oC,
- Min. Promień gięcia: 5 x Ø
- Żyła: żyła miedziana, ocynowana, wielodrutowa, giętka klasa 5 wg EN 60228
- Powłoka: specjalna podwójnie izolowana, odporna na UV i warunki atmosferyczne,
- Kolory powłoki: czerwona, niebieska bądź czarna

Kable solarne łączyć szeregowo z panelami fotowoltaicznymi za pomocą specjalnych złączy solarnych typu MC4.

Zastosowane złącza MC4 dla okablowania DC systemu fotowoltaicznego powinno się charakteryzować parametrami nie gorszymi niż:

- Maksymalny prąd systemu PV: 30 A,
- Maksymalne napięcie systemu PV: 1000 V DC,
- Termiczne warunki pracy pomiędzy: -40°C+80°C,
- Stopień ochrony: min. IP65.

Układane kable należy prowadzić starannie aby uniknąć ocierania kabli o ostre krawędzie otworów i nie załamywać ponad dopuszczone promienie zgięcia.

Wszelkie kable montowane w instalacjach odbiorczych AC powinny posiadać izolację o napięciu znamionowym 0,6/1 [kV].

W celu zminimalizowania skutków przepięć mogących pojawić się w instalacji projektuje się ograniczniki przepięciowe zarówno dla strony DC jak i AC

Ochronniki przepięciowe

Ochronnik przepięciowy klasy I i II do zabezpieczania systemów fotowoltaiki 1000 VDC

- Ogranicznik wymienny , montaż na szynę TH
- Odpowiedni do zabezpieczania systemów DC
- Wysoka zdolność pochłaniania energii z krótkim czasem reakcji
- Przetestowany zgodnie z wymogami normy EN 50539-11
- Odpowiedni do użycia zgodnie z wymaganiami IEC 60364-7-712 / EN 50539-12
- Kodowany poziom napięcia
- Do montażu w rozdzielnicach

Ochronnik przepięciowy klasy I i II do zabezpieczania systemów zasilających 1500 VAC

- Ogranicznik wymienny, montaż na szynę TH
- Odpowiedni do zabezpieczania systemów trójfazowych AC
- Wysoka zdolność pochłaniania energii z krótkim czasem reakcji
- Przetestowany zgodnie z wymogami normy PN-EN 61643-11
- Odpowiedni do użycia zgodnie z wymaganiami PN-IEC 61643-1
- Kodowany poziom napięcia
- Do montażu w rozdzielnicach

Trasy kablowe

Kable powinny być prowadzone w odpowiednio przygotowanych i oznaczonych trasach kablowych. Należy pamiętać, że na końcach kanałów kablowych lub rurek RL, a także na odgięciach i rozgałęzieniach nie może być ostrych krawędzi, które mogą prowadzić do uszkodzenia izolacji kabli. Należy tak prowadzić trasę by była jak najmniej widoczna dla otoczenia. Dodatkowo w miejscach gdzie nie ma przewidzianego montażu paneli trasa musi być wpuszczona w elewację (ma być niewidoczna)

Główne kable i przewody zostaną prowadzone:

- w budynku w projektowanych i istniejących korytkach kablowych bez kolizji z pozostałymi istniejącymi instalacjami w budynku,

Ochrona przeciwpożarowa przepustów instalacyjnych

Przejścia instalacji elektrycznych przez elementy oddzielen przeciwpożarowych zabezpieczyć do klasy odporności ogniowej EI 120. Przejścia instalacji poprzez przepusty o średnicy powyżej 4 cm przez ściany i stropy pomieszczeń dla których wymagana jest klasa odporności ogniowej co najmniej EI 60 lub REI 60 lub wyższa a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, należy zabezpieczyć również do klasy odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia. Pozostałe przejścia instalacyjne przebiegające przez elementy oddzielen przeciwpożarowych należy uszczelnić certyfikowanymi środkami. Przejścia te mają posiadać odporność ogniową taką jak przegrody, w których są wykonane. Przepusty przez ściany zewnętrzne znajdujące się poniżej poziomu przyległego terenu należy wykonać jako gazoszczelne.

W związku z budową instalacji fotowoltaicznej należy przestrzegać następujących zasad bezpiecznej instalacji PV PPOŻ:

- Należy wykonać wyłącznik po stronie AC oraz DC, jak również szczegółowo opisać procedurę awaryjnego wyłączenia instalacji fotowoltaicznej.
- Należy stosować certyfikowane złączki MC4, rekomenduje się wykonywanie połączeń za pomocą szybkozłączy jedno typu i producenta,
- Przy podłączeniu do falownika należy używać zawsze szybko złączy dostarczonych przez producenta falownika,
- Okablowanie strony DC należy wykonać z wzmocnionych podwójnie izolowanych kabli solarnych zapewniających podstawową ochronę przed porażeniem prądem oraz pożarem,
- Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń. W trakcie funkcjonowania instalacji nie mogą być nigdy poddawane mechanicznemu naprężeniu. Należy unikać kontaktu z ostrymi krawędziami lub porysowaniem na szorstkim podłożu.
- Należy zapewnić oznaczenie instalacji PV, pozwalające na identyfikację elementów instalacji fotowoltaicznych oraz umożliwić ich bezpieczną eksploatację oraz serwis.
- Kable i przewody należy prowadzić w odpowiednio przygotowanych i oznaczonych trasach kablowych, dodatkowo okablowanie powinno być zabezpieczone przed uszkodzeniem w miejscach przejścia przez elewację, ścianę lub w pobliżu elementów mogących uszkodzić izolację.
- Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić badania kamerą termowizyjną, która pozwoli na wykrycie ewentualnych nieprawidłowości,
- Należy wykonać pomiary instalacji i sprawdzić poprawność działania systemu PV. Po wykonaniu pomiarów należy przestawić stosowne protokoły podpisane przez uprawnionego pomiarowca i kierownika robót posiadającego stosowne uprawnienia budowlane w specjalności elektrycznej.
- Wykonawca zobowiązany jest to przeszkolenia pracowników z obsługi systemu PV, przygotować wizualizację systemu wraz z zainstalowaniem/skonfigurowaniem oprogramowania na wskazanych komputerach.
- Falownik będzie się łączył z ogólnodostępną siecią komputerową za pomocą protokołu WI-Fi bądź dedykowanego kabla sieci strukturalnej podpiętego bezpośrednio do urządzenia.

