



Eko-Energia

Piotr Rybak

ul. Mazowiecka 67, 97-216 Czerniewice

NIP: 773-221-70-27 REGON: 360801592

tel.: 537 509 011 www.eko-energia.net

Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocach 4,2 kW montowana na dachach i elewacjach budynków w Gminie Stawiski
ADRESY OBIEKTÓW	Uczestnicy projektu wg listy
Działka nr ewid.:	Uczestnicy projektu wg listy
UŻYCZAJĄCY	Uczestnicy projektu wg listy
INWESTOR	Gmina Stawiski Plac Wolności 13/15 18-520 Stawiski

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01	
Asystent projektanta: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	Marzec 2017	



P O L S K A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

STWIERDZENIE POSIADANIA PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO do pełnienia samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie

Na podstawie art. 18 ust. 5 i art. 57 ust. 3 ustawy z dnia 24 października 1974 r.
- Prawo budowlane (Dz. U. Nr 38, poz. 229) oraz § 2 ust. 1 pkt 1, § 5 ust. 1
pkt 1, § 7, § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d
rozp. Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 40 z późn.
zmianami/

STWIERDZAM

że Ob. JERZY LECH s. Jęga
inżynier elektryk
urodzony(o) dnia 17 stycznia 1957 r. w Szczecinie
posiada przygotowanie zawodowe do pełnienia samodzielnej funkcji technicznej
projektanta oraz kierownika budowy
w szczególności instalacyjno-inżynierskiej w zakresie sieci i
instalacji elektrycznych;

- 1/ do sporządzania projektów instalacji elektrycznych, napowie-
trznych i kablowych linii energetycznych oraz stacji i urzą-
dzeń elektroenergetycznych,
- 2/ do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót,
kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych ele-
mentów sieci i instalacji oraz oceniania i badania stanu
technicznego w zakresie instalacji elektrycznych, napowie-
trznych i kablowych linii energetycznych oraz stacji i urzą-
dzeń elektroenergetycznych.



WARSZAWA
07 lutego 1990 r.

Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAZ-AER-C6C-K1J *

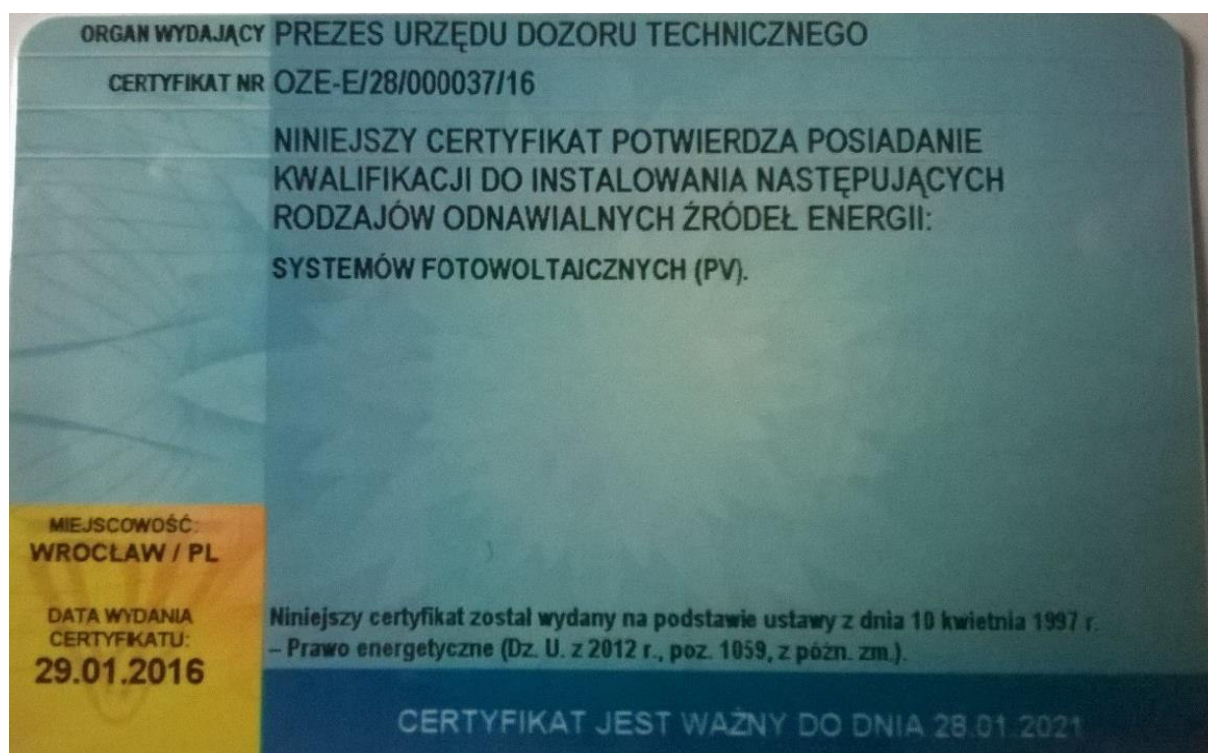
Pan JERZY LECH o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/2441/01
adres zamieszkania 1-GO MAJA 8/10, 02-495 WARSZAWA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2017-01-01 do 2017-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-12-07 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) 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 zamieszczonego na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pilib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



3. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Uprawnienia Projektanta
3. Spis zawartości
4. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
5. Opis techniczny
6. Obliczenia techniczne
7. Lista uczestników projektu - dane teleadresowe
8. Lista uczestników projektu - charakterystyka obiektów
9. Lista uczestników projektu - projektowane rozwiązania
10. Efekt ekologiczny
11. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
12. Część graficzna
 - K-01 – K-02 Mocowania konstrukcji wsporczej
 - E-01 – Schemat strukturalny – instalacja trójfazowa o mocy 4,2 kW
 - M-01 – M-03 Mapy zagospodarowań przestrzennych

4. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam,
że projekt budowlany typowej mikroinstalacji fotowoltaicznej pt.:

**„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocach 4,2 kW montowanych na dachach i elewacjach
budynków w Gminie Stawiski”**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01	
Asystent projektanta: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	Marzec 2017	

5. Opis techniczny

5.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

5.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

5.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

5.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

Panel fotowoltaiczny

- moc - $P_{max} = 280W$,
- napięcie obwodu otwartego – $V_{oc} = 39,2 V$,
- prąd zwarcia – $I_{sc} = 9,4A$,
- sprawność = 17,22 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia - $T_{cl} = +0,03\%/^{\circ}C$,
- temperaturowy współczynnik napięcia – $T_{cP} = -0,32\%/^{\circ}C$,
- temperaturowy współczynnik mocy – $T_{cP} = -0,39\%/^{\circ}C$,
- stopień ochrony – IP67,

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy do instalacji o mocy 4,2 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera $P_{max.inv} = 4000W$,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ($I_{DC max1} / I_{DC max2}$) $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera $U_{mppt.min} = 150 V$
- maksymalne napięcie wejściowe $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

5.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **4,2 kWp**. (trójfazowa) – 15 szt. modułów

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV. Na początku łańcucha paneli zastosować wkładki cylindryczne o charakterystyce gPV, które jednocześnie pełnią funkcję rozłącznika w instalacji fotowoltaicznej. Wkładki należy montować na obu biegunach łańcucha. Kategorycznie zabrania się stosowania modułowych wyłączników nadprądowych DC (prądy wsteczne) oraz wkładek topikowych o charakterystyce gR. Należy bezwzględnie zastosować wkładki cylindryczne/nożowe o charakterystyce gPV, przystosowane do pracy w systemach fotowoltaicznych! Dobór wkładek przedstawiono w obliczeniach technicznych.

5.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające transmisję danych do licznika energii. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym E-01.

5.7 Konstrukcja wsporcza

Podczas oględzin obiektów została przeprowadzona ocena wytrzymałości konstrukcji dachów i oceniona pozytywnie co kwalifikuje je do montażu instalacji solarnych. Informacja o ocenie i ewentualne wskazówki znajduje się w Protokołach Inwentaryzacji w wierszu „Ocena wytrzymałości konstrukcji dachu – poprawna”.

