

Bezpieczeństwo pożarowe w procesie projektowania i użytkowania fotowoltaicznych instalacji elektrycznych

mgr inż. Jan Rachoń
SIBP

Październik 2021

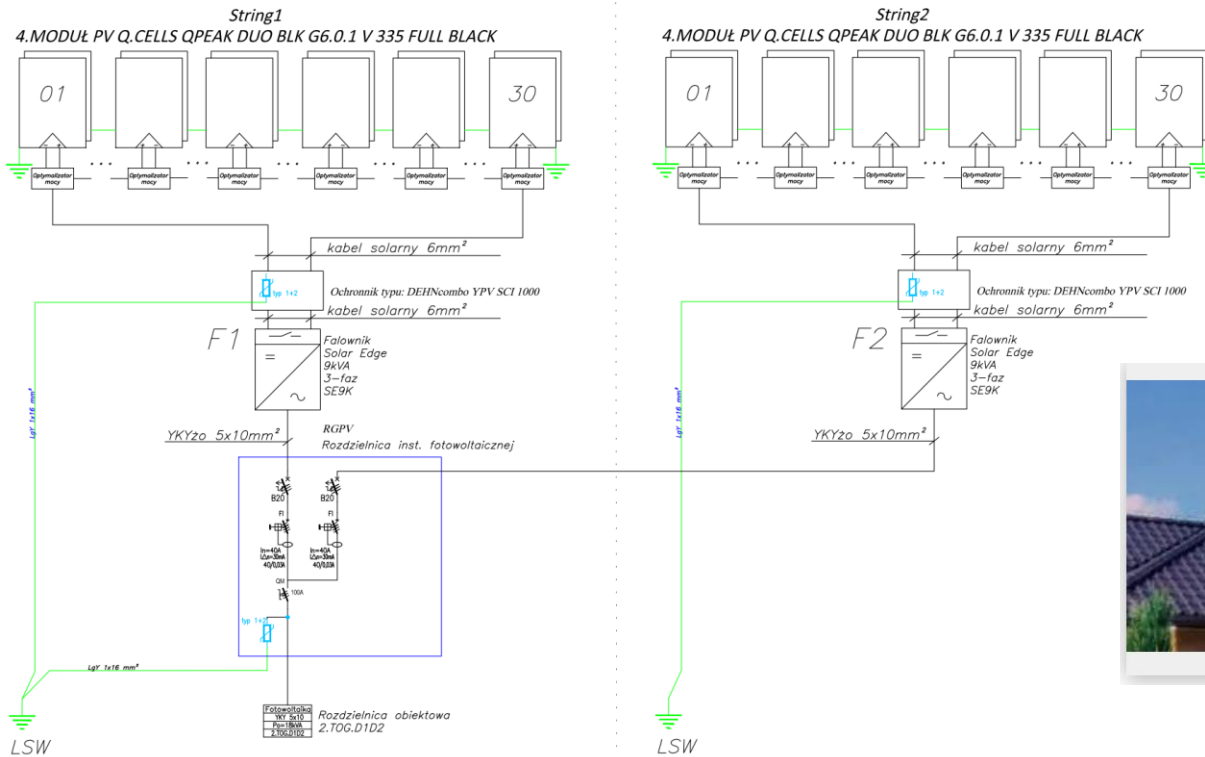
Przyczyny dyskusji:

- ▶ Brak szczegółowych regulacji prawnych dot. sposobu wykonania instalacji przy głęboko zakorzenionym systemie prawa stanowionego;
- ▶ Brak na Polskim rynku ogólnie przyjętych wytycznych w zakresie prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych przy lub w pobliżu instalacji fotowoltaicznych, które mogłyby stanowić podstawę przyjmowanych rozwiązań projektowych;
- ▶ Brak w normie wyrobu wymagań w zakresie rozprzestrzeniania ognia przez moduły PV;
- ▶ Lobbing głównych producentów prowadzi do szumu informacyjnego;

UWAGA: SAM WYMÓG UZGODNIENIA INSTALACJI Z RZECZOZNAWCĄ NIE ROZWIĄŻE CAŁKOWICIE PROBLEMU - techniczne rozwiązania projektowe powinny iść w parze z procedurami prowadzenia działań co jest standardem na rynkach zachodnich.

UWAGA 2: Rzeczoznawca nie jest jednostką naukowo-badawczą.

Instalacje PV. Wprowadzenie.



Czy instalacja PV jest
obiektem
budowlanym?
Instalacją czy tym i
tym?



Czy instalacja PV jest obiektem budowlanym? Instalacją czy tym i tym?

USTAWA

z dnia 7 lipca 1994 r.