Instalację PV należy uziemić i skutecznie podpiąć pod istniejący uziom. W tym celu należy podłączyć LSU do bednarki tak aby wartość uziemienia była mniejsza niż 10Ω.

Po podłączeniu do uziomu należy wykonać pomiary rezystancji uziomu, w przypadku nie uzyskania wymaganej wartości należy rozbudować instalację o uziom pionowy. Instalację należy rozbudować w stopniu gwarantującym odpowiednią wartość rezystancji uziomu. Uziom należy połączyć w złączach kontrolnych z przewodami odprowadzającymi za pomocą śrubowych zacisków probierczych.

12. Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja po stronie AC

Dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji instalacji PV zaprojektowano układ sieciowy pracy w TN-S (z oddzielnym przewodem ochronnym PE w całym układzie pracy).

Ochrona podstawowa realizowana jest przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ponadto, umieszczenie paneli fotowoltaicznych na dachu sali zapewnia ograniczony dostęp do elementów systemu.

Ochrona przy uszkodzeniu, która jest odpowiednikiem ochrony przy dotyku pośrednim, zostanie zrealizowana poprzez:

- samoczynne wyłączenie zasilania (zastosowanie w obwodach odbiorczych aparatury zabezpieczającej: wyłączników nadprądowych, bezpieczników),
- izolacja podwójna lub wzmocniona,
- urządzenia II klasy ochronności.

Należy przewidzieć ochronę uzupełniającą poprzez dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne.

Zastosowane przekroje przewodów, zabezpieczenia zwarciovowe zapewnią skuteczność ochrony zgodną z PN-HD 60364.

Instalacja po stronie DC

Ochrona przy uszkodzeniu, która jest odpowiednikiem ochrony przy dotyku pośrednim, zostanie zrealizowana poprzez:

- izolację podwójną lub wzmocnioną
- urządzeń II klasy ochronności,

Należy przewidzieć ochronę uzupełniającą poprzez dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne.

Przed oddaniem instalacji do eksploatacji należy sprawdzić pomiarami skuteczność ochrony przeciwporażeniowej

13. Wizualizacja parametrów systemu

Oprogramowanie zastosowanego falownika umożliwia podgląd parametrów i pomiarów wyprodukowanej energii i zaoszczędzonych emisji CO₂ z poszczególnych paneli PV.

14. Ochrona przeciwprzepięciowa

Ze względu na możliwość oddziaływania części prądu piorunowego na instalację wewnątrz budynku, przewody biegnące od modułu PV do wnętrza powinny być zabezpieczone ogranicznikiem przepięć.

Zastosować należy ochronnik przeciwprzepięciowy typu 1 i 2, które należy zamontować w projektowanej rozdzielnicy (RDC).

Zastosowany ochronnik należy się charakteryzować parametrami nie gorszymi niż:

- Maksymalny prąd wyładowczy I_{max} : 40 kA
- Znamionowy prąd wyładowczy I_n : 15 kA
- Znamionowe napięcie sieci U_c (V napięcie stałe): 1000V DC

15. Instalacja połączeń wyrównawczych

Projektuje się lokalne szyny wyrównawcze w tablicy RDC.

Podłączone do niej zostaną:

- główna szyna wyrównawcza budynku,
- ramy modułów fotowoltaicznych,
- metalowa konstrukcja mocująca systemu fotowoltaicznego,
- ochronniki przeciwprzepięciowe,
- metalowe elementy obudowy urządzeń instalacji telekomunikacyjnej oraz elektroenergetycznej,

W celu wyrównania potencjałów elektrycznych między ramą panelu i szyną oraz rzędami modułów, zaleca się stosowanie podkładki uziemiającej z klemą środkową i zacisk uziemiającego do kanału montażowego szyny. W połączeniu z przewodem uziemiającym, rozwiązanie umożliwia uziemienie części zewnętrznej instalacji.

Przewody ochronne, ochronno-neutralne, uziemienia ochronnego lub ochronno-funkcjonalnego oraz połączeń wyrównawczych powinny być oznaczone dwubarwnie, barwą zielono-żółtą. Kable uziemiające ułożone na zewnątrz budynku muszą być odporne na działanie promieniowania UV.

Ze względu na bezpieczeństwo osób m.in. pracowników zakładu, pracowników remontowych, strażaków należy przewidzieć odpowiednie oznakowanie budynku wyposażonego w instalację fotowoltaiczną PV.

