

**OPRACOWANIE TECHNICZNE
INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
o mocy 49,5 kWp**

Zamawiający:

Gmina Krzymów
ul. Kościelna 2, 62-513 Krzymów

Adres inwestycji:

Urząd Gminy w Krzymowie
ul. Kościelna 2, 62-513 Krzymów

Oświadczenie

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r.
Prawo budowlane (Dz. U. z 2019r. poz. 1186) niniejsza
dokumentacja techniczna jest kompletna i sporządzona zgodnie
z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

**Projektant branża
elektryczna:**

mgr inż. Norbert Gajda
LUB/0068/PWBE/15

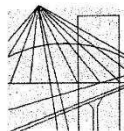
mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

Marzec 2024

Zawartość opracowania

Zawartość opracowania	2
1. Kserokopia uprawnień projektanta	3
2. Oświadczenia	5
3. Opis techniczny.....	6
3.1 Podstawa opracowania	6
3.2 Przedmiot opracowania	6
3.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu	6
3.4 Opis przedsięwzięcia	7
3.5 Elementy składowe systemu.....	7
3.6 Zestawienie głównych elementów instalacji.....	7
4. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji.....	8
4.1 Moduły fotowoltaiczne	8
4.2 Inwerter fotowoltaiczny.....	9
4.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej	12
4.4 Okablowanie DC inwerterów	12
4.5 Okablowanie AC inwerterów	12
4.6 Instalacja uziemiająca.....	13
4.9 Ochrona przeciwporażeniowa	13
4.10 Ochrona przeciwprzepięciowa	14
4.11 Ochrona przeciwpożarowa	14
5.1 Bilans mocy instalacji fotowoltaicznej.....	15
5.2 Obliczenia instalacji	15
5.3 Wyniki obliczeń.....	17
5.4 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu	17
6. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych	17
7. Procedura odbiorowa instalacji	18
8. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia	18
8.1 Zakres robót.....	18
8.2 Istniejące obiekty budowlane	19
8.3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia	19
8.4 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych	19
8.5 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.....	19
8.6 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.....	19
8.7 Wpływ na środowisko	20
9. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne	20
10. Uwagi końcowe	24
11. Literatura	24
13. Rozporządzenia i ustawy	26

1. Kserokopia uprawnień projektanta



LUBELSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Lublin, dnia 2 czerwca 2015 r.

LOIIB.OKK.7131/22-7132/22/15

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa / tekst jednolity Dz. U. z 2014 r. poz. 1946/ i art. 12 ust. 2 i 3, art. 12 ust. 4c pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane / tekst jednolity Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 ze zm./, § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. poz. 1278/, po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Norbert Marcin GAJDA

magister inżynier

urodzony dnia 24 lutego 1986 r. w Krasnymstawie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewidencyjny: LUB/0068/PWBE/15

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

UZASADNIENIE

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

Pouczenie :

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

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek

dr inż. Bolesław Horyński

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Przewodniczący

dr inż. Andrzej Pichla

Otrzymują:

1. Pan Norbert Marcin Gajda
ul. Dąbrowskiego 2A/9,
22-360 Rejowiec Osada
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-9JE-URH-DLL *

Pan Norbert Marcin Gajda o numerze ewidencyjnym LUB/IE/0170/15

adres zamieszkania ul. Dębowa 7, 21-040 Kalinówka

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-10-01 do 2024-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-08-31 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



2. Oświadczenia

Opracowanie techniczne wykonane dla potrzeb realizacji inwestycji na budynku użyteczności publicznej, sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Opracowanie wykonano zgodnie z umową oraz wydano w stanie kompletnym ze względu na cel, jakiemu ma służyć.

Jako projektant oświadczam, że przy projektowaniu instalacji fotowoltaicznej dla potrzeb realizacji inwestycji na użyteczności publicznej, zastosowano mechanizmy uwzględniające wszystkich użytkowników zgodne z zasadami projektowania uniwersalnego. W ramach projektowania uwzględniono fizyczne i techniczne warunki wpływające na możliwość dostępu tzn., użytkowania danej usługi lub produktów przez wszystkie osoby w każdym wieku, z różnymi możliwościami, umiejętnościami i stopniem sprawności bez konieczności adaptacji bądź specjalistycznego projektowania.

Zastosowane rozwiązania techniczne nie ograniczają dostępności poszczególnych użytkowników, w tym osób niepełnosprawnych, do urządzeń w ramach zwykłego użytkowania instalacji fotowoltaicznych np. odczyt parametrów z inwertera. Zastosowane rozwiązania odpowiadają potrzebom wszystkich użytkowników, umożliwiając im korzystanie z efektów końcowych przedsięwzięcia.

Jako projektant niniejszym oświadczam, że inwestycja polegająca na budowie instalacji fotowoltaicznej o mocy **49,5 kW** może być realizowana bez konieczności uzyskania zezwolenia, pozwolenia na budowę oraz nie podlega konieczności zgłoszenia wykonywania robót budowlanych, co jest zgodne z obowiązującym na dzień sporządzenia niniejszego projektu stanem prawnym tj., Prawa Budowlanego (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 z póź. zm. Dz.U 2013, poz. 1409 j.t.) oraz interpretacją wydaną przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego.

Projektant branża elektryczna:

mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

3. Opis techniczny

3.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje dokumentację techniczną instalacji fotowoltaicznej wraz z zabudową modułów PV, inwerterów oraz kabli łączących poszczególne generatory słoneczne. Opracowanie to zostaje sporządzone na podstawie:

- umowy z Inwestorem
- uzgodnień z Inwestorem
- inwentaryzacją obiektu objętego inwestycją
- obowiązujących norm i przepisów
- ogólnych warunków związanych z dofinansowaniem
- wytycznych projektowania instalacji fotowoltaicznych

3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 49,5kWp.

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- wewnętrzne linie zasilające;
- Konstrukcje wsporcze;
- Moduły fotowoltaiczne;
- Inwerter DC/AC;
- Ochronę przeciwporażeniową;
- Ochronę przeciwprzepięciową;

Projekt nie obejmuje wymiany istniejącego licznika energii elektrycznej.

3.3 Lokalizacja inwestycji i opis obiektu

Lokalizacja modułów PV	Budynek użyteczności publicznej / grunt / budynek archiwum
Typ dachu	płaski
Poszycie dachu	papa
Kąt dachu	4°
Kierunek montażu	południowy zachód
Miejsce montażu inwertera	korytarz
Prowadzenie przewodów DC	Z dachu pod na elewację przebicie do korytarza / w gruncie do budynku przebicie do korytarza
Prowadzenie przewodów AC	Przebicie do RG

3.4 Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku użyteczności publicznej, na gruncie obok budynku oraz na dachu budynku archiwum, umożliwiającą produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych – urządzeń dokonujących konwersję promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę systemu. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami DC do inwertera. W inwerterach tych energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przesyłana przewodami elektroenergetycznymi poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu oraz dalsze oddawanie nadwyżek wyprodukowanej energii. Znamionowa moc instalacji powinna być określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru.

3.5 Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- zestaw modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią lokalnego Dystrybutora;
- instalacja wraz z zabezpieczeniami;

System będzie składał się z 90 modułów.

3.6 Zestawienie głównych elementów instalacji

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny	90szt.
2	Inwerter	3 szt.
3	Skrzynka przyłączeniowa po stronie AC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	1 szt.
4	Skrzynka przyłączeniowa po stronie DC wykonanie w II klasie ochronności o IP 65	3 szt.
5	Konstrukcja dedykowana dla instalacji fotowoltaicznej	1 kpl.
6	Elementy montażowe, rurki instalacyjne, uchwyty	1 kpl.
7	Okablowanie	1 kpl.
8	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe	1 kpl.
9	Wyłącznik awaryjny	1 kpl.

4. Charakterystyka głównych elementów i zabezpieczeń instalacji

4.1 Moduły fotowoltaiczne

Należy zastosować panele PV wykonane w technologii gwarantującej najwyższą wydajność i moc. Minimalna zastosowana moc paneli nie może być niższa niż 550 Wp. Zastosowane panele muszą spełniać minimalne opisane parametry. Panele muszą pochodzić od jednego producenta i ich produkcja nie może być starsza niż 1 rok od dnia dostarczenia ich na plac budowy. Poniższe parametry muszą zostać spełnione zgodnie z standardem badań STC:AM=1,5;1000 W/m²: temperatura komórek 25°C. Zastosowane ogniwa muszą spełniać warunki produkcji związane z ochroną środowiska jak i posiadać certyfikację recyklingową produktu. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 90 paneli o mocy min 550W każdy. Łączna moc paneli wynosi 49,5kWp.