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką/blachą.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów łącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5). Całość zgodnie z rysunkiem K-1.

Elewacja

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu/elewacji poprzez profil nośny, trójkąty wsporcze oraz systemu prętów gwintowanych montowanych przy pomocy kotwy chemicznej (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Planowane jest umieszczenie konstrukcji wsporczej na elewacji budynku z wykorzystaniem trójkątów wsporczych o kącie nachylenia 35°. Na elewacji budynku zlokalizować miejsca montażu systemu prętów gwintowanych. W wyznaczonych w ten sposób miejscach wykonać nawiercenia i montować pręty gwintowane przy pomocy kotwy chemicznej. Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie trójkąty wsporcze, stężenia, łączniki oraz szyny (det. 1). Należy zastosować osłony przeciwwiatrowe. Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det.3) i końcowymi (det.2). Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5). Całość zgodnie z rysunkiem K-2

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

5.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY (instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY (instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

5.9 Tablice elektryczne

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą tablicę główną budynku o wyłączniki nadprądowy.

W skrzynce łączeniowej zostanie zamontowany licznik energii na potrzeby systemu monitorowania pracy instalacji fotowoltaicznej umożliwiający transmisję danych do zewnętrznego serwera dla potrzeb wizualizacji pracy systemu fotowoltaicznego.

5.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) należy zastosować dla instalacji fotowoltaicznych budowanych na obiektach oznaczonych w pkt. 8. *Lista uczestników projektu - charakterystyka obiektów* numerami: 1-3.

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z rysunkiem E-01.

5.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z rysunkiem E-01 – E03. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie skrzynki połączeniowej instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

5.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja rozdzielnic wewnętrznej budynku polegająca na wymianie bezpieczników topikowych na wyłączniki samoczynne.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji jest obciążalność dachu na poziomie ~20kg/m².

Zgodnie z regulaminem konkursu RPO Województwa Podlaskiego na lata 2014-2020 (RPOWP 2014-2020) w ramach Osi V: Gospodarka niskoemisyjna, działanie 5.1 Energetyka oparta na odnawialnych źródłach energii:

- panele fotowoltaiczne powinny posiadać certyfikaty potwierdzające odporność na mgłę, piasek i kurz oraz amoniak (co najmniej : IEC 61215, IEC 61730, IEC60068-2-60, IEC 62716),
- inwertery powinny posiadać możliwość kompensacji mocy biernej.

6. Obliczenia techniczne

6.1 Prognoza produkcji energii elektrycznej

$$E = \text{nasłonecznienie} \times \text{wsp. kor.} \times \text{moc instalacji}$$

Gdzie:

- E – uzysk energii elektrycznej [kWh/rok]
- nasłonecznienie - nasłonecznienie na powierzchnię horyzontalną (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eu_cmsaf_hor/G_hor_PL.png) – 1050 [kWh/m²]
- wsp.kor – współczynnik korekcyjny pozwalający przeliczyć dane o nasłonecznieniu na pochyloną powierzchnię generatora fotowoltaicznego (modułów fotowoltaicznych) z danych o nasłonecznieniu odczytanych z mapy, które są dla powierzchni horyzontalnej. Tabela współczynników korekcyjnych, gdzie w poziomie jest podany kąt odchylenia od południa, a w pionie kąt nachylenia dachu.
- moc instalacji - moc nominalna modułów (generatora PV) wyznaczona w warunkach STC znajdująca się w karcie katalogowej.