Prawo budowlane¹⁾

- 3) budowli – należy przez to rozumieć każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, jak: obiekty liniowe, lotniska, mosty, wiadukty, estakady, tunele, przepusty, sieci techniczne, wolno stojące maszty antenowe, wolno stojące trwale związane z gruntem tablice reklamowe i urządzenia reklamowe, budowle ziemne, obronne (fortyfikacje), ochronne, hydrotechniczne, zbiorniki, wolno stojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, stacje uzdatniania wody, konstrukcje oporowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, sieci uzbrojenia terenu, budowle sportowe, cmentarze, pomniki, a także części budowlane urządzeń technicznych (kotłów, pieców przemysłowych, elektrowni jądrowych, elektrowni wiatrowych, morskich turbin wiatrowych i innych urządzeń) oraz fundamenty pod maszyny i urządzenia, jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową;

Zasady poprawnego projektowania:

DZIAŁ VI

Bezpieczeństwo pożarowe

Rozdział 1

Zasady ogólne

§ 207.⁶⁴⁾ 1. Budynek i urządzenia z nim związane powinny być projektowane i wykonane w sposób ograniczający możliwość powstania pożaru, a w razie jego wystąpienia zapewniający:

- 1) zachowanie nośności konstrukcji przez określony czas;
- 2) ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu wewnątrz budynku;
- 3) ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie obiekty budowlane lub tereny przyległe;
- 4) możliwość ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób;
- 5) uwzględnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych.

Rozdział 8

Instalacja elektryczna

§ 180. Instalacja i urządzenia elektryczne, przy zachowaniu przepisów rozporządzenia, przepisów odrębnych dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm odnoszących się do tych instalacji i urządzeń, powinny zapewniać:

- 1) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników, stosownie do potrzeb użytkowych;
- 2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami;

Ochrona przed powstaniem pożaru/projektowanie w sposób ograniczający możliwość powstania pożaru

- ▶ PN HD 60364-7-712:2015-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- ▶ Norma wieloarkuszowa PN EN 62305 (Uszczegółowienie DIN EN 62305-3 VDE 0185-305-3 Beiblatt 4:2014 02).
- ▶ Pozostałe normy oraz standardy stosowane typowo w przypadku instalacji AC np. PN HD 60364-4-42 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego.

Podstawowe przyczyny pożarów instalacji PV



78% instalatorów myli
szybkozłącza MC4 and
H4



93%
aparatów
posiada
niewłaściwy
moment
dokręcenia



Zdjęcia pochodzą z opracowania: Stowarzyszenia Branży fotowoltaicznej Polska PV: Fotowoltaiczny dekalog dobrych praktyk. 10 zasad bezpiecznej instalacji PV PPOŻ. Oraz z prezentacji SBF aut. Bogdan Szymański.

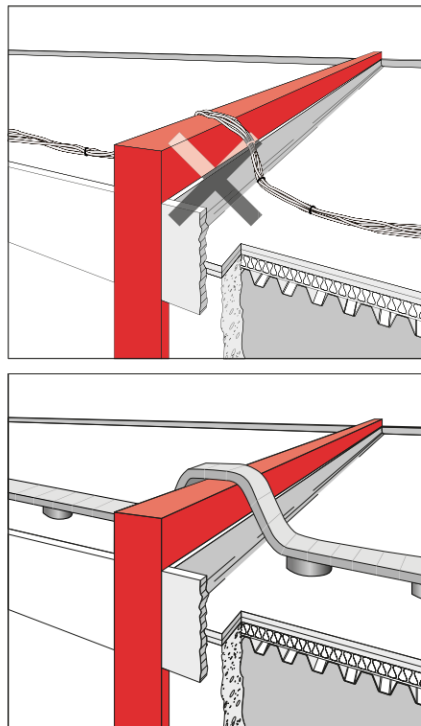
Ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie obiekty budowlane lub tereny przyległe



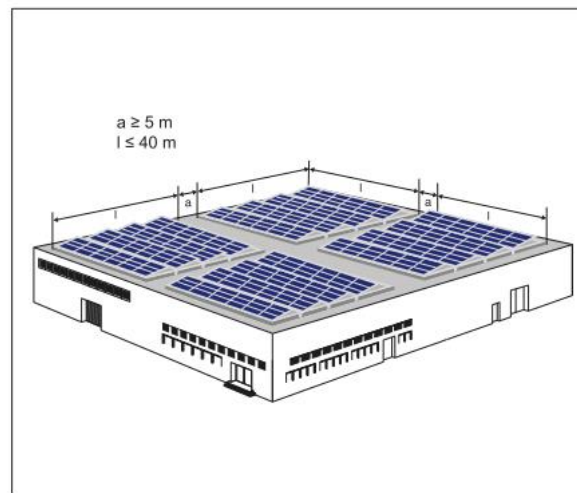
Ściany oddzielenia przeciwpożarowego oraz kompleksowe ściany oddzielenia przeciwpożarowego

Instrukcja rozmieszczenia i wykonania

Ściany oddzielenia przeciwpożarowego oraz kompleksowe ściany oddzielenia przeciwpożarowego

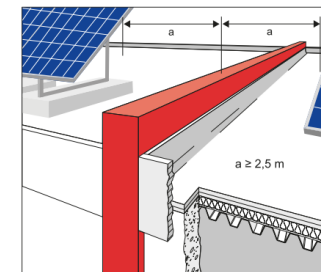


Rys. 48: Nieuniknione przejście nad ścianą oddzielenia przeciwpożarowego

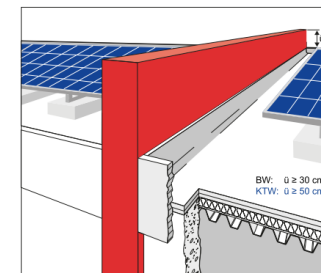


Rys. 47: Podział powiązanych rzędów modułów oraz powierzchni usytuowania modułów

VdS 2234pl : 2012-07 (06)



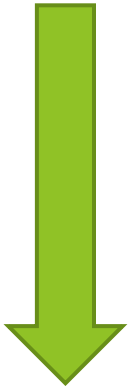
Rys. 45: Konieczna odległość pomiędzy poprowadzoną powyżej dachu ścianą oddzielenia przeciwpożarowego a elementami instalacji fotowoltaicznych na dachu, np. modułami PV lub Inwerterami



Rys. 46: Konieczne podwyższenie powyżej dachu ściany oddzielenia przeciwpożarowego

Uwzględnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych.

