



WYTYCZNE DLA WYKONAWCÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH ORAZ MAGAZYNÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

w ramach projektu pn.

***„Czyste Zabrze – transformacja energetyczna miasta. Budynki
mieszkalne”***



CZERWIEC 2025



SPIS TREŚCI

I. Sposób montażu	3
Konstrukcje wsporcze.....	3
Moduły fotowoltaiczne, optymalizatory i falowniki	3
Zabezpieczenia stron AC i DC	4
II. Sposób prowadzenia przewodów elektrycznych	5
Przewody DC.....	5
Przewody AC	6
III.Instalacja uziemiająca i odgromowa	6
Instalacja uziemiająca	6
Instalacja odgromowa	7
IV. Pomiary instalacji	7
V. Magazyn energii elektrycznej	7
VI. Pozostałe uwagi.....	8



I. Sposób montażu

Konstrukcje wsporcze

Dopuszcza się montaż modułów fotowoltaicznych na:

- gruncie,
- dachu budynku,
- elewacji budynku,
- car portach,
- wiatlach.

W każdym przypadku należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą, dedykowaną do danego miejsca montażu i pokrycia dachu. Na gruncie konstrukcja musi być dedykowana do modułów typu bifacial.

W przypadku zastosowania konstrukcji wsporczej składającej się m.in. ze śrub dwugwintnych, należy wykonać uszczelnienie konstrukcji na dachu przy pomocy fabrycznych uszczeltek EPDM, wchodzących w skład niniejszych śrub oraz, gdy konieczne będzie dodatkowe uszczelnienie, należy użyć masy bitumicznej lub taśmy dekarskiej. Śruby należy kotwicz wyłącznie do krokwi dachowych.

Konstrukcję należy zamontować zgodnie z instrukcją montażu. Należy zwrócić szczególną uwagę na odległości rozmieszczenia śrub montażowych, podpór itd.

Stosowanie konstrukcji balastowych należy traktować jako ostateczne rozwiązanie. Balast należy odseparować izolacyjnie od poszycia dachu. Rozmieszczenie balastu na konstrukcji dachu musi być zgodne z przeliczonym obciążeniem i rozłożeniem obciążenia w dokumentacji technicznej.

Dopuszcza się stosowanie mostków trapezowych wyłącznie na dachu pokrytym blachą.

Moduły fotowoltaiczne, optymalizatory i falowniki

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć przy pomocy złączy MC4 lub równoważnych oraz przewodów fotowoltaicznych o odpowiednio dobranych przekrojach. Przewody muszą mieć zachowaną kolorystykę – różne kolory przewodów DC + i –. Moduły fotowoltaiczne należy zamontować zgodnie z instrukcją montażu. W szczególności, należy zwrócić uwagę na umiejscowienie klem mocujących.

Optymalizatory mocy należy montować zgodnie z instrukcją montażu. Przy stosowaniu modułów bifacialnych optymalizator należy umiejscowić w taki sposób, aby nie wpływał negatywnie na uzysk energii elektrycznej.



Falownik należy zamontować zgodnie z zasadami tzw. dobrej praktyki fotowoltaicznej. Falownik musi posiadać wbudowaną funkcję licznika energii wytworzonej przez instalację fotowoltaiczną oraz możliwość połączenia do Internetu i podgląd pracy systemu poprzez stronę internetową.

Zabrania się montażu falowników:

- w kotłowniach opalanych paliwem stałym,
- w pomieszczeniach ze składem węgla,
- w miejscach bezpośredniego nasłonecznienia i na poddaszach,
- na wysokości wyższej niż 160 cm liczone od podłogi/podłoża (należy zachować odległości separacyjne od instalacji gazowych, w tym zaworów oraz kotłów gazowych minimum 100 cm),
- na materiałach łatwopalnych (drewno, moduły drewniane itp.),
- w miejscu dostępnym dla dzieci,

W przypadku instalacji fotowoltaicznej montowanej na gruncie, dopuszcza się montaż falownika wyłącznie na konstrukcji dedykowanej.

Instalację fotowoltaiczną należy wpiąć do rozdzielnic głównej (RG).

Zabezpieczenia stron AC i DC

Zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41: 2017-09 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016-05 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – obudowy w II klasie ochrony dla rozdzielnic DC,
- Ochrona dodatkowa – szybkie wyłączenie w sieci za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC,
- Ochrona przed dotykiem bezpośrednim poprzez zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowych po stronie AC i rozłączników bezpiecznikowych gPV po stronie DC.