Tabela współczynników korekcyjnych

Nachylenie		Zachód	Południowy Zachód	Południe	Południowy Wschód	Wschód
Płaszczyzny		270°	240°	180°	120°	90°
Pion	90°	51%	62%	72%	63%	52%
	80°	58%	71%	82%	71%	51%
	70°	65%	78%	90%	79%	65%
	60°	71%	84%	96%	85%	72%
	50°	76%	89%	99%	89%	77%
	40°	80%	92%	100%	92%	81%
	30°	83%	93%	100%	93%	84%
	20°	85%	93%	99%	93%	86%
	10°	87%	90%	95%	91%	87%
Poziom	0°	90%	90%	90%	90%	90%

6.2 Dobór ilości paneli fotowoltaicznych

$$L_{\max} = \begin{cases} \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(-25^{\circ}\text{C})} \\ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(-15^{\circ}\text{C})} \\ \frac{U_{\text{mppt.max}}}{V_{\text{mpp}}(-10^{\circ}\text{C})} \end{cases}$$

gdzie:

- $U_{\max.\text{inv}}$ – napięcie maksymalne inwertera,
- $I_{\text{mppt.max}}$ – maksymalne natężenie prądu inwertera przypadające na jedno MPPT.
- $U_{\text{mppt.min}}$ – napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera,
- $U_{\text{mppt.max}}$ – napięcie maksymalne dla każdego MPPT inwertera,
- $V_{\text{oc}}(T_m) = V_{\text{oc}} \times \left[1 + (T_m - 25) \times \frac{\beta_T}{100} \right]$ – napięcie jałowe panelu fotowoltaicznego w temperaturze T_m ,
- V_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- β_T – współczynnik temperaturowy napięciowy panelu fotowoltaicznego.

Maksymalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera dla instalacji trójfazowych o mocy 4,2 kW wynosi 22.

$$L_{\min} = \frac{U_{\text{mppt.min}}}{V_{\text{mpp}}(70^{\circ}\text{C})}$$

Minimalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych dla instalacji typu 4,2 kW wynosi 5.

$$L_{\text{obw}} = \frac{I_{\text{mppt.max.}}}{I_{\text{sc}}(70^{\circ}\text{C})}$$

Zgodnie z powyższym całość paneli dzielę w instalacji o mocy
- 4,2 kW na 2 MPPT (1 łańcuch na 1 MPPT),

6.3 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia łańcuchów paneli fotowoltaicznych

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$1,4 \times I_{\text{sc}} \leq I_n \leq 0,9 \times I_{\text{rew.}} \approx 2,4 \times I_{\text{sc}}$$

gdzie:

- I_{sc} – znamionowy prąd zwarcia panelu fotowoltaicznego w warunkach STC,
- I_{rew} – maksymalny dopuszczalny prąd wsteczny (rewersyjny) panelu fotowoltaicznego,
- I_n – prąd znamionowy bezpiecznika.

Zgodnie z powyższym:

$$13,16\text{A} \leq I_n \leq 22,56\text{ A}$$

Napięcie znamionowe zabezpieczenia:

$$U_n \geq 1,2 \times U_{\text{oc}} \times L_m$$

gdzie:

- U_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- L_m – liczba paneli fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

$$U_n \geq 329,28\text{ V} / 376,32\text{ V} - \text{dla instalacji o mocy 4,2 kW}$$

Zgodnie z powyższym dobieram wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o charakterystyce gPV:

- o prądzie znamionowym 16A, napięciu znamionowym 500V dla mikroinstalacji o mocy 4,2 kW

Zabezpieczenia w rozdzielnicach głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- I_B – spodziewany prąd obciążenia,
- P_n – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- U_n – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 6,08A - \text{dla instalacji o mocy } 4,2 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- I_B – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A (4P) dla instalacji o mocy 4,2 kW

6.4 Dobór przewodów

Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{l \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 100 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- κ_{Cu} – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 2,11 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm² lub większy.

Relacja inwerter – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalna wymagana długotrwała obciążalność prądowa przewodu:

$$I_z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- I_z – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- k_2 – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x4 mm² dla instalacji o mocy 4,2 kW

6.5 Dobór ochronników przepięć

$$U_c > 1,2 \times U_{oc} \times L$$

gdzie:

- U_c – minimalne napięcie pracy ochronnika przepięć,
- U_{oc} – napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu fotowoltaicznego,
- L – liczba modułów fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

$$U_n \geq 329,28 \text{ V} / 376,32 \text{ V} - \text{dla instalacji o mocy } 4,2 \text{ kW}$$

Zgodnie z powyższym dobieram ochronnik przepięć:

- o napięciu znamionowym 500V dla mikroinstalacji o mocy 4,2 kW

Typ ochronnika przepięć w zależności od posiadanej przez budynek instalacji odgromowej lub jej braku.

Ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) należy zastosować dla instalacji fotowoltaicznych budowanych na obiektach lub gruncie oznaczonych w pkt. 8. *Lista uczestników projektu - charakterystyka obiektów* numerami: 1-3

7. Lista uczestników projektu – dane teleadresowe

Lp.	Imię i Nazwisko	Adres obiektu	Nr działki	Ilość zamieszkujących osób	Istniejące obecnie instalacje OZE	Nr ankiety
1	Zbigniew Bazydło	18-520 Stawiski, Chmielewo 11	155	9	nie	32
2	Tadeusz Mikucki	18-520 Stawiski, Rostki 5	81/3	4	nie	42
3	Krzysztof Cwaliński, Wiesława Cwalińska	18-520 Stawiski, Cwaliny 10	38/1	6	nie	57

8. Lista uczestników projektu - charakterystyka obiektów

Lp.	Posadowienie instalacji	Rodzaj dachu	Konstrukcja dachu	Pokrycie dachu	Orientacja instalacji względem stron świata	Azymut [°]	Szacowany kąt nachylenia połaci dachowej / montażowej [°]	Instalacja odgromowa	Typ sieci	Moc przyłączeniowa [kW]
1	bud.mieszkalny - elewacja				południowy zachód	210	30	brak	3 fazy	21
2	bud.mieszkalny - dach	dwuspadowy	drewno	blachodachówka	południowy wschód	210	45	brak	3 fazy	8
3	bud.mieszkalny - dach	dwuspadowy	drewno	blachodachówka	południowy wschód	150	40	brak	3 fazy	10

9. Lista uczestników projektu - projektowane rozwiązania

Lp.	Moc projektowanej instalacji [KW]	Szacowana długość przewodów DC	Szacowana długość przewodów AC	Rodzaj konstrukcji	Szacowany kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych [°]	Średnioroczne zużycie energii elektrycznej w obiekcie [kWh/rok]	Prognozowana produkcja energii elektrycznej [kWh/rok]
1	4,2	40	5	dach skośny	30	4 500,00	4 365,90
2	4,2	50	5	dach skośny	45	4 000,00	4 321,80
3	4,2	40	5	dach skośny	40	4 279,00	4 365,90
	12,6	Razem				12 779,00	13 053,60

10. Efekt ekologiczny

Ilość instalacji	Zapotrzebowanie na energię elektryczną z Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) przed realizacją projektu		Moc projektowanych mikroinstalacji fotowoltaicznych	Produkcja energii elektrycznej z projektowanych mikroinstalacji fotowoltaicznych	Zapotrzebowanie na energię elektryczną z Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) po realizacji projektu	Emisja po realizacji projektu		Redukcja	
	[MW/rok]	CO ₂				CO ₂	CO ₂	g	%
3	12,779	10 625 739	12,6	13,0536	0	0	10 625 739		100

Do wyliczenia uzysku energetycznego i spadku emisji zanieczyszczeń do atmosfery danych Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) zawarte w raporcie: "Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw - kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW" ze stycznia 2015 roku.

11. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocach 4,2 kW montowana na dachach i elewacjach budynków w Gminie Stawiski
ADRESY OBIEKTÓW	Uczestnicy projektu wg listy
Działka nr ewid.:	Uczestnicy projektu wg listy
UŻYCZAJĄCY	Uczestnicy projektu wg listy
INWESTOR	Gmina Stawiski Plac Wolności 13/15 18-520 Stawiski

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01	
Asystent projektanta: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	Marzec 2017	

11.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
 - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
 - paneli fotowoltaicznych,
 - inwerterów,
 - układów pomiarowych energii elektrycznej
 - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