UWAGA: WAŻNE SĄ
PROCEDRY DZIAŁAŃ.



VDE-AR-E 2100-712:2018-12

1 Anwendungsbereich

Diese VDE-Anwendungsregel gilt für die Planung und Errichtung von Niederspannungsanlagen für Photovoltaik(PV)-Stromversorgungssysteme an oder auf Gebäuden gemeinsam mit den Anforderungen von DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712).

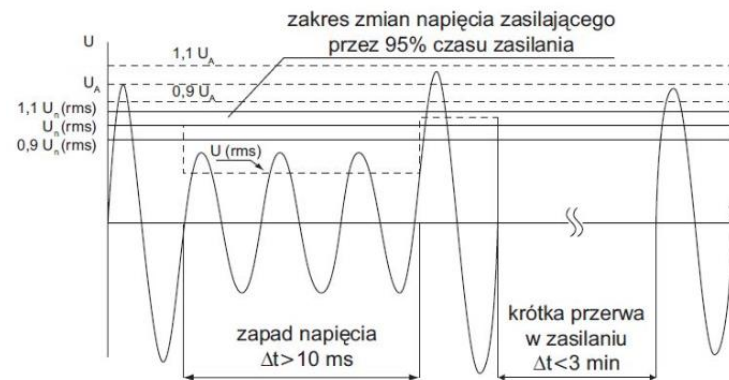
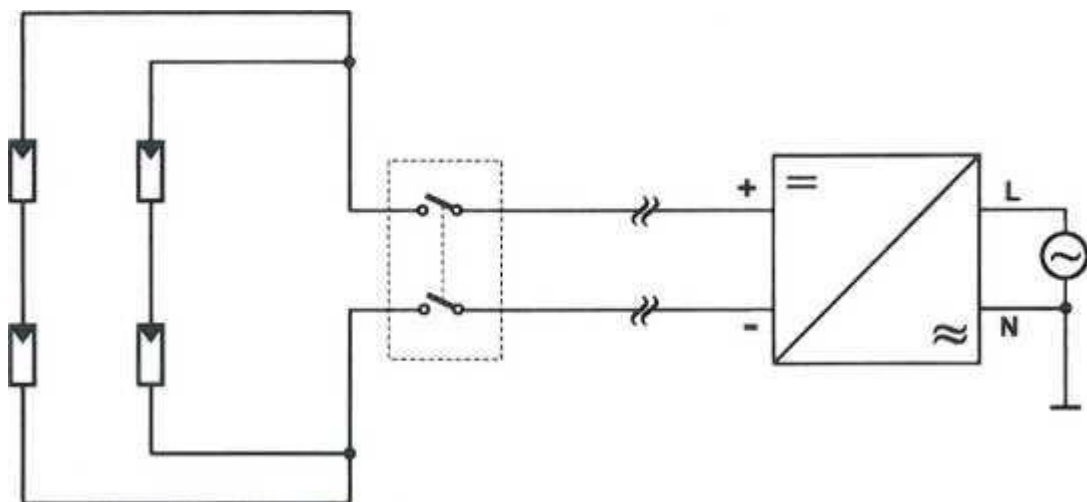
Für Brandbekämpfung und Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen gelten die Anforderungen von DIN VDE 0132 (VDE 0132).

	VDE-AR-E 2100-712	VDE
	Dies ist eine VDE-Anwendungsregel im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	DKE
Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.		
ICS 27.160	Ersatz für VDE-AR-E 2100-712:2013-05	
Maßnahmen für den DC-Bereich einer Photovoltaikanlage zum Einhalten der elektrischen Sicherheit im Falle einer Brandbekämpfung oder einer technischen Hilfeleistung		
Measures for the DC range of a PV installation for the maintenance of safety in the case of firefighting or technical assistance		
Mesures pour la gamme de courant continu d'un système photovoltaïque pour le maintien de la sécurité en cas de la lutte contre le feu ou d'une assistance technique		

Założenia:

- ▶ Prowadzenie działań w obszarze modułów wykonywane jeśli jest to możliwe ze względów operacyjnych z zewnątrz, nawet w przypadku zastosowania rozwiązań technicznych mających za zadanie usunięcie ryzyka porażenia prądem (zasada ograniczonego zaufania).
- ▶ Wewnątrz konieczne zapewnienie bezpieczeństwa ratowników - w praktyce nie zależnie od kubatury budynku.

Uzgadnianie dokumentacji PWP - VDE-AR-E 2100-712 - Rozwiązanie 1: rozłączanie łańcuchów DC.