Minimalne parametry modułów fotowoltaicznych		
	SPECYFIKACJA PRODUKTU	Parametry minimalne wymagane
1	Typ modułu	monokrystaliczne ogniwa krzemowe
2	Moc modułu	min. 550 Wp
3	Sprawność modułu	min. 21,25 %
4	Prąd zwarciový I _{sc}	min. 13,9 A
5	Maksymalne natężenie prądu I _{mpp}	Min. 13,5 A
6	Napięcie obwodu otwartego U _{oc}	Min. 49,8 V
	SPECYFIKACJA TECHNICZNA PRODUKTU	Parametry minimalne wymagane
1	Szyba	Antyrefleksyjna, wzmocniona o grubości min. 3,2 mm
2	Kabel wyjściowy	Przekrój minimum 4mm ² , długość minimum 120 cm
3	Gniazdo i złącze przyłączeniowe	Kompatybilne ze złączem MC4, puszka o odporności minimum IP68
4	Bus Bar	Minimum 10 BB
5	Diody Bus Bar	Minimum 3
6	Liczba ogniw	Minimum 144
7	Rama	Zaciskana mechanicznie lub zagniatana anodowana aluminiowa
8	Temperatura pracy	-45 do + 85° C
9	Zalecany maksymalny wymiar modułu	2280 x 1200 x 35 mm
10	Tolerancja mocy	Wyłącznie dodatnia od 0 do 3%
	CERTFIKATYMY NORMY, GWARANCJE, TESTY	Parametry minimalne wymagane
1	Gwarancja producenta na produkt	Minimum 20 lat
2	Gwarancja producenta na moc do spadku do maksymalnie 80%	Minimum 25 lat
3	Obciążenie wiatrem – odporność	Minimum 2400 Pa
4	Obciążenie śniegiem – odporność	Minimum 5400 Pa
5	Certyfikat systemowy	ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
6	Odporność na ogień	IEC class „C”
7	Testy standardowe	IEC 61215, IEC 61701, IEC 62716, IEC 61730, DIN EN 60068-2-68
8	Klasa użytkowa produktu	A

4.2 Inwerter fotowoltaiczny

Energia elektryczna w modułach fotowoltaicznych ma formę prądu stałego i może być wykorzystywana do zasilania urządzeń elektrycznych pod warunkiem zastosowania urządzeń do konwersji prądu stałego na prąd przemienny zwany inwerterem (falownikiem). Planuje się montaż trzech inwerterów o mocach min (2x10kW i 1x25kW) każdy zapewniającej bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń.

Podczas montażu urządzenia wymagane jest pozostawienie odstępów wentylacyjnych zgodnie z zaleceniami producenta, oznacza to że nie należy montować inwertera w zabudowanych szafkach, wnękach w ścianie bez zachowania odpowiednich odstępów co precyzują producenci urządzeń. Moduły zostaną podłączone do inwertera przewodem solarnym w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV i wtykami MC-4 lub równoważnymi. Falownik powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem sprawności, posiadać wysoką klasę ochrony IP 65, przystosowane do instalacji wewnętrznych i zewnętrznych. Obudowa powinna zapewnić długotrwałą ochronę przed wilgocią i korozją. Inwerter należy zainstalować zgodnie z wytycznymi instrukcji montażowej zwracając w szczególności uwagę na odległości od sąsiednich urządzeń.

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemiennie 3-fazowe 400V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 3 - fazową 400V i zacznie dostawę energii do sieci. W chwili zaniku napięcia po stronie pierwotnej lub po stronie wtórnej inwerter wyłączy się automatycznie. Powrót napięć na inwerterze spowoduje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego inwerter przechodzi w tryb uśpienia (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia sieciowego. Inwerter pracuje na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym że w prawidłowo działającej sieci inwerter nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Inwerter cyklicznie „podejmuje próby” zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, inwerter natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Zgodnie z ogólnymi wytycznymi operatora sieci OSD dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w inwerterze zabezpieczenia należy nastawić na następujące wartości:

- zabezpieczenie podnapięciowe: $U=195\text{ V}$, $t=100\text{ ms}$;
- zabezpieczenie nadnapięciowe: $U=253\text{ V}$, $t=100\text{ ms}$;
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe: $f=47,5\text{ Hz}$, $t=100\text{ ms}$;
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe: $f=51,0\text{ Hz}$, $t=100\text{ ms}$;

- zabezpieczenie od pracy wyspowej: $t=100$ ms;
- ponowne przyłączenie do sieci po awaryjnym wyłączeniu: $t=180$ s

Należy zastosować falowniki PV o mocy 25kW oraz 2x10kW wg opisu w poniższej tabeli. Dopuszcza się jako zamienniki falowniki o niegorszych parametrach. Falowniki muszą mieć możliwość wzajemnej komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Sumaryczna moc falowników po stronie AC nie może być mniejsza niż 85% mocy nominalnej podłączonych modułów po stronie DC .

Minimalne parametry falownika hybrydowego o mocy 10 kW

Lp.	Opis wymagań	Parametry wymagane
1	Moc znamionowa wyjściowa AC	10000VA
2	Moc maksymalna wejściowa AC	15000VA
3	Maksymalny prąd wyjściowy AC	17 A
4	Maksymalna moc DC	15 kW
5	Znamionowe napięcie DC	Min. 620V
6	Zakres napięć DC	150-1000 V
7	Liczba MPPT/Liczba stringów	2/2
8	Znamionowe napięcie baterii	250V
9	Zakres napięcia baterii	120-650V
10	Maksymalna moc ładowania/rozładowania baterii	10 kW
11	Sprawność	Europejska - min. 97,50 [%] Sprawność maksymalna – min. 98,20 [%] Sprawność rozładowania/ładowania – min 98,00 [%]
12	Bezpieczeństwo	Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC; Zabezpieczenie nadprądowe/nadnapięciowe; Zabezpieczenie przed pracą wyspową; Zabezpieczenie przed zwarciami AC; Wykrywanie prądu resztkowego; Monitorowanie zwarcia doziemnego; Monitorowanie sieci; Stopień ochrony IP65
13	Gwarancja producenta	Min. 12 lat
14	Certyfikaty, standardy	NRS97; G98/G99; EN50549-1; AS4777; VDE-AR-N4105; VDE0126, IEC62109-1; IEC62040; IEC62109-2; EN61000-6-2; EN61000-6-3
15	THD AC	<3%
16	Czas przełączenia AC Back-UP	<10 ms
17	Komunikacja	LCD, LED, RS485, Wi-Fi, GPRS, 4G
18	Chłodzenie/technologia	Beztransfornatorowy, inteligentne chłodzenie
19	Poziom hałasu	< 30 dB

Minimalne parametry falownika hybrydowego o mocy 25 kW

Lp.	Opis wymagań	Parametry wymagane
1	Moc znamionowa wyjściowa AC	25000VA
2	Moc maksymalna wejściowa AC	37500VA
3	Maksymalny prąd wyjściowy AC	40A
4	Maksymalna moc DC	37,5 kW
5	Znamionowe napięcie DC	Min. 620V
6	Zakres napięć DC	150-1000 V
7	Liczba MPPT/Liczba stringów	2/4
8	Znamionowe napięcie baterii	500V
9	Zakres napięcia baterii	150-800V
10	Maksymalna moc ładowania/rozładowania baterii	25kW
11	Sprawność	Europejska - min. 98,00 [%] Sprawność maksymalna – min. 98,50 [%] Sprawność rozładowania/ładowania – min 98,00 [%]
12	Bezpieczeństwo	Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC; Zabezpieczenie nadprądowe/nadnapięciowe; Zabezpieczenie przed pracą wyspową; Zabezpieczenie przed zwarciami AC; Wykrywanie prądu resztkowego; Monitorowanie zwarcia doziemnego; Monitorowanie sieci; Stopień ochrony IP65
13	Gwarancja producenta	Min. 12 lat
14	Certyfikaty, standardy	NRS97; G98/G99; EN50549-1; AS4777; VDE-AR-N4105; VDE0126, IEC62109-1; IEC62040; IEC62109-2; EN61000-6-2; EN61000-6-3
15	THD AC	<3%
16	Czas przełączenia AC Back-UP	<0.01 s
17	Komunikacja	LCD, LED, RS485, Wi-Fi, GPRS, 4G
18	Chłodzenie/technologia	Beztransfornatorowy, inteligentne chłodzenie
19	Poziom hałasu	< 40 dB

Wszystkie falowniki zastosowane dla instalacji fotowoltaicznych powinny pochodzić od jednego producenta.