16. Podstawowe normy i przepisy

1. PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
2. PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik
3. PN-EN 61724:2002 Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego -- Wytyczne
4. 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
5. PN-EN 50521 Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych -- Wymagania bezpieczeństwa i badania
6. PN-EN 50438:2014-02 Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia
7. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane – (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami)
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z nowelizacją z dnia 12 marca 2009 r. (Dz.U nr 56, poz. 461 z późn. zmianami)
9. PN-HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 1: Wymagania

podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje

10. 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
11. PN-HD 308 S2:2007 Identyfikacja żył w kablach i przewodach oraz w przewodach sznurowych
12. PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie
13. PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
14. PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja - Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów
15. PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja - Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi
16. PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed przepięciami - Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
17. 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
18. PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Aparatura rozdzielcza i sterownicza
19. PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 6: Sprawdzanie
20. Norma SEP N SEP-E-001. Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia.
21. Norma SEP N SEP-E-004. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

17. Uwagi końcowe.

- UWAGA! Obecność instalacji fotowoltaicznej na obiekcie oznakować zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05,
- Wykonawca przygotowuje uzupełniony wniosek tj. zgłoszenie mikroinstalacji o przyłączaniu do sieci dystrybucyjnej ZE oraz przygotowuje zgłoszenie do PSP o wykonaniu instalacji fotowoltaicznej
- Wszelkie niezgodności z projektem należy uzgodnić z GP i Inwestorem,
- Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych,
- Prace wykonawcze realizować zgodnie z prawem Budowlanym z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP,
- Prace wykonywać pod nadzorem osób uprawnionych,
- Wszelkie odstępstwa od projektu zgłaszać Inwestorowi, a uzgodnione zmiany wprowadzać wpisem do dokumentacji technicznej i dziennika budowy,
- Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej a po zakończeniu prac powinien opracować projekt powykonawczy do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów. Prace wykonawcze skoordynować z pozostałymi branżami,
- Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji

technicznej wykonania robót,

- Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE certyfikaty lub deklaracje zgodności,
- Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować. Przy sporządzeniu wyceny projekt należy rozpatrywać w całości - opis + część graficzna,
- W opracowaniu podano rozwiązania i wymagania zaakceptowane przez Zamawiającego,
- Zamawiający dopuszcza stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i uzyskania akceptacji Głównego Projektanta na etapie przetargu,
- Należy stosować aparaty, urządzenia i osprzęt instalacyjny o parametrach technicznych nie gorszych jak zaproponowane w niniejszym opracowaniu.
- Każdy punkt dostępu do części pod napięciem po stronie prądu stałego DC (rozdzielnice, skrzynki połączeniowe) muszą mieć tabliczkę ostrzegawczą informującą, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być pod napięciem nawet po odłączeniu od inwertera DC/AC. Tabliczkę należy oznaczyć i opisać w języku polskim na przykład tekstem: "INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA DC - Części czynne mogą pozostawać pod napięciem nawet po odłączeniu od inwertera DC/AC".

18. Obliczenia techniczne

Obliczenie dopuszczalnego napięcia na zaciskach łańcuchów paneli PV

Dopuszczalny zakres napięcia wejściowego do przetwornicy (falownika), dla każdego z łańcucha wejściowego wynosi 1000V DC. Napięcie to dla określonej ilości paneli PV zmienia się nieznacznie wraz ze zmianą promieniowania słonecznego. Istotny za to wpływ na zmianę napięcia ma inny czynnik atmosferyczny jakim jest temperatura pracy. Wartość znamionowego napięcia modułu fotowoltaicznego podają się dla optymalnych warunków pracy określanych przy temperaturze 25° C – wraz ze spadkiem temperatury otoczenia panelu PV wzrasta wartość napięcia szeregowo połączonych paneli PV.

Wartość napięcia rozwarcia (jałowego) jednego panelu w warunkach STC wynosi: $U_{oc} = 49,60V$

Planuje się połączenie szeregów łańcuchów odpowiednio po 9 szt., czyli w najdłuższym łańcuchu szeregowo połączonych paneli fotowoltaicznych w rozpatrywanych systemie paneli zamontowanych znajduje się 9 modułów PV

Dobór falownika

Przyjmuje się falownik 10KW.

Napięcia te są w zakresie zasięgu napięć MPPT dobranego falownika (200-1000V).

Moc dobieranego falownika musi spełniać następującą zależność:

$$\frac{P_{GEN.PV}}{P_{INV}} = (0.8 \div 1.2)$$

Dobór przekroju kabli solarnych, stałoprądowej części instalacji

Minimalny przekrój kabli w instalacji od paneli do inwertera możemy obliczyć, przy założeniu maksymalnych liniowych spadków napięcia nie większych niż 1% ze wzoru:

$$\Delta U = \frac{P \cdot l \cdot 100}{U^2 \cdot \gamma \cdot S}$$
$$S_{min} = \frac{P \cdot l \cdot 100}{U^2 \cdot \gamma \cdot \Delta U_{max}} = 2,4mm^2$$

gdzie:

P - moc paneli w warunkach STC [W]

l – całkowita długość obwodu (stringu) [m]

S_{min} –minimalny przekrój przewodu [mm²]

γ – konduktywność (przewodność właściwa) przewodu [m/ Ω·mm²]

U – napięcie w obwodzie

ΔU_{max} – dopuszczalny spadek napięcia w obwodzie [%] = 1%

Kable pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a falownikami projektuje się jako kabel solarny o przekroju 6 [mm²], o obciążalności prądowej długotrwałej I_{dd}= 57A czyli większym niż maksymalny prąd rozwarcia w obwodzie.

Spadek napięcia dla dobranego przekroju: ΔU=0,4%<1%.

Dobór przekroju kabli elektroenergetycznych, zmiennoprądowej części instalacji

Doboru przekroju kabli i przewodów dokonano w oparciu o kryteria obciążalności długotrwałej – sprawdzenie zabezpieczenia przewodów przed skutkami przeciążeń.