Rozłączniki izolacyjne DC

1000 VDC

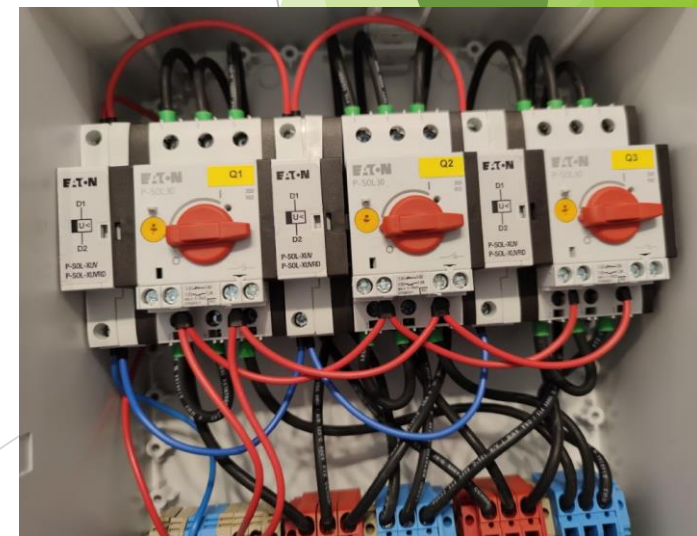


- Napięcie znamionowe do 1000 VDC
- Stosowany jako oddzielny łącznik do beznapięciowego łączenia uszkodzonego falownika
- Załączanie dwubiegunowe do zastosowań w niezziemionych instalacjach
- Mocowanie na szynie TH 35mm
- Możliwość dobudowy styku pomocniczego NHI-E-PKZ0
- Możliwość dobudowy wyłączacza wzrostowego A-PKZ0
- Możliwość dobudowy wyłączacza podnapięciowego U-PKZ0

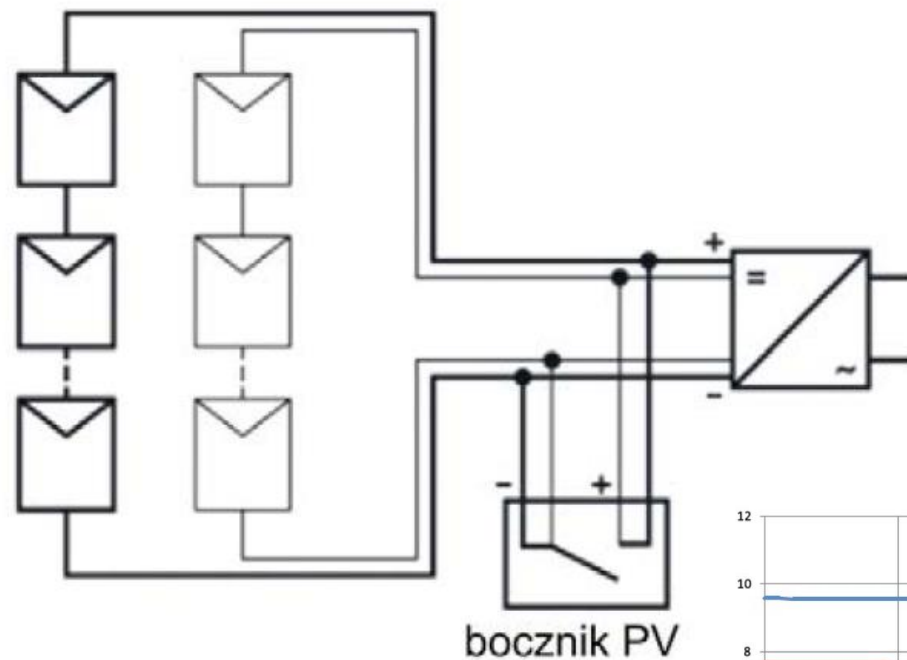
Opis

Rozłącznik DC do rozłączania obwodów DC i bezpiecznej pracy beznapięciowej.

Typ	Nr artykułu
P-SOL20	120934
P-SOL30	120935
P-SOL60	120936

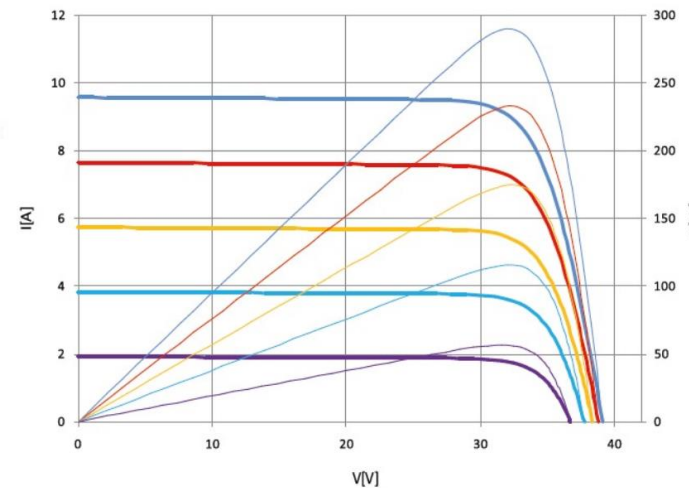


Uzgadnianie dokumentacji PWP - VDE-AR-E 2100-712 - Rozwiązanie 2: zwieranie łańcuchów DC.