4.3 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC).

Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów. Nadmiary przewodów należy mocować do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody są narażone na promieniowanie słoneczne należy zastosować stosowne osłony. Poszczególne łańcuchy modułów należy łączyć z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o przekroju 6 mm². W rozdzielniach DC należy zainstalować rozłączniki bezpiecznikowe DC 2P 10x38 oraz ochronniki przepięciowe.

4.4 Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 6 mm². Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinno być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć.

4.5 Okablowanie AC inwerterów

Do budowy instalacji elektrycznej po stronie AC stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne typu YDY (wewnątrz budynku) lub YKY (poza budynkiem) z izolacją na 1000 V

- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V (wyłącznie instalacja ekwipotencjalna i połączenia wewnątrz rozdzielnic)

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane przewodami/kablami YKY 5x35mm² dla inwertera nr 1, YKY 5x10mm² dla inwertera nr 2 i 3, oraz YKY 5x35mm² dla rozdzielnic RAC. Przekrój żył został dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Dobrano okablowanie, tak aby spadek napięcia na kablach nie przekraczał 1%. Rozprowadzane przewody należy zabezpieczać przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

4.6 Instalacja uziemiająca

Wykonać odrębny uziom pionowy dedykowany dla uziemienia instalacji PV. Nową instalację należy wyposażyć w zacisk kontrolny (w typowej puszcze) do wykonania pomiarów oraz szynę połączeń wyrównawczych. Rezystancja uziomu powinna wynosić $R < 10\Omega$. Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 (dla budynku z odgromem) lub LgY6 (dla budynku bez odgromu) i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;

4.9 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy 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 i AC
- Ochrona dodatkowa – szybkie wyłączenie w sieci TN-S za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC

Jeśli beneficjent ma zabudowane zabezpieczenie różnicowo-prądowe w głównej tablicy rozdzielczej domu, to należy pozostawić istniejące zabezpieczenie i włączyć obwód dedykowany dla zasilania inwertera pod istniejące główne szyny prądowe rozdzielnic beneficjenta.

Projektowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” lub równoważna. W ramach systemu ochrony od porażeń prądem elektrycznym należy zastosować samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

4.10 Ochrona przeciwprzepięciowa

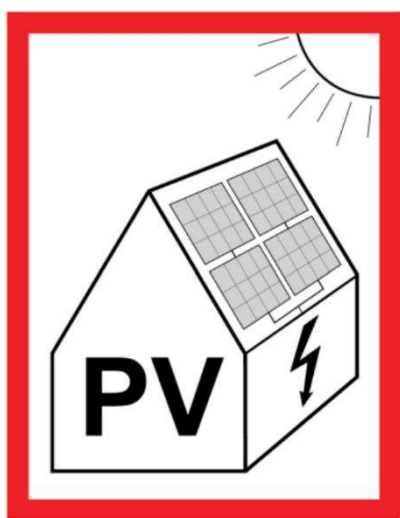
Inwerter oraz instalację ogniw fotowoltaicznych chronić poprzez zastosowanie ograniczników przepięciowych dedykowanych do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanych w rozdzielnicach DC. Ograniczniki przepięć zapewnią ochronę systemu fotowoltaicznego PV przed przepięciami: łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich i bezpośrednich. W przypadku montażu instalacji PV na obiekcie nie posiadającej instalacji odgromowej nie ma konieczności jej wykonywania. W przypadku istnienia instalacji odgromowej na budynku, należy zastosować ograniczniki przepięciowe strona AC typu SPD T2 strona DC typu SPD T1+T2 oraz uziemienia z linki LgY 16mm² prace wykonać zgodnie z aktualną normą odgromową PE-EN 62305.

4.11 Ochrona przeciwpożarowa

Dla potrzeb awaryjnego wyłączenia instalacji fotowoltaicznych należy po stronie stałoprądowej DC zainstalować wyłącznik główny instalacji PV (awaryjny wyłącznik prądu) dla instalacji fotowoltaicznej. Zadziałanie wyłącznika głównego spowoduje odcięcie zasilania prądu stałego DC z paneli do inwertera. Wyłącznik główny instalacji powinien zostać zlokalizowany jak najbliżej modułów fotowoltaicznych.

Przycisk wyłącznika głównego obwodu DC (przeciwpożarowego) powinien zostać odpowiednio oznakowany, a Użytkownik instalacji fotowoltaicznej przeszkolony z zasady jego działania.

Jako elementy wykonawcze należy zastosować systemowe rozłączniki izolacyjne DC dostosowane do napięcia roboczego min. 1000V wyposażone w wyzwalacze z cewkami zanikowymi o napięciu 230V. Zanik napięcia na wyzwalaczu rozłącznika następuje poprzez styk rozwierny przycisku wyłącznika. Napięcie na przycisk podane poprzez wyłącznik zainstalowany w RAC. Jako element sterujący należy zastosować przycisk którego uruchomienie i wysłanie sygnału następuje przez zbiecie szybki. Zanik napięcia w sieci elektroenergetycznej także rozłączy panele po stronie DC. Kasowanie stanu alarmowego następuje przez wymianę szybki. Jako przewód sterowniczy należy wykorzystać przewód typu YKY 2x1,5mm².



Awaryjny wyłącznik prądu instalacji PV oznaczyć zgodnie z PN.

Wyłącznik oznakować zgodnie z PN-HD 60364-7-712

- w złączu instalacji elektrycznej
- w miejscu pomiaru jeśli jest poza złączem
- w tablicy zasilającej falownik

5.1 Bilans mocy instalacji fotowoltaicznej

Inwerter AC/DC

Moc pojedynczego inwertera: min 2x10 kW oraz min 25kW

Moc pojedynczego modułu: min 550 W

Ilość inwerterów – 3 szt.

Ilość paneli: 90 szt.

Moc zainstalowana po stronie DC: $90 \times 550 \text{ Wp} = 49.5 \text{ kWp}$

5.2 Obliczenia instalacji

Obliczenia techniczne dotyczą sprawdzenia doboru przewodów, kabli i zabezpieczeń.

Przeprowadzono następujące obliczenia:

- prąd obliczeniowy szczytowy obwodu
- sprawdzenie obciążalności kabli i dobór zabezpieczeń

- sprawdzenie dopuszczalnych spadków napięcia Obliczenia potwierdzają prawidłowy
dobór kabli

Lp.				PANELE												INWERTER				DOPASOWANIE																											
1	28600	INWERTER 1	MPPT	2	13	26	600,46	731,89	694,34	27,00	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.																														
						Liczba łańcuchów			Liczba paneli w łańcuchu			Liczba paneli łącznie			Napięcie minimalne [V]			Napięcie maksymalne [V]			Napięcie maksymalne w MPP [V]			Maksymalny prąd w MPP [A]			Maksymalne napięcie inwertera [V]			Minimalne napięcie inwertera MPPT [V]			Maksymalne napięcie inwertera MPPT [V]			Maksymalny prąd łańcucha inwertera [A]			Umin.pv >Umin.inw.			Umax.pv <Umax.inw.			Imax.pv <Imax.inw.		

1	Lp.					
	MOC INSTALACJI DC [Wp]					
28600	MPPT		PRZEWODY		INSTALACJA DC	
	1	6	Przekrój [mm2]			
2	6	50	Długość przewodów DC [m]			
6	50	13	Liczba paneli w łańcuchu			
			Napięcie minimalne [V]			
			Napięcie maksymalne obwodu otwartego [V]			
			Napięcie maksymalne w MPP [V]			
			Maksymalny prąd w MPP [A]			
			Maksymalny prąd instalacji [A]			
			Obliczony minimalny przekrój przewodów DC [mm2]			
			Obliczony spadek napięcia DC [%]			
			Maksymalne napięcie zabezpieczenia łańcucha Ucpv			
			Napięcie ogranicznika DC [V]			
			Prąd bezpiecznika DC [A]			
			Dobór przekroju przewodu DC			
			Dobór spadku napięcia przewodu DC			
			Dobór aparatów przepięciowych			
			Dobór bezpiecznika DC			

Lp.				PANELE										INWERTER				DOPASOWANIE																											
1	11000	INWERTER 2	MPPT	1	10	10	461,90	562,99	534,11	13,50	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.																												
				Liczba łańcuchów			Liczba paneli w łańcuchu			Liczba paneli łącznie			Napięcie minimalne [V]			Napięcie maksymalne [V]			Napięcie maksymalne w MPP [V]			Maksymalny prąd w MPP [A]			Maksymalne napięcie inwertera [V]			Minimalne napięcie inwertera MPPT [V]			Maksymalne napięcie inwertera MPPT [V]			Maksymalny prąd łańcucha inwertera [A]			Umin.pv >Umin.inw.			Umax.pv <Umax.inw.			Imax.pv <Imax.inw.		