Warunki prawidłowego zabezpieczenia kabli przed skutkami przeciążeń:

1) $I_b \leq I_n \leq I'z$

2) $I_2 \leq 1,45 \cdot I'z$

19. Zestawienie materiałów

L.p.	Nazwa materiału	Jednostka	Ilość
1.	Konstrukcja wsporcza dla paneli PV montaż przykręcany do belek na dachu	kpl.	1
2	Falownik solarny 10kW	kpl.	1
3	Panel monokrystaliczny 500W	szt.	18
4	Optymalizator mocy dedykowany do paneli i falownika	szt.	18
5	Złączki MC4	szt.	40
6	Szafa elektryczna RDC wyposażona zgodnie jak schemat	kpl.	1
7	Ochronniki DC	kpl.	2
8	Ochronniki AC	kpl.	1
9	Rozłącznik PV 16A	kpl.	2
10	N2XH 5x10mm B2Ca	mb	57
11	Kabel solarny 6mm ²	mb	320
12	Rozłączniki bezpiecznikowe w rozdzielnicy RG 20A	kpl.	1
13	Rura RLHF 25 z elementami montażowymi	kpl.	1
14	Kabel U/UTP LSHF kat. 6	mb.	75
15	Listwa elektroinstalacyjna	kpl.	1
16	Elementy montażowe	kpl.	1
17	Magazyn energii o pojemności min. 10 kWh	kpl.	1
18	Licznik energii CAN	Kpl.	1
19	Wyłącznik pożarowy DC	Kpl.	1

20. Spis rysunków

SCHEMAT ZASADNICZY UKŁADU ZASILANIA	rys nr E-01
SCHEMAT POŁĄCZENIA INSTALACJI PV	rys nr E-02
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV PARTER	rys nr E-03
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV PIĘTRO	rys nr E-04
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV PODDASZE	rys nr E-05
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV DACH	rys nr E-06

Kraków, Lipiec 2025r.

(miejscowość, data)

Wojciech Adach

(imię i nazwisko)

Ul. T. Kościuszki 12C,

32-086 Bosutów

(adres)

MAP/0048/PWBE/15

(nr uprawnień budowlanych)

MAP/IE/0386/15

(nr członkowski izby zawodowej)

Oświadczenie

Zgodnie z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. „Prawo Budowlane” (Dz. U. z 2020 r. poz. 1333, 2127., z późn. zm.), zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 tej ustawy **oświadczam jako projektant/sprawdzający**, że projekt wykonawczy branży elektrycznej.:

Nazwa: **INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9,
32-089 Będkowiec**

Inwestor: **Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1, 32-085 Szyce**

sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

.....
(pieczęć i podpis projektanta)

The diagram illustrates the electrical connections for a fire alarm system, divided into two main sections: **CZĘŚĆ DOBUDOWANA** (Newly Built Part) and **CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA** (Existing Part).

CZĘŚĆ DOBUDOWANA (Newly Built Part):

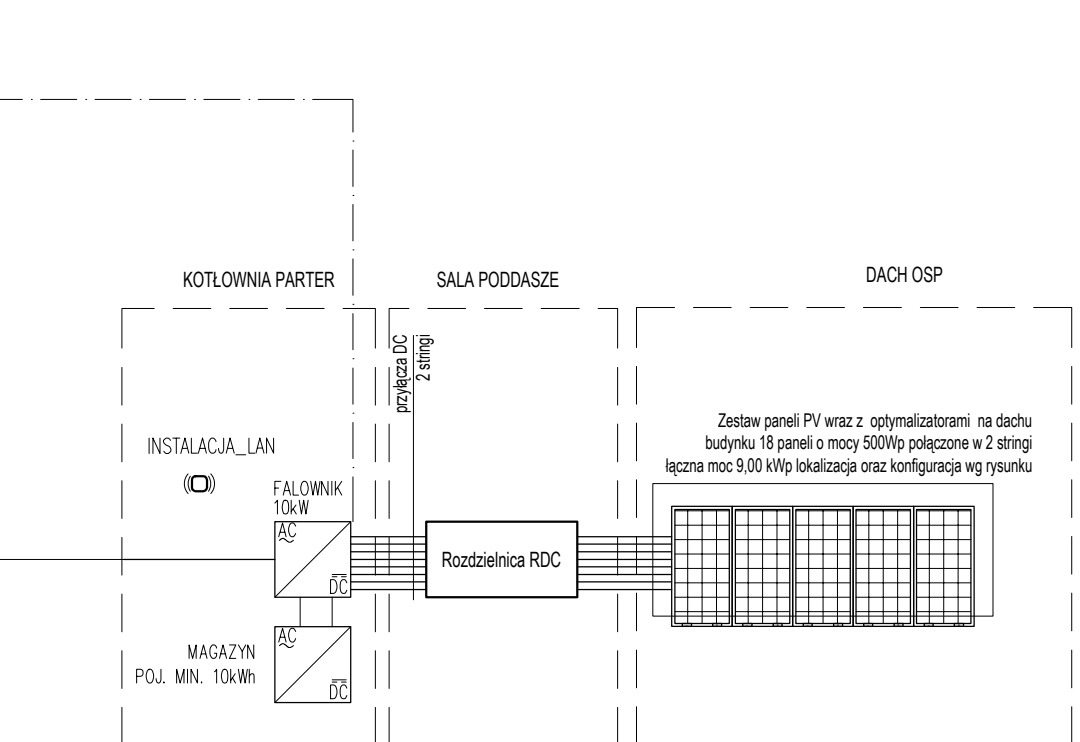
- Power supply: $N2XH\ 5 \times 10mm\ B2Ca$ and RAC .
- Protection: A $20A$ circuit breaker and a $3f$ (3-phase) switch.
- Control Unit: $S311\ C-6A$ fire alarm control unit.
- Alarm Device: $3 \times L301$ fire alarm bell.
- Grounding: $0x$ and $3x$ grounding points.
- Label: \varnothing (diameter symbol).

CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA (Existing Part):

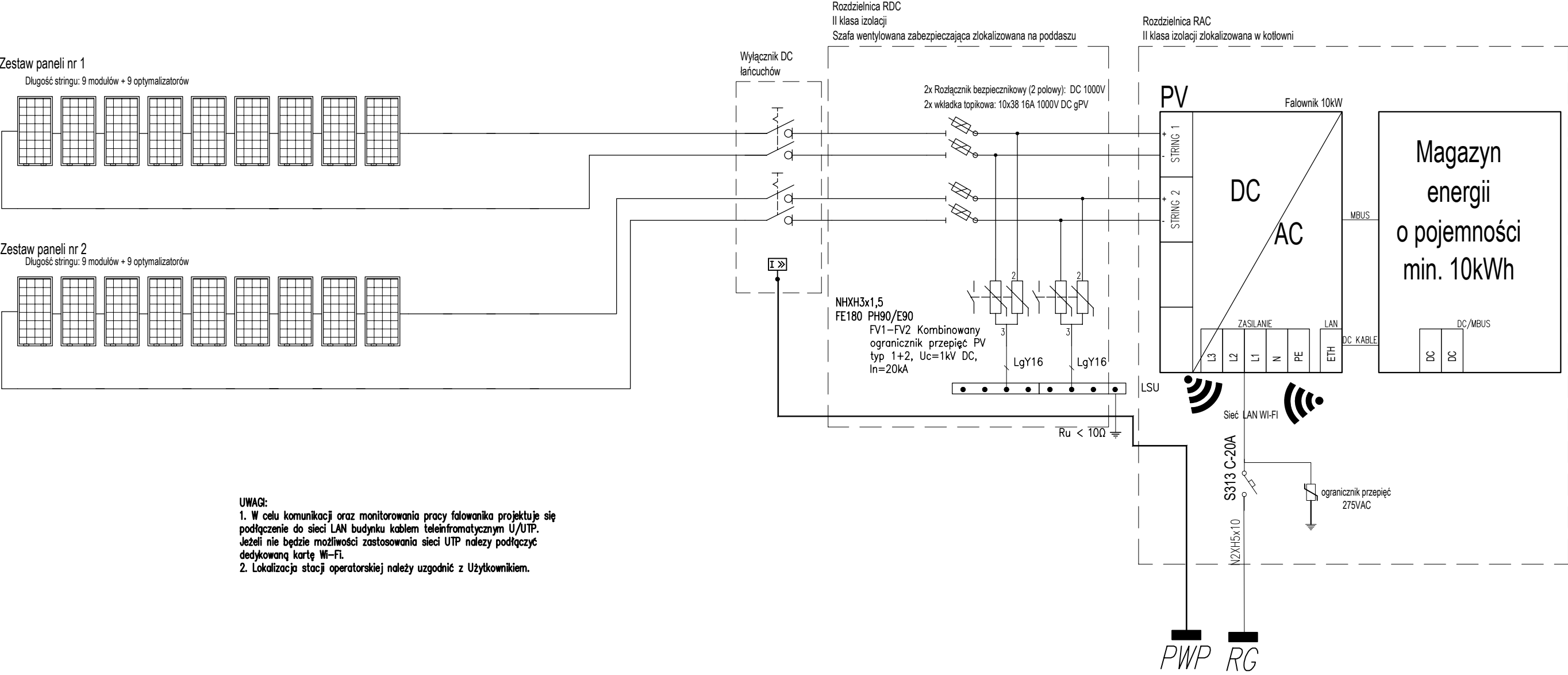
- Power supply: $1+2,\ 1,5kV$.
- Protection: $Ru < 10\Omega$ (resistance).
- Control Unit: PWP (Fire Alarm Control Unit).
- Alarm Device: $3 \times L301$ fire alarm bell.
- Grounding: $0x$ and $3x$ grounding points.
- Label: \varnothing (diameter symbol).
- Label: $WŁZ\ z\ ZK$ (Fire Alarm Control Unit with ZK).
- Label: $Istniejące okablowanie$ (Existing wiring).

Connections:

- The **CZĘŚĆ DOBUDOWANA** section is connected to the **CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA** section via a $1+2,\ 1,5kV$ line.
- The **CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA** section is connected to the **CZĘŚĆ DOBUDOWANA** section via a $1+2,\ 1,5kV$ line.
- The **CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA** section is connected to the **CZĘŚĆ DOBUDOWANA** section via a $1+2,\ 1,5kV$ line.