FWS-112

Przeciwpożarowy wyłącznik modułów PV

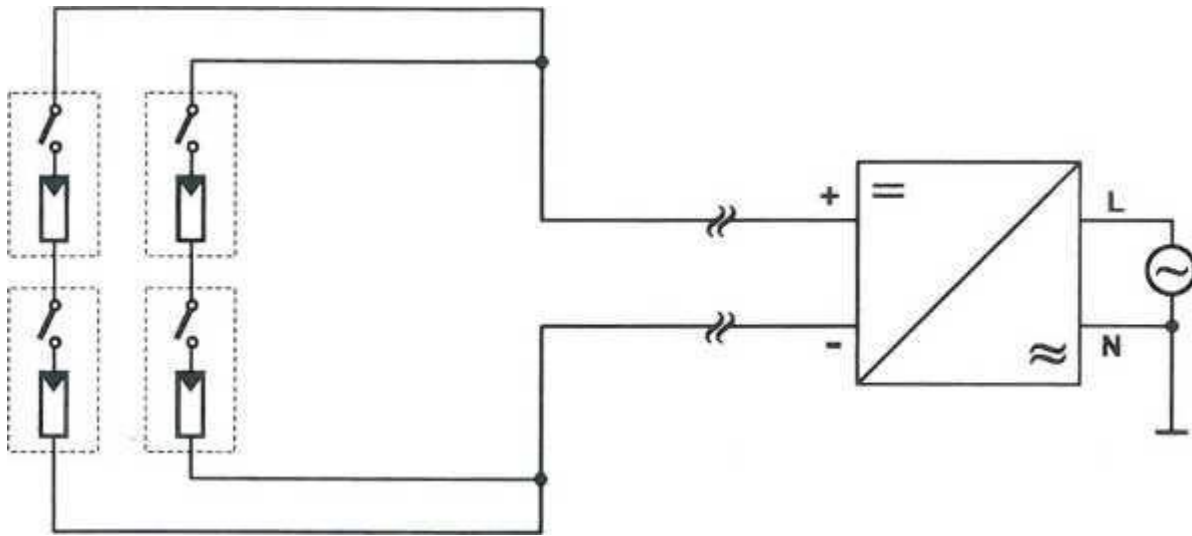


Zabezpieczenie separacyjne według normy PN-EN 61010 - 1:2011

Skrzynka zabezpieczająca nie została wyposażona w urządzenie separacyjne, dlatego wg. normy obowiązują następujące przepisy:

- należy zainstalować rozłącznik obciążenia przy falowniku (jeśli falownik nie jest w niego wyposażony),
- przed skrzynką zabezpieczającą musi znajdować się rozłącznik obciążenia, za pomocą którego możliwe jest bezpieczne odseparowanie dwubiegunowe źródła energii,
- rozłączniki obciążenia powinny być łatwo dostępne dla użytkowników,
- rozłączniki obciążenia powinny być oznakowane jako urządzenia separacyjne.

Uzgodnienie dokumentacji PWP - VDE-AR-E 2100-712 - Rozwiązanie 3: Urządzenia do rozłączania na poziomie modułów DC.



Moduł systemu ochrony p. poż.

Typ: LUMOS SOL-1L

Zastosowanie: jako moduł lokalny do montażu przy każdym panelu fotowoltaicznym, zapewniający wyłączenie każdego panelu PV z obwodu napięcia stałego

Napięcie nominalne zasilania U_n : 24V DC

Dopuszczalny zakres napięcia zasilania: 19... 26V DC

Nominalny pobór prądu I_n : 50mA

Wymiary obudowy [mm]: 80 x 152 x 45

Stopień ochrony: IP65

Maksymalne napięcie pojedynczego kontrolowanego panelu PV: 45V DC

Maksymalne napięcie magistrali DC paneli PV: 1000V DC

Maksymalny prąd ciągły magistrali DC paneli PV: 8A

Dopuszczalny prąd zwarcia magistrali DC paneli PV: 11A

Rodzaj przyłącza: Zintegrowane przewody zakończone szybkozłączami

Producent: REDNT



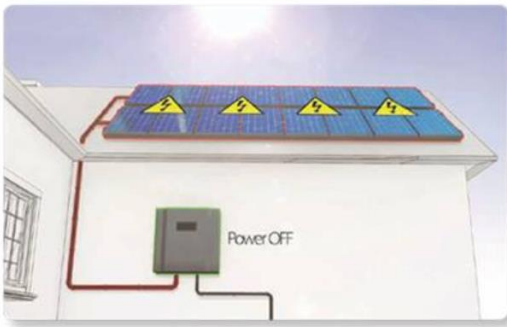
Typ	Rozmiar [mm]	Nominalny pobór prądu [A]
LUMOS SOL-1L	80 x 152 x 45	50mA

Uzgodnienie dokumentacji PWP - VDE-AR-E 2100-712 - Rozwiązanie 4: Urządzenia do zwierania na poziomie modułów DC (MLPS). Oraz MLPE - miroinwertery.

solaredge

Superior Safety with SafeDC™

Traditional Inverter
Power off = high Vdc



Vs.