Lp.		MOC INSTALACJI DC [Wp]					
1	11000	MPPT					
2	6	Przekrój [mm2]		PRZEWODY			
6	50	Długość przewodów DC [m]					
50	10	Liczba paneli w łańcuchu		INSTALACJA DC			
10	461,90	Napięcie minimalne [V]					
461,90	562,99	Napięcie maksymalne obwodu otwartego [V]					
562,99	534,11	Napięcie maksymalne w MPP [V]					
534,11	13,50	Maksymalny prąd w MPP [A]					
13,50	18,56	Maksymalny prąd instalacji [A]					
18,56	2,30	Obliczony minimalny przekrój przewodów DC [mm2]		OBLICZENIA			
2,30	0,38297	Obliczony spadek napięcia DC [%]					
0,38297	647,43735	Maksymalne napięcie zabezpieczenia łańcucha Ucpv					
647,43735	1000	Napięcie ogranicznika DC [V]					
1000	20	Prąd bezpiecznika DC [A]					
20	OK.	Dobór przekroju przewodu DC		SPRAWDZENIE			
OK.	OK.	Dobór spadku napięcia przewodu DC					
OK.	OK.	Dobór aparatów przepięciowych					
OK.	OK.	Dobór bezpiecznika DC					

1	Lp.	MOC INSTALACJI [W]	Inwerter	MPPT	PANELE						INWERTER				DOPASOWANIE			
					Liczba łańcuchów	Liczba paneli w łańcuchu	Liczba paneli łącznie	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalne napięcie inwertera [V]	Minimalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalne napięcie inwertera MPPT [V]	Maksymalny prąd łańcucha inwertera [A]	Umin.pv >Umin.inw.	Umax.pv <Umax.inw.	Imax.pv <Imax.inw.
9900				MPPT1	1	9	9	415,71	506,69	480,69	13,50	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.
				MPPT2	1	9	9	415,71	506,69	480,69	13,50	1000	160	1000	30	OK.	OK.	OK.

1	Lp.				PRZEWODY	INSTALACJA DC						OBLICZENIA					SPRAWDZENIE				
	1	9900	MPPT			Przekrój [mm2]	Długość przewodów DC [m]	Liczba paneli w łańcuchu	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne obwodu otwartego [V]	Napięcie maksymalne w MPP [V]	Maksymalny prąd w MPP [A]	Maksymalny prąd instalacji [A]	Obliczony minimalny przekrój przewodów DC [mm2]	Obliczony spadek napięcia DC [%]	Maksymalne napięcie zabezpieczenia łańcucha Ucpv	Napięcie ogranicznika DC [V]	Prąd bezpiecznika DC [A]	Dobór przekroju przewodu DC	Dobór spadku napięcia przewodu DC	Dobór aparatów przepięciowych
	2	6	6	50	9	415,71	506,69	480,69	13,50	18,56	2,56	0,42562	592,693615	1000	20	OK.	OK.	OK.	OK.		

TABELA DOBORU ZABEZPIECZEŃ DLA OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ (WG PN-IEC 60364-4-43:2012)																							
Zasilanie	Odbiór	Nazwa odbioru	Moc	Napięcie	Wsp. mocy	Prąd obliczeniowy	Typ zabezpieczenia	Prąd znam. urz. zabez.	Współczynnik k ₂	Prąd zad. zab. I ₂ = I _n * k ₂	Liczba torów kabli	Typ przewodu	Materiał przewodnika	Przekrój jednostkowy	długość linii	Sposób ułożenia	Obciążalność długotrwała	Wsp. popr. ułożenia	I _z = I _{ad} * k _p	Impedancja obwodu	Warunek 1 I _b ≤ I _n ≤ I _z	Warunek 2 I _z ≤ 1,45 I _z	Spadek napięcia
-	-	-	P	U	cos φ	I _B	-	I _n	k ₂	I ₂	-	-	-	s	l	-	I _{ad}	k _p	I _z	Zobl	-	-	dU
-	-	-	kW	V	-	A	-	A	-	A	-	-	-	mm ²	m	-	A	-	A	Ω	-	-	%
INW1	RAC	INW1	28,6	400	0,93	44,4	B	50	1,45	72,5	1	YKY5x	CU	25	35	B2	62	0,95	58,9	0,0262	TAK	TAK	0,463
INW2	RAC	INW2	11	400	0,93	17,1	B	20	1,45	29	1	YKY5x	CU	10	35	B2	62	0,95	58,9	0,0649	TAK	TAK	0,446
INW3	RAC	INW3	9,9	400	0,93	15,4	B	20	1,45	29	1	YKY5x	CU	10	35	D1	41	0,95	38,95	0,0649	TAK	TAK	0,401
RAC	RGN	PV	49,5	400	0,93	76,8	BEZP	80	1,6	128	1	YKY5x	CU	35	20	B2	99	0,95	94,05	0,0108	TAK	TAK	0,327

5.3 Wyniki obliczeń

- Prądy szczytowe obwodów nie przekraczają wartości znamionowych zabezpieczeń i obciążalności długotrwałej przewodów. Wielkości zabezpieczeń zapewniają prawidłową ochronę przewodów.
- Przekroje przewodów są większe od minimalnych wymaganych z punktu obciążalności zwarciorowej.
- Samoczynne wyłączenie zasilania dla rozdzielnic i odbiorników jest spełnione przy dobranych zabezpieczeniach i obliczonej impedancji pętli zwarcia Z_s.

5.4 Prąd obliczeniowy szczytowy obwodu

Maksymalny prąd roboczy obwodu wyniesie I_{max}=13,5A. Prąd zwarciorowy obwodu przyjmuje się I_{sc}=13,9 A. Dobór bezpieczników PV: I_{sc} x 1,4 = 13,9 A x 1,4 = 19,46 A. Prąd znamionowy bezpiecznika musi być wyższy lub równy od 19,46A zatem przyjmuje się bezpiecznik 20A dla bieguna + i bieguna -.

UWAGI KOŃCOWE

- Całość robót instalacyjno - montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami
- Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP
- Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie
- Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania
- Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Wykonawcy.

6. Opis konstrukcji wsporczej i przykładowych rozwiązań montażowych

Planuje się wykorzystanie dedykowanej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych na dachu budynku oraz na gruncie. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone równolegle z poszyciem dachu obiektu. Konstrukcję stanowić będą aluminiowe szyny zamocowane do dachu budynku oraz do konstrukcji naziemnej. Szyny należy ułożyć i zamontować dokładnie z wytycznymi producenta oraz z instrukcją montażową dostarczoną do

danego zestawu. Należy zastosować aerodynamiczny system montażowy PV przeznaczony do mocowania na dachach pokrytych papą lub membraną. Montaż odbędzie się poprzez klejenie bądź zgrzewanie z jego pokryciem. Rozwiązanie polega na rezygnacji z dodatkowego obciążenia, a aerodynamiczny kształt musi być uzyskany poprzez zastosowanie osłon tylnych i bocznych co zmniejszyć ma opór wiatru.

Konstrukcja powinna być wykonana w pełnym przekroju z materiałów niekoordynujących np. aluminium. Konstrukcje te nie będą wymagały w celu zabezpieczenia przed korozją nanoszenia i nakładania dodatkowych warstw ochronnych.

W przypadku montażu na ziemi montaż ten będzie odbywał się na konstrukcjach systemowych producenta, a konstrukcja ta nie będzie na stałe związana z gruntem (brak fundamentu).

Wykonawca będzie zobowiązany do zastosowania odpowiedniej konstrukcji (systemu montażowego) do danego obiektu zgodnie z protokołem uzgodnień wykonywanym podczas wizyty na danej lokalizacji.