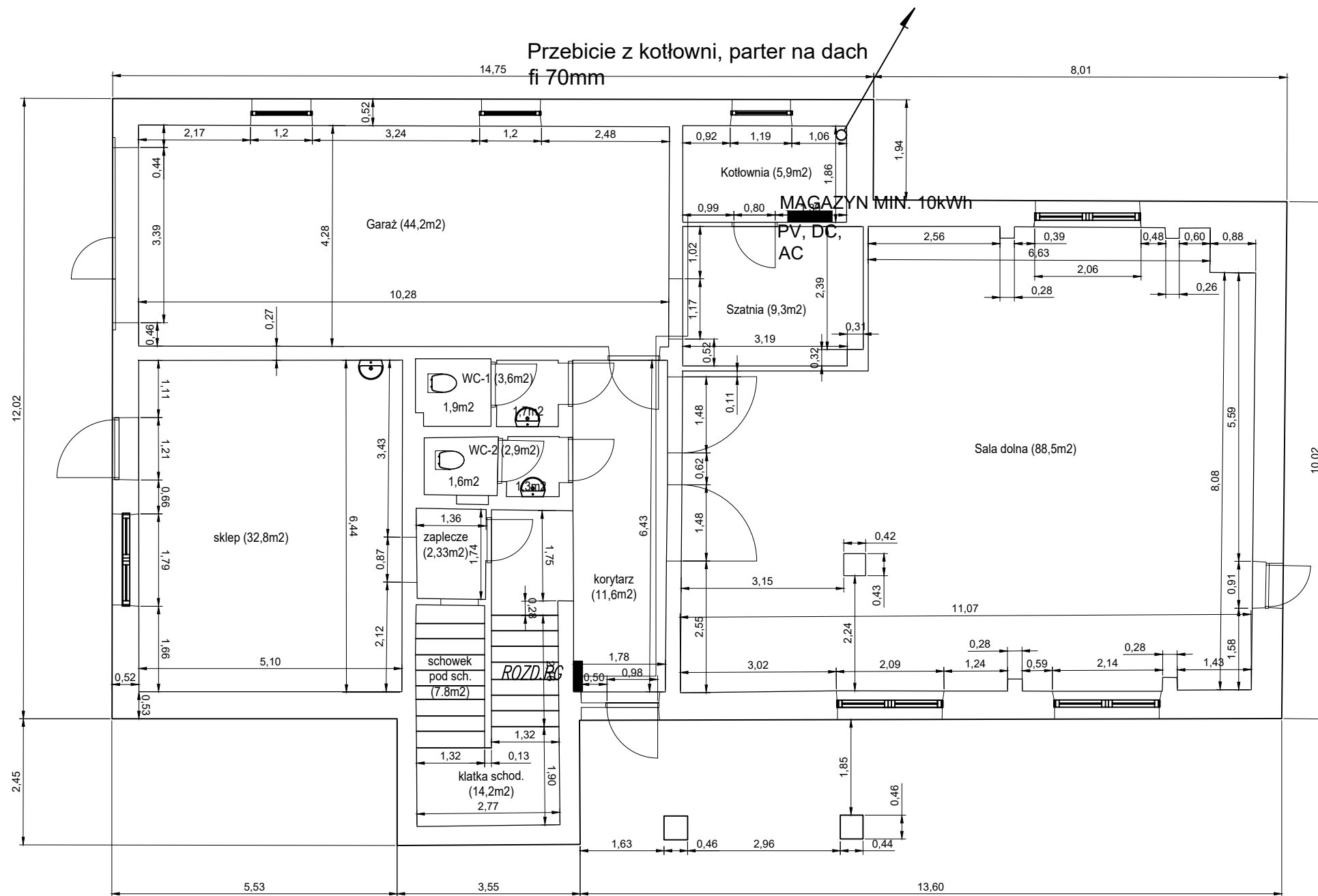
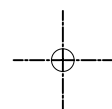


Temat	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowiec	Nr rys.	E-01
		Skala	
Inwestor	Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1 32-085 Szyce		
Treść rysunku	SCHEMAT ZASADNICZY UKŁADU ZASILANIA	Data	Lipiec 2025
Projektował	mgr inż. Wojciech Adach upr. bud. MAP/0048/PWBE/15	Podpis	

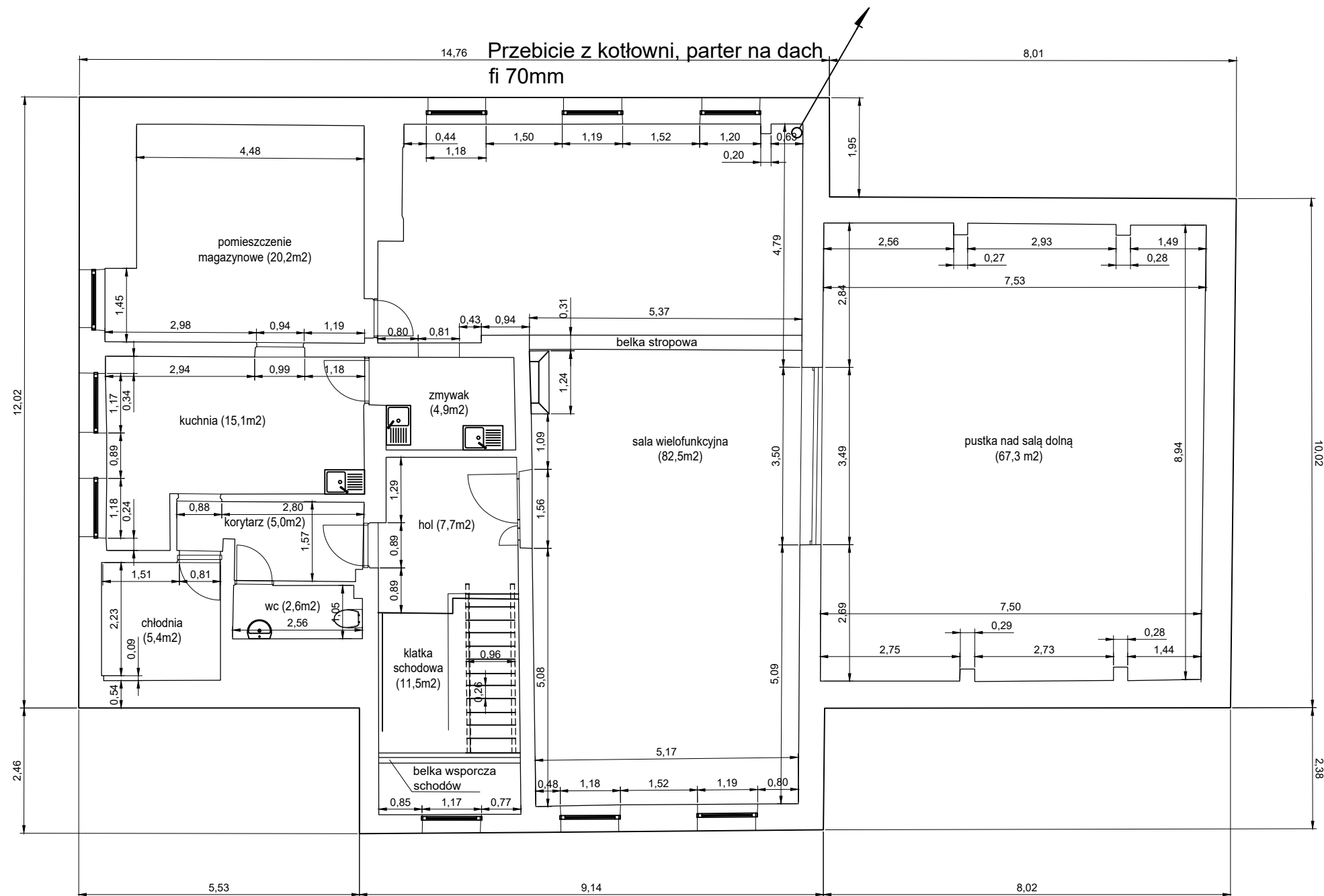
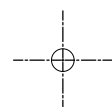