11.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

11.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

11.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

11.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

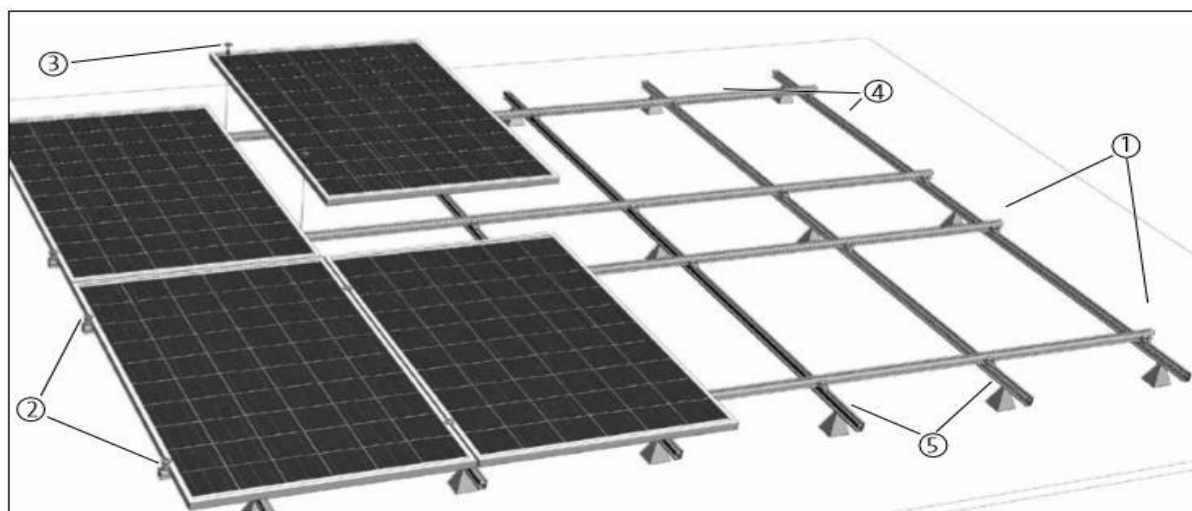
- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

11.6 Przepisy związane

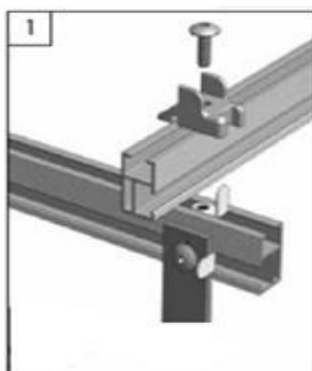
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (t.j. Dz. U. z 2013r. poz. 1409 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: USTAWA z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 1997 Nr 54 poz. 348 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.

Blachodachówka / blacha / eurofala

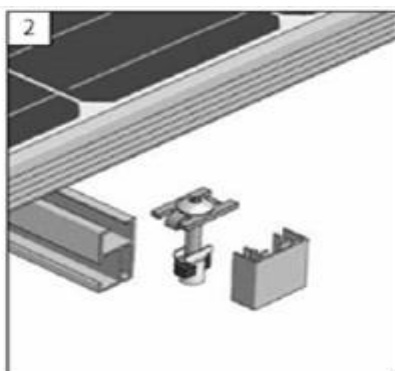


Budowa systemu

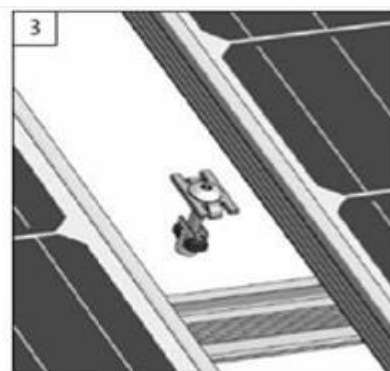
Szczegóły zacisków, profili i uchwytów



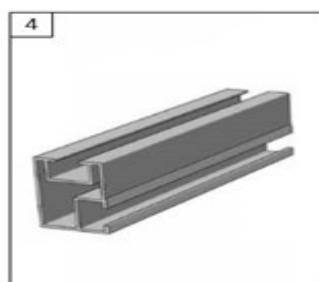
Montaż profili nośnych i śruby mocującej