Wszystkie elementy planowanej konstrukcji wsporczej są wykonane z aluminium z wyłączeniem śrub oraz nakrętek wykonanych ze stali nierdzewnej. Aluminium nie jest materiałem podatnym na korozję.

Dane techniczne:

wytrzymałość konstrukcji:	obliczana wg lokalizacji Inwestycji
obciążenia śniegiem:	minimum 3000 Pa – zalecana 5400 Pa
obciążenia wiatrem:	minimum 2400 Pa – zalecana 2400 Pa
specyfikacja materiałów:	Aluminium EN6060 lub inne o podobnych parametrach
śruby/nakrętki:	Stal nierdzewna A2

7. Procedura odbiorowa instalacji

Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą. Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać udokumentowane. W celu odbioru instalacji fotowoltaicznej, wykonawca powinien dokonać pomiarów instalacji fotowoltaicznej. Protokoły pomiarowe z wykonanych pomiarów należy przygotować i dostarczyć dla Inwestora łącznie z dokumentacją powykonawczą.

8. Informacje związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia

8.1 Zakres robót

Zakres planowanych prac:

- montaż konstrukcji wsporczych,
- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwertera DC/AC

- montaż projektowanych instalacji elektrycznych nn - 0,4kV,

Kolejność prowadzenia prac:

- przygotowanie miejsca pracy,
- ułożenie kabla,
- montaż konstrukcji wsporczych i systemów montażowych
- montaż paneli PV
- montaż Inwertera i zabezpieczeń
- podłączenia.

8.2 Istniejące obiekty budowlane

- Istniejący budynek,
- Istniejące linie kablowe,
- Istniejące instalację elektryczne,
- Drogi publiczne.

8.3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia

- Istniejące linie elektroenergetyczne,
- Sieć telekomunikacyjna,
- Drogi publiczne

8.4 Przewidywane zagrożenie występujące podczas realizacji robót budowlanych

- Ryzyko upadku z wysokości ponad 2m podczas prac montażowych przy budowie instalacji elektrycznych,
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych,
- Ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu istniejących kabli i przewodów,
- Ryzyko pożaru.

8.5 Sposób prowadzenia instrukcji pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

- Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac należy zapoznać pracowników z zagrożeniami jakie można napotkać w czasie wykonywanej pracy, oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych robót.

8.6 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych

- Wymaga się organizowanie stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy,

- Należy zapewnić pracownikom odzież ochronną i sprzęt ochrony osobistej oraz dopilnować, aby te środki były stosowane zgodnie z przeznaczeniem,
- Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach elektrycznych wyłączonych spod napięcia oraz zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia.
- Apteczka pierwszej pomocy.
- Telefon komórkowy na placu budowy umożliwiający wezwanie pomocy.

8.7 Wpływ na środowisko

Inwestycja nie wpływa negatywnie na otaczające środowisko naturalne

9. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiegokolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać.

Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez specjalistów, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.

Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

Zastosowane znaki ostrzeżeń

Ostrzeżenia informują o warunkach, które mogą spowodować poważne obrażenia lub śmierć i/lub uszkodzenie urządzeń oraz podają sposób na uniknięcie niebezpieczeństwa.

Dla wyróżnienia ostrzeżeń w tekście dokumentacji stosowane są następujące symbole:



Ostrzeżenie elektryczne: ostrzega o niebezpieczeństwach pochodzących ze strony obwodów elektrycznych, które mogą spowodować zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenie urządzeń.



Ostrzeżenie ogólne: ostrzega o sytuacjach, w których mogą mieć miejsce zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenia urządzeń spowodowane przez przyczyny inne niż elektryczne.

Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje:

Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

- DIN 18451
- DIN 18338
- DIN 1055

- VDE 0100 prace do 1000V
- VDE 0190
- VDE 0185
- DIN 18015 E
- DIN 18382

Przed przystąpieniem do czynności serwisowych



OSTRZEŻENIE! Przystąpienie do prac należy bezwzględnie poprzedzić wymienionymi poniżej środkami ostrożności oraz przepisami BHP

Zapoznać się z poszczególnymi instrukcjami bezpieczeństwa dotyczącymi danego miejsca pracy oraz urządzeń.

Odłączyć wszystkie źródła zasilania. Zablokować rozłączniki w pozycji otwartej i umieścić ostrzeżenie na rozłącznikach. Po odłączeniu inwerterów zawsze należy odczekać 5 minut, aby umożliwić rozładowanie kondensatorów w obwodzie pośrednim.

Przedsięwziąć środki ostrożności, gdy znajdują się odsłonięte (nieizolowane) przewody.

Sprawdzić czy instalacja nie jest pod napięciem. Należy pamiętać, że panele fotowoltaiczne (szczególnie ich zestawy połączone szeregowo) generują napięcie (do 1000 VDC) automatycznie po ich nasłonecznieniu.

Wykonać tymczasowe uziemienie.

Środki ostrożności



Moduły słoneczne mogą być montowane/demontowane tylko przez wykwalifikowane firmy specjalistyczne znające i przestrzegające normy i przepisy odnoszące się do instalacji fotowoltaicznych, takich jak przepisy VDE, normy DIN, dyrektywa VDEW, przepisów z zakresu BHP oraz osoby posiadające odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne.

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

- Przed zdemontowaniem modułów należy sprawdzić czy kable i złączki nie są uszkodzone bądź zabrudzone.
- Nie instalować uszkodzonych modułów fotowoltaicznych ani modułów z zabrudzonymi złączkami.
- Moduły słoneczne, a w szczególności złączki i narzędzia, muszą być suche w momencie prac serwisowych lub konserwacyjnych.

- Należy się upewnić, że wszystkie połączenia elektryczne są dobrze zamknięte.

Ważna wskazówka!

Ruchome kable przyłączeniowe, w wyniku ocierania o konstrukcję, mogą spowodować uszkodzenia izolacji.

Nie wolno otwierać puszek przyłączeniowej z kablami podłączonymi fabrycznie.

Puszki przyłączeniowej, kabli i wtyczek przyłączeniowych nie można czyścić ani smarować substancjami zawierającymi olej, tłuszcz lub alkohol.

Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie.

Modułów fotowoltaicznych nie wolno przytrzymywać, ani transportować przy pomocy kabli przyłączeniowych.

Modułów fotowoltaicznych nigdy nie wolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

Niebezpieczeństwo utraty życia



OSTRZEŻENIE! Zagrożenie życia przez obecność napięcie w falowniku oraz instalacji po stronie DC. Generator fotowoltaiczny generuje pod wpływem światła słonecznego niebezpieczne napięcie stałe, które występuje na przewodach DC lub innych elementach falownika będących pod napięciem. Dotknięcie przewodów DC lub elementów znajdujących się pod napięciem może spowodować niebezpieczne porażenie prądem elektrycznym.

Moduły fotowoltaiczne

Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy).

Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia.

Przed przystąpieniem do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnej folii izolacyjnej).

Uszkodzenie tylnej folii izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).



OSTRZEŻENIE!

Napięcie bezpieczne 24 V może być w każdej chwili przekroczone!!! Moduły zostały sklasyfikowane do klasy zastosowania A: napięcie niebezpieczne (IEC 61730: 50 V, EN 61730: większe niż 120 V)

W momencie wyeksponowania modułu na światło na złączach modułu natychmiast pojawia się napięcie jałowe (ok. 37,9V) a w przypadku szeregowego połączenia kilku modułów napięcie te wzrośnie do wartości sumy napięć jałowych połączonych modułów. Wartość napięcia jałowego jest podana w karcie katalogowej produktu.

W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli (warunki STC – 25°C, 1000W/m²). W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość I_{sc} i U_{oc} podaną w karcie katalogowej modułów pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

Montaż/demontaż modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści elektrycy, którzy posiadają wymagane świadectwa kwalifikacyjne.



WAŻNE ZALECENIA PRAKTYCZNE

Zachowaj szczególną ostrożność

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażeń elektrycznych, wszystkie ramy modułów słonecznych, obudowa inwertera oraz konstrukcja nośna są połączone z uziemieniem w celu wyrównywania potencjałów.

Przy rozłączaniu pasm, paruj bieguny, oznacz je, zaizoluj konektory, tak aby nie wywołać łuku elektrycznego, który przy napięciu ponad 600V jest wysoce prawdopodobny.