SolarEdge Inverter
Power off = low Vdc

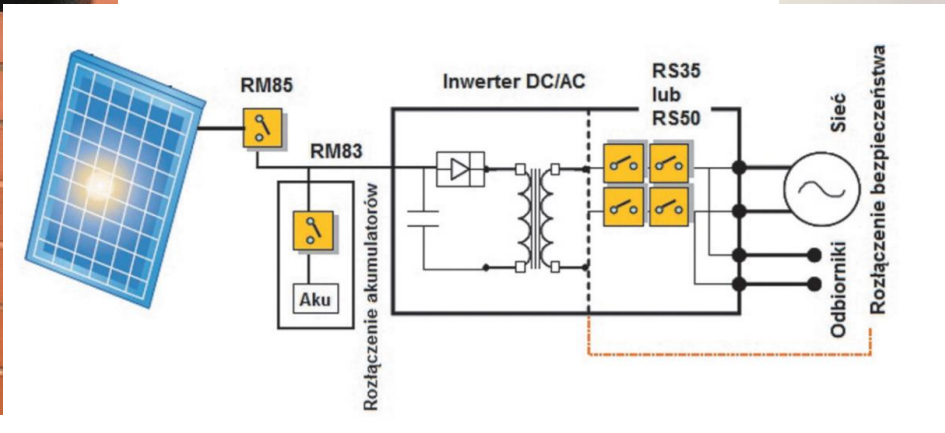


1V per panel

Obniżenie napięcia do poziomu bezpiecznego dla części konstrukcji na rynku nie jest funkcją domyślną pracy, dla części wymaga aktywacji dla części wymaga zastosowania dodatkowych rozwiązań technicznych a **część modeli optymalizatorów mocy nie posiada w ogóle takich funkcji.**



Uzgadnianie dokumentacji - PWP - falownik sieciowy



§ 268. 1. Instalacje wentylacji mechanicznej i klimatyzacji w budynkach, z wyjątkiem budynków jednorodzinnych i rekreacji indywidualnej, powinny spełniać następujące wymagania:

- 1) przewody wentylacyjne powinny być wykonane i prowadzone w taki sposób, aby w przypadku pożaru nie oddziaływały siłą większą niż 1 kN na elementy budowlane, a także aby przechodziły przez przegrody w sposób umożliwiający kompensację wydłużeń przewodu;
- 2) zamocowania przewodów do elementów budowlanych powinny być wykonane z materiałów niepalnych, zapewniających przecięcie siły powstającej w przypadku pożaru w czasie nie krótszym niż wymagany dla klasy odporności ogniowej przewodu lub klapy odcinającej;
- 3) w przewodach wentylacyjnych nie należy prowadzić innych instalacji;

Co zrobić, gdy brak jest wymogu stosowania PWP?

Rozwiązania proponowane przez VDE AR E 7100-712 mające na celu obniżenie ryzyka porażenia poprzez:

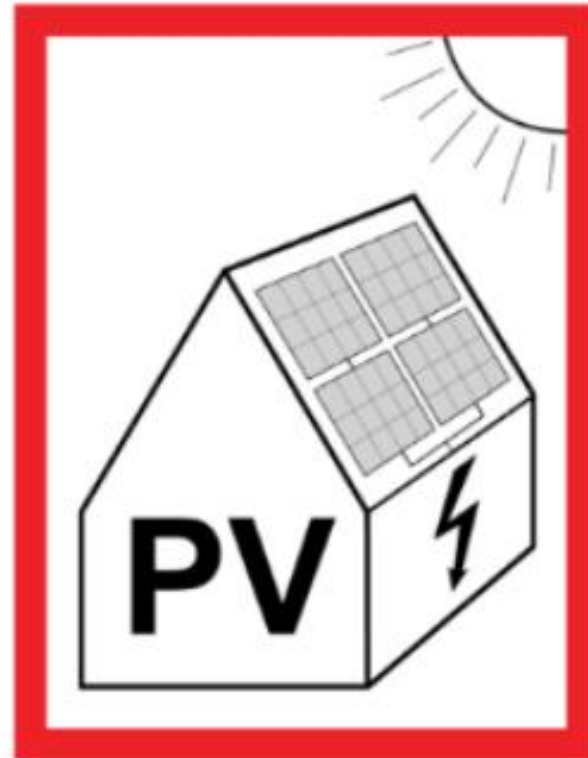
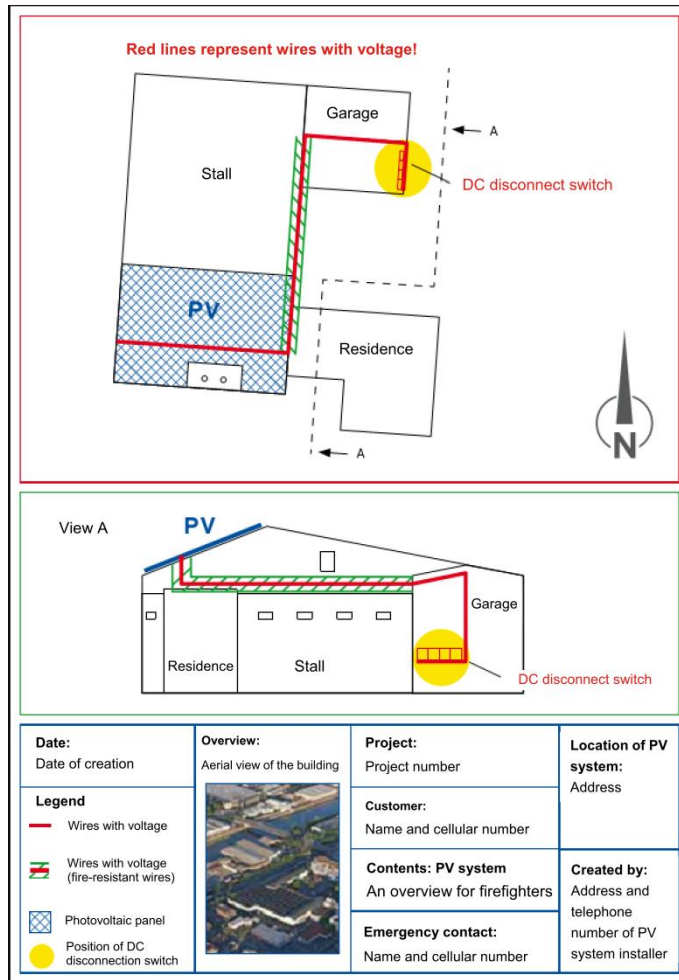
- ▶ Obudowy o określonej odporności ogniowej.
- ▶ Montaż okablowania na systemach niepalnych poza zasięgiem ręki.
- ▶ Montaż podtynkowy okablowania.