Montaż klemy końcowej



Montaż klemy środkowej



Profil nośny



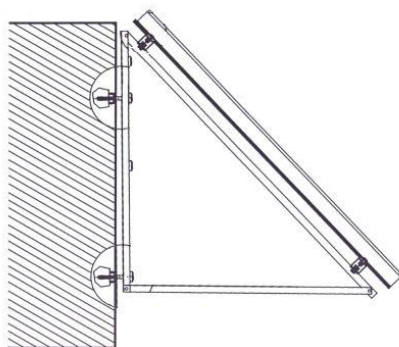
Śruba mocująca z gwintem podwójnym



Stan po zamontowaniu

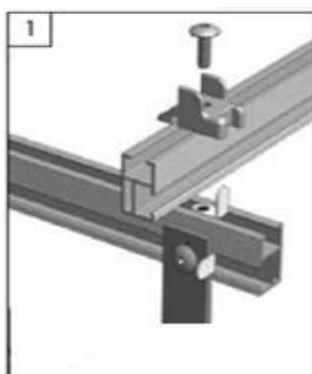
Tytuł rysunku:	Mocowanie konstrukcji wsporczej	
Inwestor:	Gmina Stawiski, Plac Wolności 13/15, 18-520 Stawiski	
Opracował:		
Data: 03.2017r.	Branża: budowlana	Nr rysunku: K-1