Po stronie prądu stałego, między panelami fotowoltaicznymi a falownikiem, przy ścieżce kabla:

- krótszej niż 10 metrów – należy zamontować ogranicznik przepięć typu II przy falowniku w rozdzielni DC,
- dłuższej niż 10 metrów – należy zamontować ogranicznik przepięć typu II jak najbliżej paneli i ogranicznik przepięć typu II przy falowniku w rozdzielnicy DC.



W przypadku istniejącej instalacji odgromowej i ścieżce kabla między modułami a falownikiem:

- krótszej niż 10 metrów – należy zamontować ogranicznik przepięć typu I+II przy falowniku w rozdzielnicy DC,
- dłuższej niż 10 metrów – należy zamontować ogranicznik przepięć typu I+II jak najbliżej paneli i ogranicznik przepięć typu I+II przy falowniku w rozdzielnicy DC.

Należy obligatoryjnie montować w rozdzielnicy AC PV ogranicznik przepięć typ 2 lub typ 1+2 zgodnie z normą EN/IEC 61643-11

II. Sposób prowadzenia przewodów elektrycznych

Przewody DC

Przewody należy mocować do konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych. Poza konstrukcją (wewnątrz budynku) przewód zamontować natynkowo w sztywnych rurkach, korytach kablowych odpornych na promieniowanie UV oraz (na zewnątrz) metalowych korytach kablowych. Wymaga się zastosowania peszla ochronnego, **odpornego na promieniowanie UV**: pod modułami, w kanele technicznym oraz w metalowym korycie kablowym.

Dopuszcza się prowadzenie przewodów w kanale technicznym pod warunkiem uzyskania opinii kominiarskiej stwierdzającej, iż wolny przewód kominowy został przekształcony na niniejszy kanał techniczny. W szczególności, zabrania się Wykonawcy prowadzenia przewodów w kanale technicznym bez uzyskania od Grantobiorcy zgody na ww. rozwiązanie potwierdzonej opinią kominiarską, którą na własny koszt wykonuje Grantobiorca.

Kable fotowoltaiczne należy ułożyć w taki sposób, aby bezpośrednio przylegały do modułu lub konstrukcji. Niedopuszczalne jest, aby kable bądź złącza były puszczone luźno lub dotykały bezpośrednio pokrycia dachu. Należy je spiąć **spinkami metalowymi** dedykowanymi do warunków zewnętrznych. Należy zwrócić szczególną uwagę do prowadzenia okablowania, tak aby nie dopuścić do powstania pętli indukcyjnej.

Na dachu płaskim połączenia pomiędzy poszczególnymi stołami należy wykonać w **metalowych korytach kablowych**. Koryta powinny być prowadzone na wysokości min. 10 cm.

W przypadku prowadzenia przewodów w ziemi należy mieć na uwadze zinwentaryzowane uzbrowienie i ewentualne kolizje z mediami. Kabel układać na głębokości **70 cm**, zastosować 10 cm podsypki z piasku. Użyć kabla YKY przeznaczonego do układania w ziemi. Sprawdzić izolację przewodu (czy nie



ma widocznych uszkodzeń) oraz wykonać pomiar rezystancji izolacji. Po otrzymaniu prawidłowego wyniku pomiaru ułożyć przewód w rurze karbowanej ochronnej na podsypce, wykonując meandry kompensacyjne. Następnie przewód zasypać 10-centymetrową warstwą piasku. Rów zasypać ziemią rodzimą do połowy pozostałej głębokości, po czym ułożyć folie kablową niebieską (min. 20 cm nad kablem). Na koniec zasypać cały rów, warstwowo ubijając. Końce rur karbowanych zabezpieczyć przed dostaniem się wody.

Jeżeli ze względu na warunki środowiskowe kabel trzeba będzie zakopać płycej, dopuszcza się ułożenie przewodu na głębokości min. 50 cm. Jednak wymaga to akceptacji **Inspektora nadzoru**.

Przed zasypaniem wykopu należy wykonać precyzyjną dokumentację fotograficzną, ukazującą:

- głębokość wykopu (z rozciągniętą miarką) w kilku miejscach,
- sposób ułożenia przewodu,
- zastosowanie taśmy znaczącej.

Przewody AC

Kable muszą być prowadzone w osłonach dedykowanych do warunków, w jakich będą układane (na zewnątrz dostosowane do warunków UV, w gruncie dostosowane do warunków gruntowych). W miejscach widocznych (np. na elewacji budynku, na ścianie) dopuszcza się stosowanie wyłącznie rur sztywnych lub koryt.