Uwaga - końcowe 2 rozwiązania nie są popularne oraz nie są zalecane w Polsce.

Uzgadnianie dokumentacji - zawartość projektu: dodatkowe wymagania

VDE-AR-E 2100-712

PN HD 60364-7-712



PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA

A od stycznia:

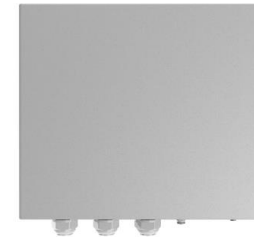
Net-billing – tak, ale inaczej – protest branży przeciw blokowaniu energetyki obywatelskiej

Backup Box



Smart String Energy Storage System

Flexible investment with 5kWh modular design, scalable from 5kWh to 30kWh
100% depth of discharge (DoD)
More usable energy with pack level energy optimization
Safe & reliable performance with Lithium Iron Phosphate (LFP) cell
Auto detected by App
Compatible with both single & three phase inverter
Faulty battery module auto isolates to keep system operating



Zakres uzgodnienia w.g. wyjaśnienia KG PSP

3. Uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej podlegają dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej, które co do zasady obejmować powinny:

1) charakterystykę zagrożenia pożarowego wynikającą z:

- a) właściwości pożarowych (klasyfikacji w zakresie reakcji na ogień oraz stopnia rozprzestrzeniania ognia) wyrobów stanowiących elementy urządzeń fotowoltaicznych,
- b) oddziaływania potencjalnego pożaru urządzeń fotowoltaicznych na elementy obiektu budowlanego w kontekście właściwości pożarowych tych elementów;

- 2) informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego fotowoltaicznej instalacji elektrycznej, w tym dane dotyczące:
 - a) wyposażenia urządzeń fotowoltaicznych w wymagane środki ochrony przed pożarem powodowanym przez urządzenia elektryczne (np. wskutek uszkodzenia izolacji przewodowania po stronie prądu stałego (DC), wystąpienia prądu zwarcowego lub oddziaływania ciepłego emitowanego przez urządzenia elektryczne),
 - b) ochrony przed zagrożeniami pożarowymi wynikającymi ze sposobu prowadzenia przewodowania w budynku oraz klasy reakcji na ogień kabli (np. prowadzonych w obrębie dróg ewakuacyjnych),
 - c) ochrony odgromowej urządzeń fotowoltaicznych,
 - d) uszczelnienia ogniodpornego przejść instalacyjnych przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego lub przegrody o wymaganej klasie odporności ogniowej co najmniej EI 60 wydzielające przeciwpożarowo „pomieszczenia zamknięte”;
- 3) informacje o zapewnieniu ograniczenia rozprzestrzenienia się ognia na obiekty sąsiednie, w kontekście wymaganych warunków usytuowania obiektów budowlanych z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe (np. zachowania niepalności ścian oddzielenia przeciwpożarowego, nierozprzestrzeniania ognia i klasy odporności ogniowej dachu oraz przekrycia dachu);
- 4) informacje o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, w tym:
 - a) wyposażenie obiektu w przeciwpożarowy wyłącznik prądu, odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru, który w odniesieniu do urządzenia fotowoltaicznego powinien uruchamiać kontrolowane odłączenie napięcia po stronie DC falownika,
 - b) miejsce usytuowania elementów przeciwpożarowego wyłącznika prądu oraz innych wyłączników, rozłączników lub innych urządzeń elektrycznych do użytku przez ekipy ratownicze w celu odłączenia zasilania elektrycznego,
 - c) plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych, przedstawiający na rzucie obiektu budowlanego lub terenu oraz przekroju obiektu budowlanego w szczególności:
 - usytuowanie urządzenia fotowoltaicznego zainstalowanego na obiekcie budowlanym lub terenie, w tym oznaczenie: obszaru występowania modułów PV, przebiegu tras przewodowania prądu stałego (po stronie DC) oraz przemiennego, jak również ewentualnych ogniodpornych obudów lub osłon projektowanych na tym przewodowaniu, lokalizacji falowników PV oraz miejsc usytuowania elementu (np. przycisku) uruchamiającego kontrolowane odłączenie napięcia po stronie DC falownika,
 - legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
 - wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania,
 - d) oznaczenie obiektu znakiem bezpieczeństwa, zgodnym z PN-HD 60364-7-712:2016 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-712: Wymagania*