Unikaj prac łączeniowych w pełnym słońcu. Jeśli to możliwe, zrób to rano, lub wieczorem.

Nigdy nie łącz ze sobą ostatnich dwóch konektorów tego samego pasma. W najlepszym wypadku uszkodzisz moduły, a istnieje wysokie ryzyko pożaru całej instalacji !

Nigdy nie wyciągaj ani nie podłączaj konektorów w czasie pracy inwertera!

!!! Należy bezwzględnie wyłączyć instalację fotowoltaiczną, w przypadku kiedy w obiekcie zajdzie konieczności załączenia agregatu prądotwórczego !!!

Konserwacja



OSTRZEŻENIE!

Prace związane z konserwacją, czyszczeniem modułów fotowoltaicznych należy wykonać przy zachowaniu pełnej ostrożności !!

Nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny !!

Napięcie w obwodzie prądu stałego może sięgać do 1000V !!

Gdy wierzchnia warstwa modułów zostanie zabrudzona, produkcja energii elektrycznej zmniejszy się. W celu utrzymania optymalnych warunków produkcyjnych modułów fotowoltaicznych producent zaleca:

- Czyszczenie powierzchni modułów przy użyciu zmiękczonej wody, miękkiej szmatki lub gąbki – przynajmniej dwa razy rocznie (szczególnie po okresach pylenia roślin);
- Użycie myjek wysokociśnieniowych może spowodować utratę gwarancji;
- Powinno się unikać czyszczenia modułów w słoneczne dni – kiedy ich temperatura przekracza 60°C;
- Sprawdzenie wszystkich połączeń mechanicznych oraz elektrycznych – przynajmniej raz na rok.

10. Uwagi końcowe

Kable zasilające LSZH 4 mm² od strony układu DC wprowadzone do budynku, w których napięcie może dochodzić do 1000V, należy układać bezpośrednio pod tynkiem o grubości minimum 5mm lub prowadzić natynkowo w instalacyjnych rurkach karbowanych RKGS lub instalacyjnych listwach ściennych. Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa osób przebywających w budynku, nie dopuszcza się prowadzenia okablowania po stronie DC w budynku w sposób natynkowy bez zastosowania rurek ochronnych. Całość instalacji wykonać z należytą starannością i zgodnie ze sztuką. Całość prac wykonać zgodnie z rysunkami instalacyjnymi elektryki.

11. Literatura

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.

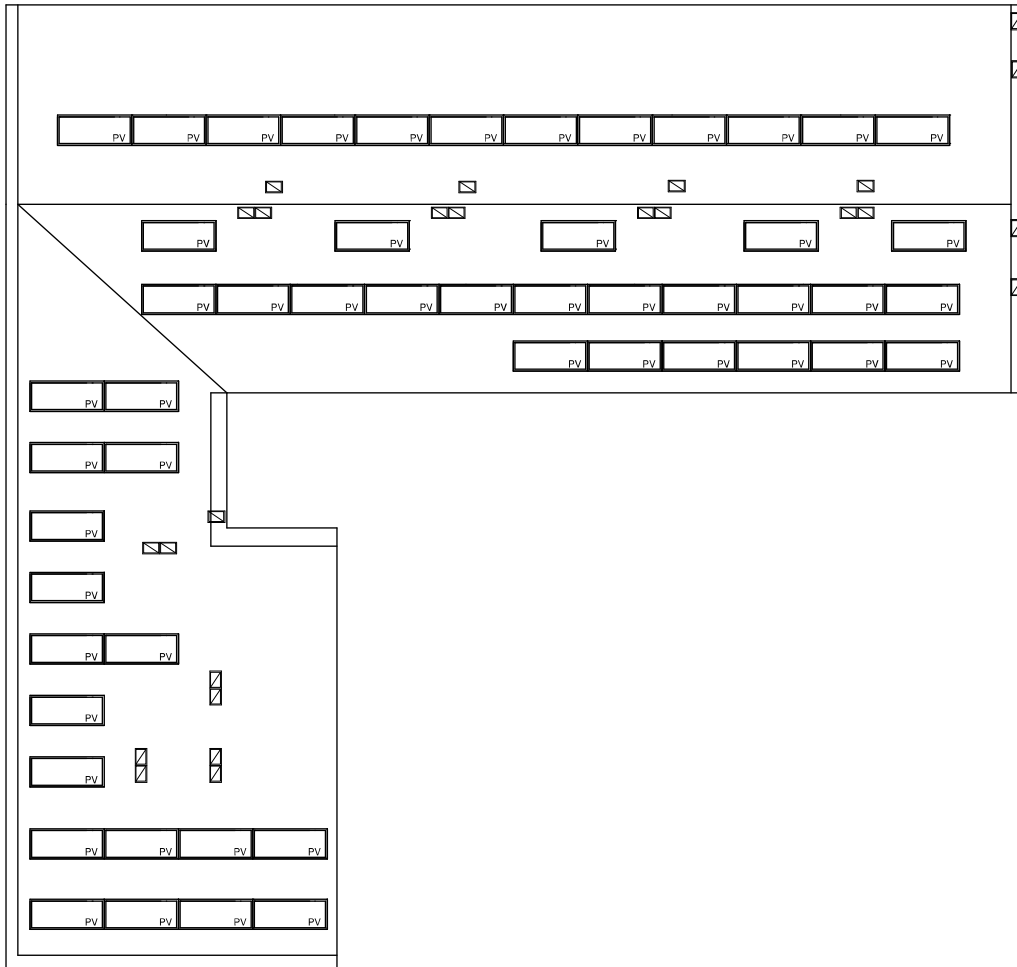
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.

- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.

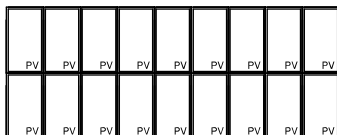
13. Rozporządzenia i ustawy

- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r., poz. 1333).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2020 r., poz. 215)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobów deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966) z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r.– Prawo energetyczne. (Dz. U. z 2020 r. poz.833) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. Nr 93 poz. 623) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2018 r. poz. 1935)

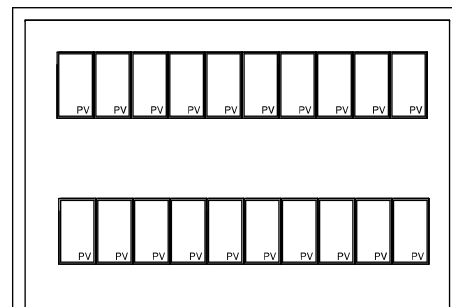
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47 poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2019 r. poz. 1065).



min. 4 m od granicy działki



min. 4 m od granicy działki

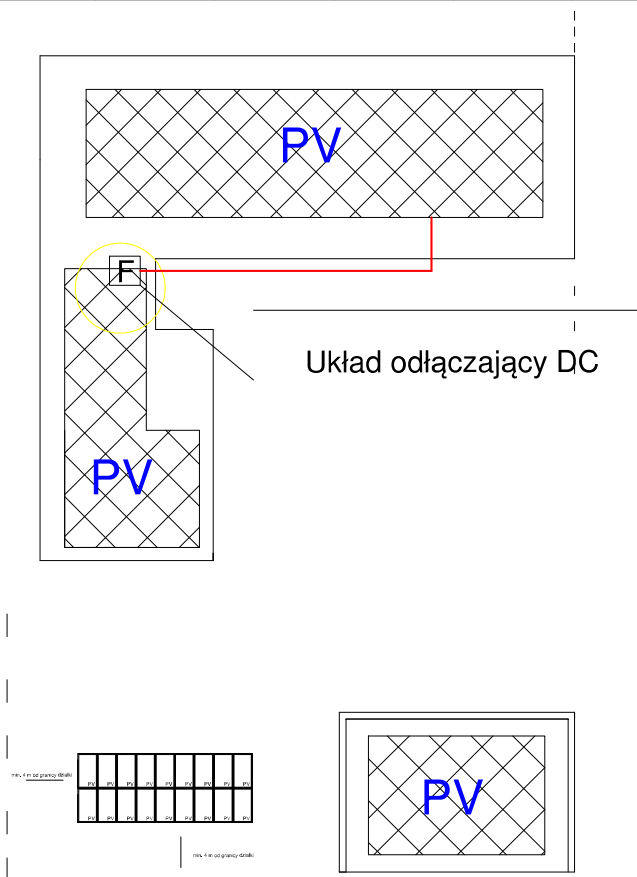


mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

Urząd Gminy w Krzymowie, ul. Kościelna 2, 62-513 Krzymów			
Lokalizacja Przedmiot rysunku	Rzut lokalizacji instalacji fotowoltaicznej		Nr rys. E.2
	Linia i nazwisko	Specjalność	Podpis
Projektował	mgr inż. Norbert Gajda	Specjalność Branża debiutująca	LUB/0068/PWBE/15