Wejścia przewodów do rozdzielnic po stronie prądu stałego oraz zmiennego należy wykonywać przez dławnice izolacyjne.

Przejścia przewodów przez przegrody budowlane prowadzić w rurach ochronnych. Przestrzeń pomiędzy rurą a otworem wypełnić pianką izolacyjną.

III. Instalacja uziemiająca i odgromowa

Instalacja uziemiająca

Wszystkie przewody uziemiające powinny być doprowadzone do głównej szyny uziemiającej (GSU) i połączone ze sobą, a następnie uziemione za pomocą przewodu LgY 16 mm² do złącza kontrolnego umieszczonego np. w skrzynce odgromowej na ścianie budynku lub na poziomie gruntu. Następnie należy wykonać połączenie do uziomu pionowego lub poziomego za pośrednictwem drutu Fe/Zn o średnicy 8 mm lub bednarką Fe/Zn 30x4 mm.



Przewody LgY muszą być prowadzone w korycie zabezpieczającym przed działaniem promieni UV.

Instalacja odgromowa

W przypadku zbliżenia modułów do instalacji odgromowej należy podłączyć konstrukcję modułów do instalacji odgromowej za pomocą drutu odgromowego Fe/Zn o średnicy 8 mm i nie wykonywać połączenia konstrukcji modułów z główną szyną uziemiającą (GSU). Dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia dla instalacji odgromowej wynosi nie więcej niż 10 Ω .

W instalacji gruntowej należy wykonać niezależną instalację uziemiającą dla zabezpieczeń oraz falownika. Nie dopuszcza się uziemienia poprzez konstrukcję.

IV. Pomiary instalacji

Po wykonaniu prac montażowych, a przed pierwszym uruchomieniem instalacji fotowoltaicznej, należy wykonać pomiary przez uprawnionego elektryka:

- stanu izolacji kabli zasilających DC (1000V);
- pomiar napięcia jałowego U_{OC} ;
- pomiar prądu zwarciovego I_{SC} ;
- weryfikacja polaryzacji połączeń DC;
- stanu izolacji kabli zasilających AC (według PN-HD 60364-6; 2008);
- rezystancji uziemienia i ciągłości połączeń wyrównawczych;
- sprawdzenie wyłączników RCD;
- pomiar skuteczności pętli zwarcia;
- pomiar sprawności instalacji.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić protokoły (zgodnie z Normą PN-HD 60364-6:2016-07 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 6: Sprawdzanie).

V. Magazyn energii elektrycznej

- zabrania się montażu magazynu energii w kotłowniach gazowych oraz opalanych paliwem stałym,
- zabrania się montażu w składach opału,
- zabrania się montażu magazynu w miejscach nasłonecznionych,
- zaleca się montaż magazynów w pomieszczeniach wentylowanych z czujką dymu (cert. EN 14604), nie przeznaczonych na stały pobyt ludzi o temp. min 5 stopni C.



- montaż magazynu na zewnątrz lub pomieszczeniu nie ogrzewanym wyłącznie magazyny do tego przeznaczone , tj. z **możliwością pracy** urządzenia w temperaturach minusowych , zabezpieczone przez działaniem warunków atmosferycznych , potwierdzone w instrukcji montażu urządzenia,
- magazyny z zasilaniem awaryjnym, instalacja musi być wyposażona w wyłącznik p.poż. , zlokalizowany na zewnątrz budynku w miejscu łatwego dostępu dla ratownika / strażaka. Wyłącznik musi rozłączać zasilanie awaryjne w sytuacji zagrożenia dla ratowników. Wyłącznik musi być czytelnie opisany z naklejką odporną na działanie UV,
- magazyn energii musi posiadać instalację uziemiającą,
- zaleca się w pomieszczeniach poniżej gruntu montaż akumulatorów na podwyższeniu min. 30 cm,
- urządzenia muszą **być stacjonarne trwale zamontowane pod adresem**, gdzie zainstalowana została mikroinstalacja fotowoltaiczna. Nie zostaną odebrane mobilne magazyny energii np. pojazdy.

VI. Pozostałe uwagi

Przyłączenie mikroinstalacji PV do sieci energetycznej **jest potwierdzone zaświadczeniem OSD** ze wskazaniem daty przyłączenia mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej wraz z podaniem numeru Punktu Poboru Energii (PPE), potwierdzonego przez ww. Operatora. Ponadto zgłoszenie magazynu energii do Operatora Sieci Dystrybucyjnej w myśl art. 43g ust. 5 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne oraz jej aktualizacji.