Dalsza literatura



Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project



Robert Backstrom

Research Engineer, Fire Hazard Group, Corporate Research

David A. Dini, P.E.

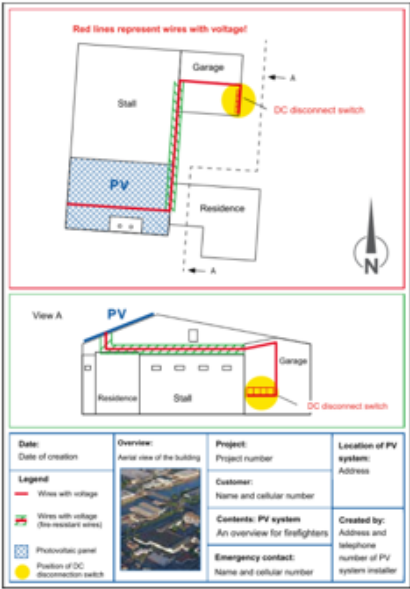
Research Engineer, Electrical Hazard Group, Corporate Research

Issue Date: November 29, 2011



Projektant (Firma)		
Obiekt		
Data weryfikacji		
Rewizja projektu	0	
Zagadnienie	Rozwiązanie	Poprawność
Generalne		
Typ instalacji		
Moc		
Podstawa opracowania	<p>W podstawie opracowania wskazano standardy projektowe określone jako zasady wiedzy technicznej przez KG PSP:</p> <p>PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania</p> <p>PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania część 1: Systemy podłączone do sieci – dokumentacja, odbiory i nadzór.</p> <p>VDE-AR-E 2100-712 Anwnedungsregel:2018-12 Massnahmen fur den DC – Bereich einer Photovoltaikanlage zum Einhalten der elektrischen Sicherheit im Falle einer Brandbekämpfung oder einter technischen Hilfeleistung.</p> <p>PN EN 62305 (wszystkie arkusze).</p> <p>VdS 2234pl Ścian oddzielenia przeciwpożarowego oraz kompleksowe ściany oddzielenia przeciwpożarowego – w zakresie rozmieszczenia modułów na dachu.</p> <p>Oraz przepisy:</p> <p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Tekst jednolity Dz. U. nr 1065/2019.).</p>	
Dane osoby projektującej		TAK
Klasyfikacja obiektu		
Przekrycie dachu		
PWP		
Obowiązek wyposażenia		

Zastosowane rozwiązanie		
Miejsce wyłączenia zasilania		
Okablowanie		
Sposób doprowadzenia do falownika		
Przez drogi ewakuacyjne		
Przez ściany oddzielenia ppoż.		
Łączenia		
Ochrona odgromowa		
Układ zwodów, klasa LPS.		
Ogranicznik przepięć w RG		
Konieczność powtórzenia ogranicznika w rozdzielnicy AC PV		
Ogranicznik przepięć w rozdzielnicy DC		
Konieczność powtórzenia ogranicznika przy panelach PV		
Przekrój uziemienia.		
Momenty dokręcania na ogranicznikach	Brak informacji w uwagach, należy dopisać uwagę o konieczności sprawdzenia momentów dokręcania na ogranicznikach przepięć gdyż oprócz stosowania złych złączy różnych typów jest to najczęstsza przyczyna pożaru	
Zabezpieczenia elektryczne		
Zabezpieczenia przeciążeniowe na poziomie stringu	Na podstawie PN HD 60364-7-712:2016 pkt 712.433.101 w Panelu PV z dwoma łańcuchami zabezpieczenie przeciążeniowe nie jest wymagane, ze względu na ryzyko powstania pożaru zaleca się rezygnację z tego zabezpieczenia i aparatu.	
RCD		
IMD		

GFD		
AFDD/AFCI	AFDD nie wymagane w opisywanym obiekcie.	
Oznaczenia i przygotowanie do prowadzenia działań		
Rozłącznik DC		
Plan urządzenia dla ekip ratowniczych	<p>Przykładowa karta poniżej:</p> 	
Znak bezpieczeństwa	wprowadzić informację o konieczności odpowiedniego oznakowania instalacji zgodnie z PN HD 60364-7-712	
Rozmieszczenie modułów w terenie	<p>Ściany oddzielenia ppoż:</p> <p>Kłapy oddymiające:</p> <p>Czerpnie systemów zabezpieczenia przed zadymieniem:</p>	

Dziękuję za uwagę.