Elewacja

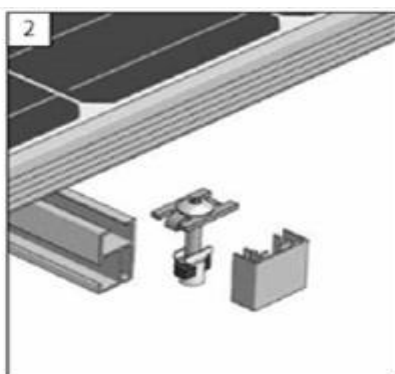


Budowa systemu

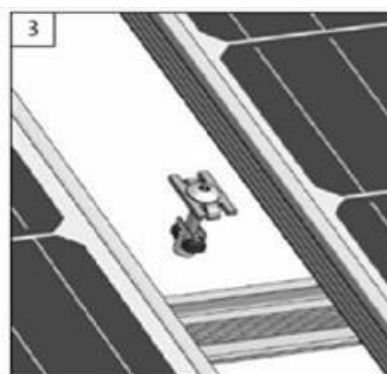
Szczegóły zacisków, profili i uchwytów



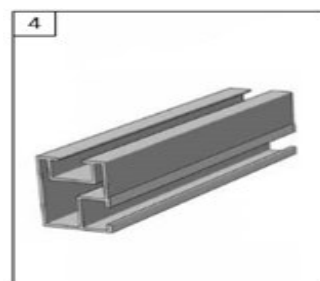
Montaż profili nośnych
i śruby mocujące



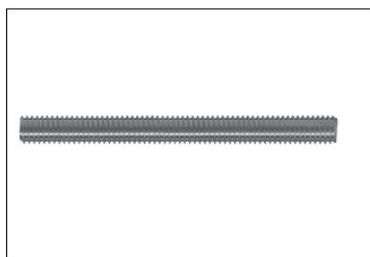
Montaż klemy końcowej



Montaż klemy środkowej



Profil nośny

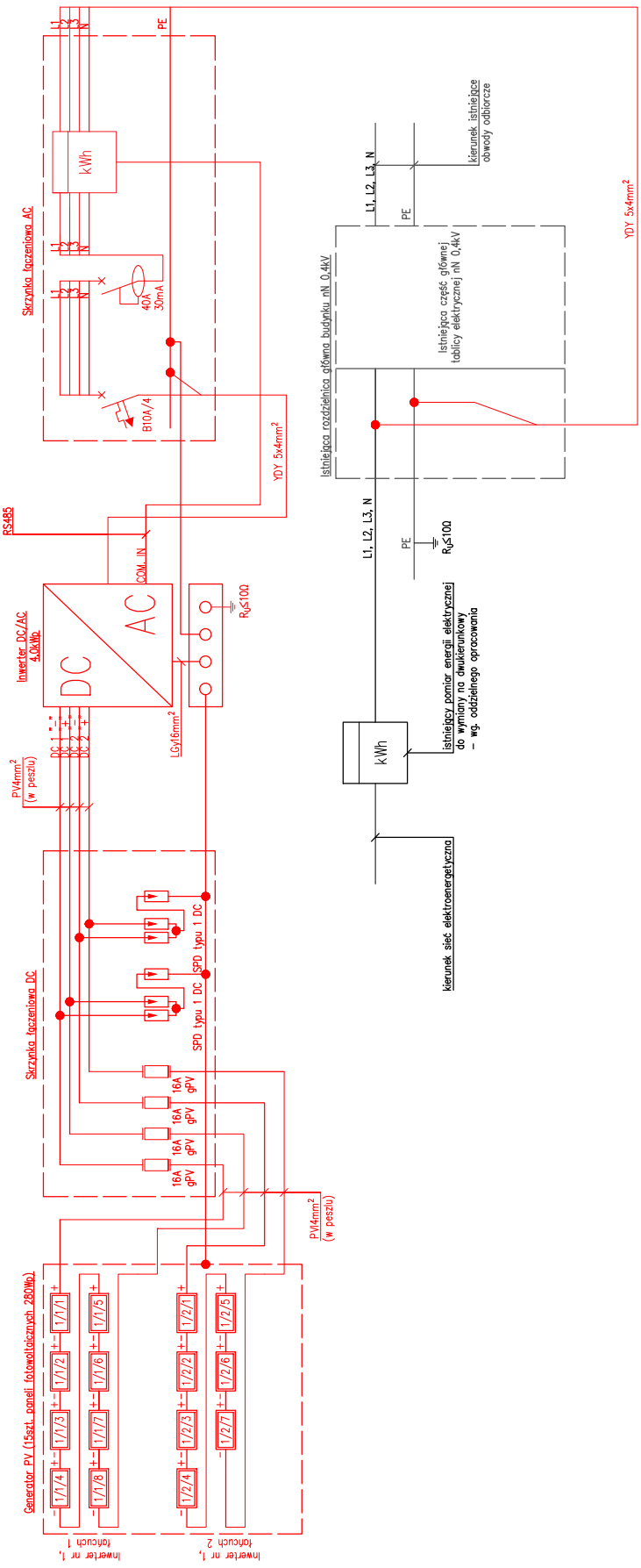


Pręt gwintowany



Stan po zamontowaniu – rzut z
boku

Tytuł rysunku:	Mocowanie konstrukcji wsporczej	
Inwestor:	Gmina Stawiski, Plac Wolności 13/15, 18-520 Stawiski	
Opracował:		
Data: 03.2017r.	Branża: budowlana	Nr rysunku: K-2



Tytuł rysunku:	Schemat strukturalny – instalacja trójfazowa o mocy 4,2 kW	Data: 03.2017
Adres obiektu:	Wg listy uczestników projektu	Nr rysunku: E-01
Inwestor:	Gmina Stawiski Plac Wolności 13/15 18-520 Stawiski	Branża: elektryczna
Opracował:		



Adres obiektu:	18-520 Stawiski, Chmielewo 11 ,dz. nr 155	Data: 3.2017r
Inwestor:	Gmina Stawiski, Plac Wolności 13/15, 18-520 Stawiski	Branża: sanitarna
Tytuł rysunku:	Mapa zagospodarowania przestrzennego.	Nr rysunku: M-1
Opracował:		



Adres obiektu:	18-520 Stawiski, Rostki 5 ,dz. nr 81/3	Data: 3.2017r
Inwestor:	Gmina Stawiski, Plac Wolności 13/15, 18-520 Stawiski	Branża: sanitarna
Tytuł rysunku:	Mapa zagospodarowania przestrzennego.	Nr rysunku: M-2
Opracował:		



Adres obiektu:	18-520 Stawiski, Cwaliny 10 ,dz. nr 38/1	Data: 3.2017r
Inwestor:	Gmina Stawiski, Plac Wolności 13/15, 18-520 Stawiski	Branża: sanitarna
Tytuł rysunku:	Mapa zagospodarowania przestrzennego.	Nr rysunku: M-3
Opracował:		