Należy wykonać odpowiednie oznaczenia instalacji, w tym m.in. naklejki i piktogramy ppoż.

Wykonawca jest zobowiązany do zaprojektowania instalacji w taki sposób, aby jak najmniej ingerować w elementy konstrukcyjne i wykończenia budynków (okładziny wewnętrzne, elewacja, powłoki malarskie). W przypadku konieczności naruszenia tych elementów w celu wykonania robót montażowych Wykonawca zobowiązany jest do ich naprawy w ramach umowy (bez dodatkowego wynagrodzenia) w zakresie uzupełnienia ubytków ścian, stropów, uszczelnienia pokrycia dachowego po przejściach przewodów.

W przypadku ingerencji w tereny zielone, Wykonawca ma obowiązek wykonywać wszelkie prace w uzgodnieniu z Grantobiorcą. Należy poinformować Grantobiorcę o konieczności przesadzenia drzew bądź krzewów przed przystąpieniem do prac. Teren odtworzyć zgodnie z uzgodnieniem z Grantobiorcą lub w stopniu minimalny – tzn. wyrównać.



Po zakończeniu prowadzenia prac Wykonawca zobowiązany jest do uprzątnięcia udostępnionego terenu oraz jego otoczenia, jeśli zostało wykorzystane do prowadzenia robót. Zakres czynności obejmujących uprzątnięcie terenu robót obejmuje m.in.: usunięcie niewykorzystanych materiałów oraz resztek materiałów wykorzystanych, usunięcie sprzętu, maszyn i urządzeń wykorzystywanych podczas realizacji zadania, zlikwidowanie zaplecza socjalnego dla pracowników, usunięcie innych odpadów powstałych w trakcie prowadzenia robót oraz uprzątnięcie otoczenia.

*Wszelkie odstępstwa od postanowień zawartych w dokumencie **"Wytyczne dla wykonawców instalacji fotowoltaicznych oraz magazynów energii elektrycznej"** mogą mieć miejsce wyłącznie w przypadkach, gdy:*

- 1. Zostały one dopuszczone przez producenta danego urządzenia, czego potwierdzeniem są stosowne dokumenty wydane przez tego producenta.*
- 2. Wykonawca prac jest w stanie przedstawić właściwe dokumenty poświadczające zasadność i zgodność tych odstępstw z wymaganiami technicznymi oraz normami obowiązującymi dla danego urządzenia lub systemu.*

Jednocześnie wszelkie odstępstwa nie mogą pozostawać w sprzeczności z obowiązującymi przepisami prawa, normami oraz wymogami technicznymi.

Ciężar przedłożenia dokumentów potwierdzających dopuszczalność odstępstw od wskazanych wytycznych spoczywa na wykonawcy prac. Każdy przypadek będzie rozpatrywany indywidualnie w kontekście konkretnej realizacji inwestycji.

Uwaga!

Wymóg dotyczący minimalnej produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną – próg 80%

W ramach realizacji projektu grantowego, instalacja fotowoltaiczna musi zapewnić roczną produkcję energii na poziomie co najmniej 80% nominalnej wartości zainstalowanej mocy systemu. Oznacza to, że instalacja powinna wyprodukować nie mniej niż 80% energii, którą teoretycznie mogłaby wygenerować w ciągu roku przy optymalnym nasłonecznieniu. Spełnienie tego wymogu jest warunkiem koniecznym dla zapewnienia efektywności i zasadności inwestycji finansowanej ze środków publicznych.

Szczegółowy opis wymogu:



1. Minimalna produkcja energii: Instalacja musi wykazywać zdolność do produkcji energii elektrycznej na poziomie co najmniej 80% nominalnej mocy zainstalowanej (np. przy mocy 1 kWp – minimalna produkcja to 800 kWh rocznie). Średnia roczna produkcja energii nie może być niższa niż ten poziom, aby projekt został uznany za zgodny z wymaganiami.
2. Optymalne warunki lokalizacji i montażu: W celu osiągnięcia wymaganej minimalnej produkcji energii, niezbędne jest prawidłowe zaplanowanie lokalizacji instalacji – z uwzględnieniem odpowiedniego nasłonecznienia, braku istotnych zacienień, kąta nachylenia paneli (najczęściej 30–40° w Polsce) oraz orientacji (preferowane skierowanie paneli na południe).
3. Brak spełnienia wymogu - konsekwencje: Niespełnienie warunku minimalnej rocznej produkcji energii na poziomie 80% zainstalowanej mocy skutkuje brakiem kwalifikowalności projektu do dofinansowania. Tym samym realizacja inwestycji w ramach programu grantowego staje się niemożliwa. Warunek ten jest obligatoryjny i stanowi element weryfikacji zasadności technicznej i ekonomicznej projektu.
4. Przykład obliczeniowy:

Dla instalacji o mocy 5 kWp, minimalna wymagana produkcja energii wynosi: $80\% \times 5000 \text{ kWh} = 4000 \text{ kWh}$ rocznie. Produkcja poniżej tej wartości oznacza niespełnienie kryteriów technicznych i skutkuje odrzuceniem wniosku grantowego.

Aby instalacja fotowoltaiczna mogła być realizowana w ramach projektu grantowego, musi wykazywać co najmniej 80% produkcji energii w stosunku do mocy zainstalowanej, liczonej w skali roku przez cały okres trwałości projektu. Odpowiednie zaprojektowanie i wykonanie instalacji jest kluczowe - w przeciwnym razie wniosek zostanie uznany za niezgodny z wymaganiami programu i nie zostanie zakwalifikowany do dofinansowania.

Przelicznik doboru pojemności magazynu energii:

Operator projektu pn. „Czyste Zabrze – transformacja energetyczna miasta. Budynki mieszkalne” przyjął uproszczony i ustandaryzowany przelicznik, zgodny z praktyką branżową i rekomendacjami dla gospodarstw domowych oraz małych instalacji prosumenckich:

Minimalna pojemność magazynu energii powinna wynosić nie mniej niż 1,5 kWh na każdy 1 kWp mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej.



Wzór do obliczeń:

Minimalna pojemność magazynu energii (kWh) = Moc instalacji PV (kWp) × 1,5

Przykład zastosowania przelicznika:

Dla instalacji fotowoltaicznej o mocy 6 kWp, minimalna wymagana pojemność magazynu energii wynosi:

$$6 \text{ kWp} \times 1,5 = 9 \text{ kWh}$$

Uwagi dodatkowe:

- ✓ Podany przelicznik służy do wyznaczenia **minimalnej pojemności**, zalecanej w ramach kwalifikacji projektu do dofinansowania.
- ✓ Ostateczny dobór systemu magazynowania energii może również uwzględniać inne czynniki, takie jak:
 - tryb pracy magazynu (on-grid/off-grid/hybrydowy),
 - profil dobowy zużycia energii,
 - dostępność taryf dynamicznych,
 - możliwość współpracy z systemami zarządzania energią (EMS).

Dobór mocy urządzeń w ramach inwestycji realizowanej z udziałem środków grantowych musi być zgodny z parametrami określonymi w dokumentacji projektowej, obejmującej:

- *Obliczenia Zapotrzebowania na Ciepło (OZC) - w przypadku instalacji powietrznej pompy ciepła do centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej,*
- *audyt energetyczny - w przypadku instalacji fotowoltaicznych oraz magazynów energii,*
- *oraz z zapisami indywidualnej umowy grantowej zawartej z Grantobiorcą oraz z Grantodawcą.*

Dokumentacja ta musi być wzajemnie spójna oraz jednoznaczna co do doboru mocy i parametrów planowanych urządzeń.

Opracowanie OZC (dla pomp ciepła) lub audytu energetycznego (dla pozostałych instalacji) odbywa się na koszt Uczestnika Projektu i nie podlega refundacji w ramach grantu. Dokumentacja ta musi zostać sporządzona przez osobę wpisaną na listę Rekomendowanych Audytorów Energetycznych lub będącą członkiem ZAE, zgodnie ze wzorem



opracowanym przez Operatora Projektu i udostępnionym na stronie internetowej projektu.

Każdy dokument OZC lub audyt energetyczny musi zostać zatwierdzony przez Operatora Projektu przed realizacją inwestycji.

Jakiegokolwiek odstępstwo od zatwierdzonych parametrów, w szczególności zawyżenie lub zaniżenie mocy urządzeń względem danych wynikających z OZC, audytu energetycznego lub zapisów umowy grantowej, skutkuje brakiem odbioru inwestycji oraz odmową wypłaty grantu.

Każde odstępstwo od powyższych zasad wymaga uprzedniego pisemnego uzgodnienia z Operatorem Projektu pod rygorem nieważności.