UWAGI:
1. W celu komunikacji oraz monitorowania pracy falownika projektuje się podłączenie do sieci LAN budynku kablem teleinformatycznym U/UTP. Jeżeli nie będzie możliwości zastosowania sieci UTP należy podłączyć dedykowaną kartę Wi-Fi.
2. Lokalizacja stacji operatorskiej należy uzgodnić z Użytkownikiem.

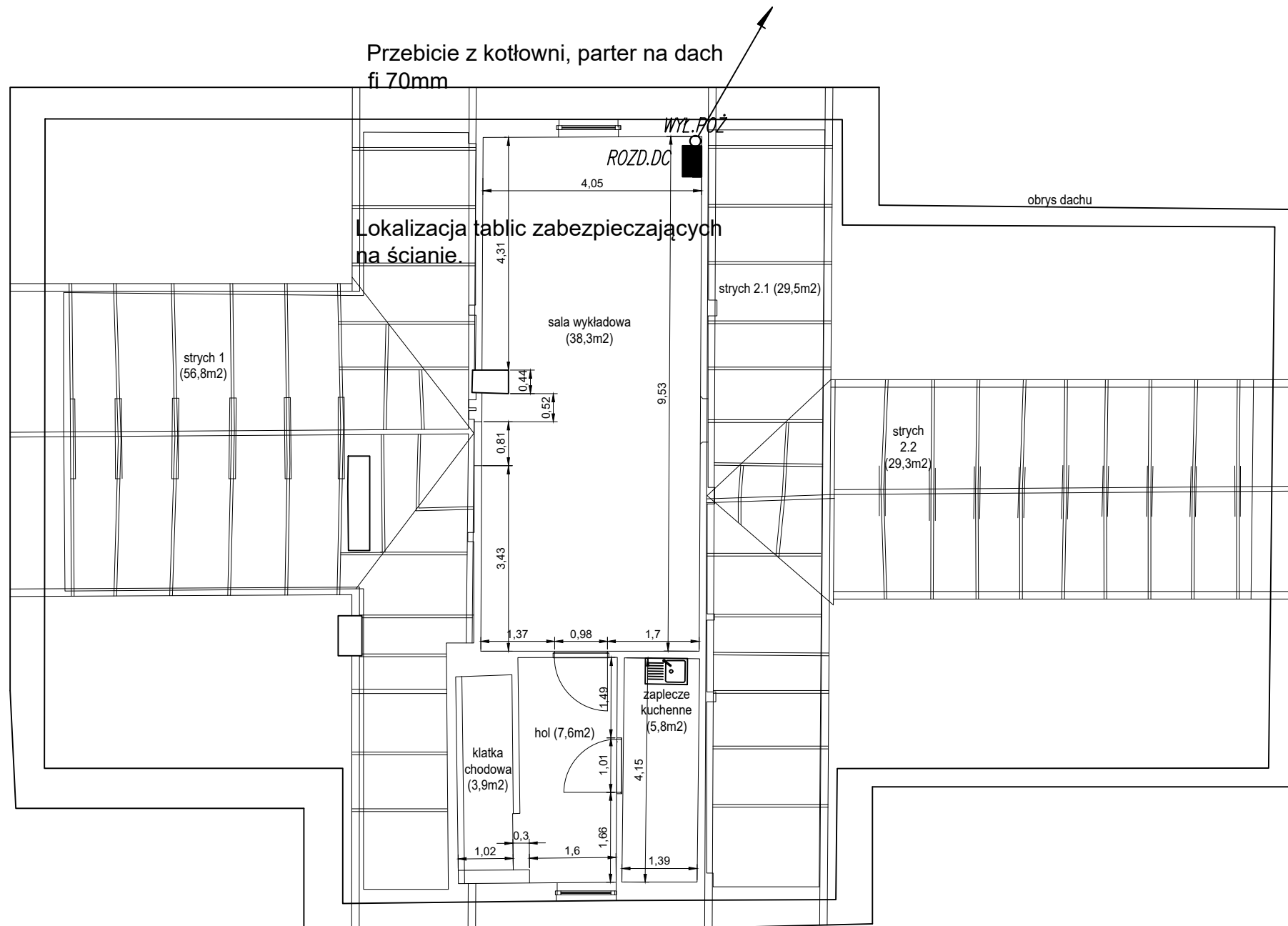
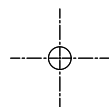
Temat	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowiec	Nr rys.	E-02
		Skala	-
Inwestor	Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1 32-085 Szyce	Data	Lipiec 2025
Treść rysunku	SCHEMAT POŁĄCZENIA INSTALACJI PV		Podpis
Projektował	mgr inż. Wojciech Adach upr. bud. MAP/0048/PWBE/15		