Legenda:

- Przewód pod napięciem
- Generator PV
- Pozycja układu zwalniającego DC



mgr inż. Norbert Gajda
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. LUB/0068/PWBE/15

Lokalizacja	Urząd Gminy w Krzymowie, ul. Kościelna 2, 62-513 Krzymów		
Przedmiot projektu	Plan instalacji dla służb rałowniczych		Nr sygn. E.3
Projektował	Imię i nazwisko	Specjalność	Nr uprawnień
	mgr inż. Norbert Gajda	Instalacje elektryczne	LUB/0068/PWBE/15

EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO DACHU

POD MONTAŻ INSTALACJI PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

ADRES INWESTYCJI:

Urząd Gminy w Krzymowie
Krzymów, ul. Kościelna 2
62-513 Krzymów

Damian Okraska
mgr inż. budownictwa
Opisanie, budowlane do projektowania
i ścigania roboty budowlane w specjalności
konstrukcyjnej - budownictwo ogólnego
Nr ewid. SLK/5772/PWBKb/15

Opracował
mgr inż. Damian Okraska
upr. Nr SLK/5772/PWBKb/15

1. DANE WYJŚCIOWE

Panel fotowoltaiczny Ciężar 35kg Ciężar jednostkowy ~ 17,50 kg/m²

Podkonstrukcja zgrzewana z płytami montażowymi na papę

Pokrycie dachu: papa

Typ i nachylenie dachu: dwu-spadowy (płaski, nachylenie <5°)

Stan konstrukcji dachu: dobry

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- opinia techniczna możliwości montażu paneli fotowoltaicznych została sporządzona na podstawie oględzin obiektu budowlanego, dostępnej dokumentacji i po analizie obciążeń,
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami),
- Przepisy wykonawcze do ustawy Prawo Budowlane a w szczególności rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- Polskie normy budowlane, przepisy, zasady wiedzy technicznej oraz literatura techniczna.

3. PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

- Przedmiotem jest opinia techniczna stanu istniejącego budynku oraz analiza obciążeń konstrukcji.
- Celem jest ocena możliwości zainstalowania paneli fotowoltaicznych.
- Zakres oceny obejmuje nadziemne elementy konstrukcyjne budynku w szczególności konstrukcję dachu, gdyż oddziaływanie na pozostałe elementy konstrukcyjne budynku jest znikome.

4. CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU OPRACOWANIA

Przedmiot oceny - budynek Urzędu Gminy. Panele zainstalowane mają być na dachu płaskim, pokrytym papą. Mocowanie paneli za pomocą systemowego zgrzewania podkonstrukcji do papy.

5. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW BUDYNKU

Ocena na podstawie zadowalającego zachowania się konstrukcji w przeszłości w aspekcie oceny stanu granicznego użytkownalności z uwagi na to, że obiekt wykonano wg wcześniej obowiązujących przepisów, norm i wiedzy budowlanej. Długi okres użytkowania nie budzi istotnych zastrzeżeń. Na podstawie opracowania WACETOB z 2000r. przyjęto następujące kryteria oceny:

Lp.	Klasyfikacja stanu technicznego elementu	Procentowe zużycie	Kryterium oceny
1	Bardzo dobry	0-10	Element budynku (lub rodzaj konstrukcji, wykończenia, wyposażenia) jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom normy.
2	Dobry	11-25	Element budynku nie wykazuje większego zużycia. Mogą wystąpić nieznaczne uszkodzenia wynikające z użytkowania szczególnie mechaniczne. Element wymaga konserwacji
3	Średni	26-50	Element budynku utrzymany jest zadowalająco. Celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji, impregnacji itp.
4	Nie zadowalający	51-60	W elementach budynku występują średnie uszkodzenia i (Ubytki nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu. Celowy jest częściowy remont kapitalny.
5	Zły	61-70	W elementach budynku występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Wymagany kompleksowy remont kapitalny.

OCENA STANU TECHNICZNEGO

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne nośne - bez widocznych uszkodzeń (pęknięć czy zarysowań), ocenia się stan techniczny ścian jako bardzo dobry, konstrukcja dachu - na podstawie oględzin zewnętrznych i wewnętrznych konstrukcji dachu nie stwierdzono żadnych uszkodzeń konstrukcji. Nie zauważono przekroczenia granicznych ugięć konstrukcji dachowej. Ocenia się stan techniczny jako bardzo dobry.

6. LOKALIZACJA

Krzymów, ul. Kościelna 2 62-513 Krzymów

7. PROJEKTOWANY WARIANT OBCIĄŻENIA PANELE FOTOWOLTAICZNE

obciążenie jednostkowe 0,25-0,28 kN/m²

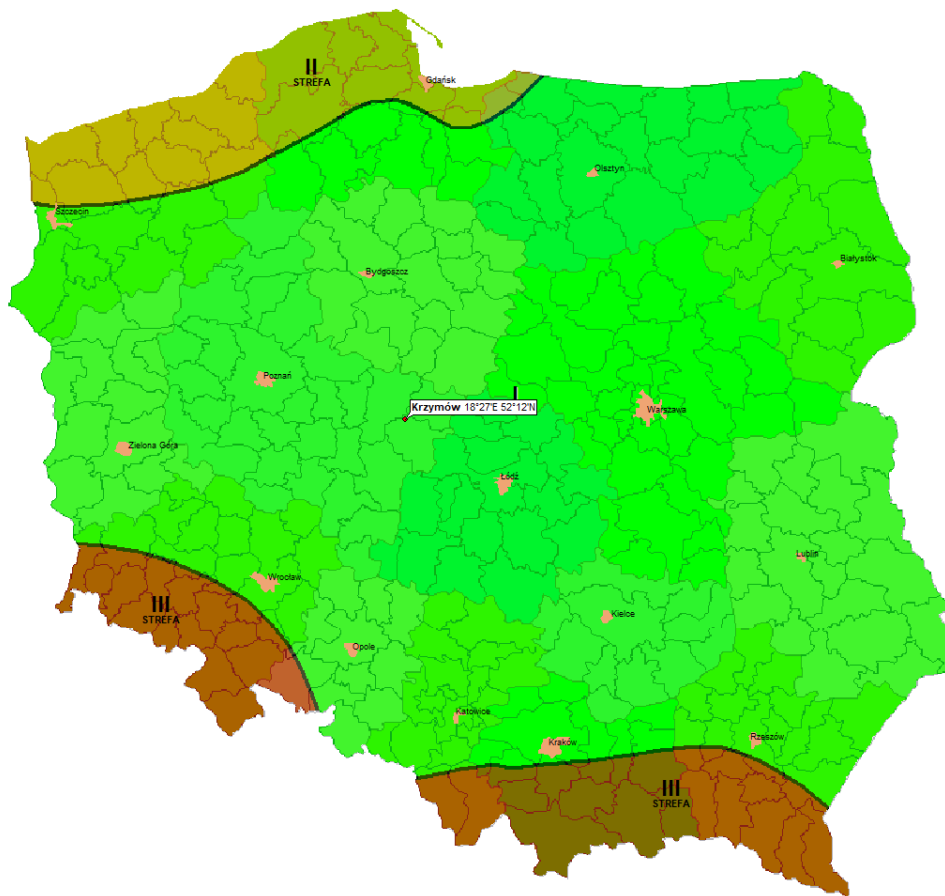
8. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Podstawa obliczeń

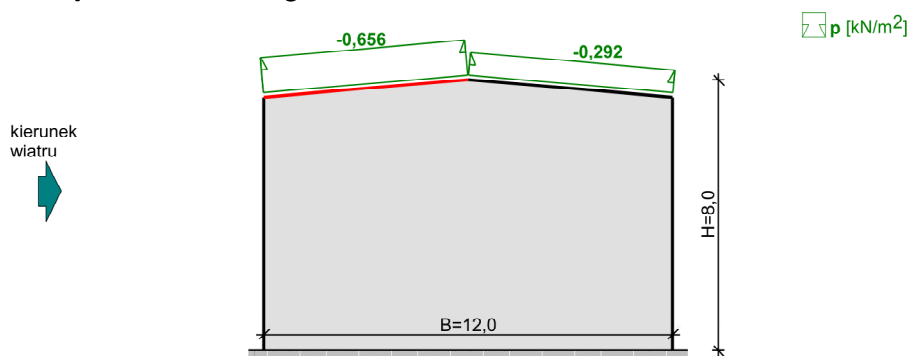
Lp.	Nr normy PN	Tytuł normy PN
1	PN-B-01025:2004	Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.
2	PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
3	PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
4	PN-B-03002:2007	Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczenie
5	PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
6	PN-B-03150:2000 oraz Az1:2001, Az2:2003, Az3:2004	Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
7	PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
8	PN-B-03264:2002 Ap1:2004	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
14.	PN-80/B-02010/Az 1 :2006	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.