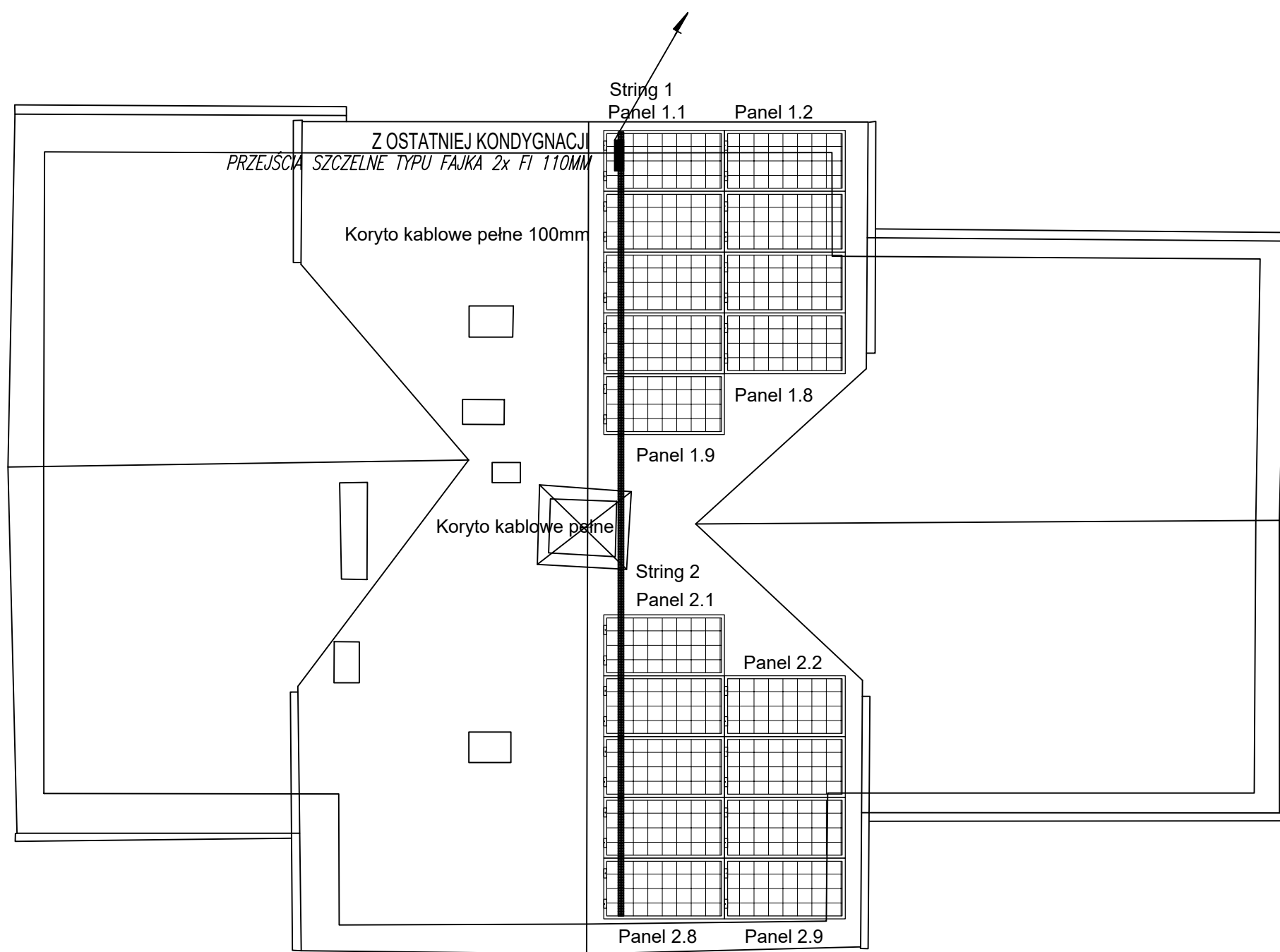
Temat	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowiec	Nr rys.
		E-03
Inwestor	Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1 32-085 Szyce	Skala
		1:100
Treść rysunku	SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV PARTER	Data Lipiec 2025
Projektował	mgr inż. Wojciech Adach upr. bud. MAP/0048/PWBE/15	Podpis



Temat	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowice	Nr rys.
		E-04
Inwestor	Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1 32-085 Szyce	Skala
		1:100
Treść rysunku	SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV PIĘTRO	Data Lipiec 2025
Projektował	mgr inż. Wojciech Adach upr. bud. MAP/0048/PWBE/15	Podpis



Temat	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowice	Nr rys.	E-05
		Skala	-
Inwestor	Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1 32-085 Szyce		1:100
Treść rysunku	SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV PODDASZE	Data	Lipiec 2025
Projektował	mgr inż. Wojciech Adach upr. bud. MAP/0048/PWBE/15	Podpis	



Temat	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU OSP BĘDKOWICE ul. Rynek 9, 32-089 Będkowice	Nr rys.	E-06
		Skala	-
Inwestor	Gmina Wielka Wieś Plac Wspólnoty 1 32-085 Szyce		1:100
Treść rysunku	SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV DACH	Data	Lipiec 2025
Projektował	mgr inż. Wojciech Adach upr. bud. MAP/0048/PWBE/15	Podpis	