Obciążenie wiatrem

- obciążenie wiatrem - I strefa



Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



Łość nawietrzna:

- Budynek o wymiarach: $B = 12,0 \text{ m}$, $L = 50,0 \text{ m}$, $H = 8,0 \text{ m}$
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 100 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 8,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,5 + 0,05 \cdot 8,0 = 0,90$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

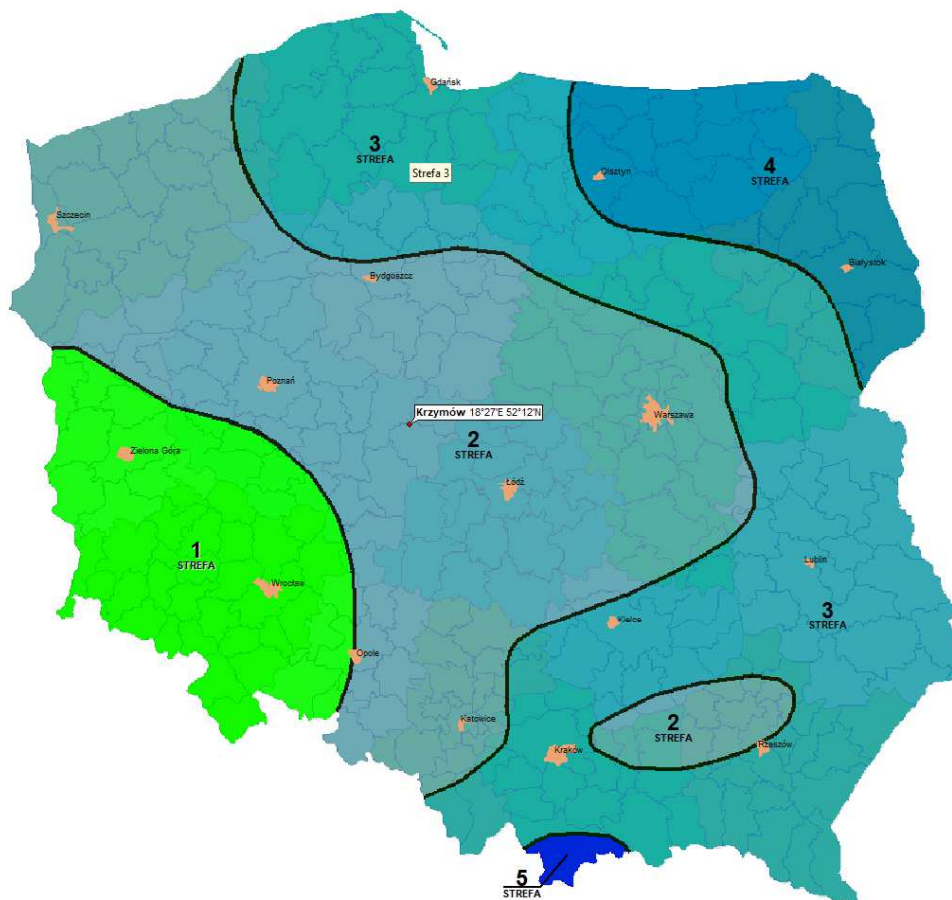
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0,9$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$

Obciążenie charakterystyczne:
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,90 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,437 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe:
 $p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,437) \cdot 1,5 = -0,656 \text{ kN/m}^2$

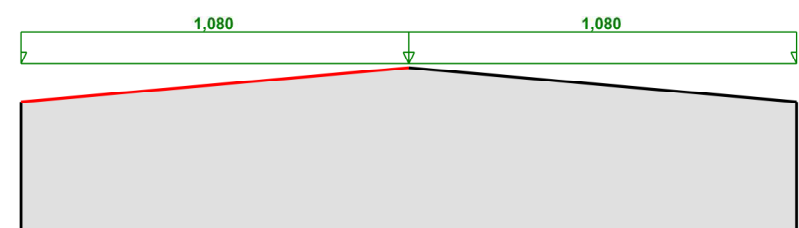
Obciążenie śniegiem

obciążenie śniegiem - II strefa



Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1

$s \text{ [kN/m}^2\text{]}$



Połąć bardziej obciążona:

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 2 → $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 5,0^\circ$
 - $C_2 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,800 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,720 \cdot 1,5 = \mathbf{1,080 \text{ kN/m}^2}$$

9. OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia dla paneli fotowoltaicznych

DANE

Wymiary przekroju:

Przekrój krytyczny płyty jednokierunkowo zbrojonej

Grubość płyty $h = 14,0 \text{ cm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,11$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali: **A-III (34GS)** → $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Procent przęsłowego zbrojenia rozciąganego doprowadzonego do podpory: 50,0%

Obciążenia (przekrój przęsłowy):

Moment obliczeniowy $M_{Sd} = 9,00 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny całkowity $M_{Sk} = 13,50 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 13,50 \text{ kNm}$

Siła poprzeczna obliczeniowa $V_{Sd} = 25,00 \text{ kN}$

Rozpiętość efektywna płyty $l_{eff} = 4,30 \text{ m}$

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1,00$

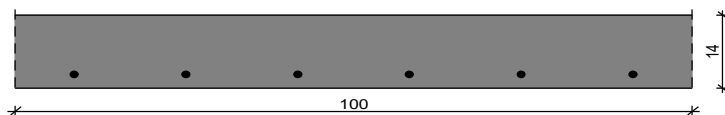
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla przekryć dachowych (wg tablicy 8)}$

WYNIKI - PŁYTA (wg PN-B-03264:2002):



Zginanie:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,32 \text{ cm}^2$ na 1 mb płyty.

Przyjęto $\phi 12$ co **16,5 cm** o $A_s = 6,85 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,60\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 9,00 \text{ kNm} < M_{Rd} = 25,19 \text{ kNm}$ (35,7%)

Ścinanie:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 25,00 \text{ kN} < V_{Rd1} = 78,28 \text{ kN}$ (31,9%)

SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,152 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (50,5%)

Ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 27,73 \text{ mm} < a_{lim} = 4300/150 = 28,67 \text{ mm}$ (96,7%)

10. WNIOSKI I POLECENIA

Opierając się na ocenie stanu technicznego oraz na analizie obciążeń stwierdzam, iż dodatkowe obciążenia spowodowane montażem paneli fotowoltaicznych na dachu budynku nie będą miały wpływu na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

11. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie dokonanych oględzin oraz po przeprowadzeniu obliczeń statyczno–wytrzymałościowych elementów konstrukcji budynku stwierdza się że stan konstrukcji jest dobry, a dodatkowe obciążenia spowodowane montażem instalacji paneli fotowoltaicznych nie będą w istotny sposób oddziaływać na bezpieczeństwo użytkowania obiektu.

Obciążenie wraz z konstrukcją montażową będzie przekazywane bezpośrednio na ustrój nośny dachu (rozkładającej obciążenie skupione na obciążenia liniowe) co ogranicza możliwość występowania przekroczenia stanu granicznego nośności oraz stanu granicznego użytkowania.

Projektant zastrzega, aby każdorazowo przed rozpoczęciem prac montażowych zwracać uwagę na stan konstrukcji nośnej dachu w bezpośrednim miejscu montażu ogniw fotowoltaicznych m.in. występujących ugięć, spękań, oraz oznak korozji biologicznej. Wszystkie tego typu wady konstrukcyjne mogą świadczyć o możliwej konieczności zmiany miejsca montażu i w związku z czym każdą wątpliwość należy zgłosić i skonsultować przed rozpoczęciem prac montażowych.