

BEZPIECZEŃSTWO PRZECIWPOŻAROWE INSTALACJI PV

- WYTYCZNE W ZAKRESIE PROJEKTOWANIA I WYKONANIA

■ Poniższe opracowanie zostało przygotowane przez zespół ekspertów SBF POLSKA PV. Zawiera rekomendacje w zakresie wykonania projektu mikroinstalacji fotowoltaicznych w kontekście bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Stanowi zestawienie elementów wiedzy technicznej w zakresie bezpieczeństwa ppoż. instalacji fotowoltaicznych. Poradnik kierowany jest do projektantów oraz rzeczoznawców ds. zabezpieczeń ppoż.



■ BEZPIECZEŃSTWO PRZECIWPOŻAROWE INSTALACJI PV

- wytyczne w zakresie projektowania i wykonania

1. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO	4
2. ZASTOSOWANE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W CELU OGRANICZENIA RYZYKA WYSTĄPIENIA POŻARU	5
2.1. Pasywne rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru	5
2.1.1. Wymogi w zakresie stosowanych przewodów i kabli	5
2.1.2. Wymogi w zakresie sposobu prowadzenia okablowania strony AC oraz strony DC	5
2.1.3. Sposoby ochrony kabli i przewodów przed uszkodzeniem	8
2.1.4. Sposób i miejsce montażu modułów PV i falownika	8
2.1.5. Sposób wykonania połączeń po stronie DC - wymogi w zakresie stosowania szybkozłączy oraz momenty dokręcenia aparatów	9
2.2. Aktywne rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru	10
2.2.1. Stosowanie wyłączników różnicowoprądowych	10
2.2.2. Monitorowanie stanu izolacji przewodów po stronie DC	10
2.2.3. Stosowanie zabezpieczeń przed iskrzeniem AFCI, AFDD	10
2.3. Rozwiązania organizacyjne	11
2.3.1. Profesjonalny montaż i uruchomienie	11
2.3.2. Okresowa konserwacja instalacji fotowoltaicznej oraz wykonanie testów i pomiarów	11
2.3.3. System monitorowania	11
3. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W CELU OGRANICZENIA ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ POŻARU I UŁATWIENIA PROWADZENIA AKCJI GAŚNICZEJ	11
3.1. Sposób wykonania przejść przez ścianę oddzielenia przeciwpożarowego	11
3.2. Sposób wykonania przejść nad ścianą oddzielenia przeciwpożarowego	12
3.3. Odstępy między polami modułów oraz od ściany oddzielenia przeciwpożarowego	12
3.4. Stosowanie rozwiązań technicznych obniżających napięcie do poziomu bezpiecznego	14
3.5. Sposób oznaczenia instalacji fotowoltaicznej oraz jej elementów	16
3.6. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia głównych elementów instalacji fotowoltaicznej	18
Załącznik 1.	19
Załącznik 2.	21

W opracowaniu użyto sformułowań, których znaczenie wyjaśniono poniżej:

- **PROJEKT** - projekt urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW, ale nie większej niż 50 kW, o którym mowa w art. 29 ust. 4 pkt 3 prawa budowlanego
- **BIPV** - moduły fotowoltaiczne zintegrowane z budynkiem zainstalowane w sposób wymagający ich oceny pod względem bezpieczeństwa ppoż.

1. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO

W projekcie instalacji fotowoltaicznej w kontekście zagrożenia pożarowego należy uwzględnić:

- ✔ klasę reakcji na ogień dla okablowania strony AC i DC instalacji PV
- ✔ klasę reakcji na ogień dla modułów BIPV (jeżeli tego typu moduły zostały zastosowane)
- ✔ klasę reakcji na ogień pokrycia dachowego
- ✔ przebieg tras kablowych ze szczególnym zwróceniem uwagi, czy okablowanie przebiega przez przedsionki ppoż. zgodnie z warunkami technicznymi i przez poziome drogi ewakuacyjne zgodnie z normą PN-HD 60364-4-42.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynków lub ich części powinny spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz.U.2019.0.1065 t. j. - "Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie".



2. ZASTOSOWANE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W CELU OGRANICZENIA RYZYKA WYSTĄPIENIA POŻARU

2.1. Pasywne rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru

2.1.1. Wymogi w zakresie stosowanych przewodów i kabli

Do prowadzenia tras kablowych strony DC powinno się stosować kable w podwójnej izolacji, przy czym zewnętrzna izolacja powinna być odporna na promieniowanie UV. Przewód powinien być zgodny z normą wyrobu dla przewodów. Żyłka kabla powinna być w postaci wielodrutowej. Kabel zastosowany do wykonania obwodów strony DC powinien spełniać wymogi normy EN 50618. Izolacja kabla powinna być nie niższa niż $V_{DC} U_0 / U: 900/1500 V$.

Do wykonania tras kablowych strony AC należy stosować przewody lub kable w zależności od miejsca montażu. Dopuszcza się stosowanie zarówno przewodów i kabli z żyłkami w postaci wielodrutowej jak i jednodrutowej. Zastosowane okablowanie powinno spełniać wymogi normy PN-EN 50575:2015-03 oraz powinno zostać wykonane zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011.

Zgodnie z wymogami normy PN-HD 60364-5-52:2011. Przewody tras kablowych strony DC i strony AC

mogą być prowadzone w jednym korycie kablowym lub kanale elektroinstalacyjnym jeżeli:

- każdy kabel lub przewód posiada izolację przewidzianą dla najwyższego zastosowanego w tym oprzewodowaniu napięcia, lub

- każda żyłka przewodu wielożyłkowego posiada izolację przewidzianą dla najwyższego napięcia zastosowanego w tym przewodzie, lub

- kable posiadają izolację przewidzianą dla zakresu ich napięcia i są ułożone w osobnych przegrodach systemu kanałów i listew, lub

- kable ułożono w korytkach instalacyjnych i fizycznie odseparowano przegrodą, lub

- zastosowano osobne systemy rur, listew lub kanałów instalacyjnych.

2.1.2. Wymogi w zakresie sposobu prowadzenia okablowania strony AC oraz strony DC

Okablowanie strony DC pod modułami zaleca się prowadzić bez dodatkowych osłon przy jednoczesnym mocowaniu do ramki modułu lub elementów konstrukcji wsporczej. Do mocowania przewodów

zaleca się wykorzystanie opasek kablowych wykonanych ze stali nierdzewnej lub tworzywa sztucznego, przy czym przy zastosowaniu opasek kablowych z tworzywa sztucznego powinny być one wykonane

z materiału odpornego na UV. W przypadku opasek kablowych z tworzywa sztucznego zaleca się stosowanie dwóch opasek na jedno mocowanie.

Kable prowadzone w pionie i poziomie powinny zostać odciążone zgodnie z wymaganiami producenta. W przypadku ich braku należy stosować maksymalne

odległości mocowania zgodne z niemiecką normą VDE 0100-520, której fragment znajduje się poniżej [Tab. 1.]. Kable nie powinny także podlegać naprężeniom. Kable powinny być zawsze ułożone z zapasem od 1% do 2% w zależności od miejsca i sposobu ułożenia.

średnica zewnętrzna przewodu D [mm]	odległość montażowa / odległość mocowania / rozstaw mocowania [mm]		W przypadku swobodnego ułożenia kabli zalecane są następujące odległości do mocowania zgodnie z VDE 0100-520. Tabela 2. Odległości maksymalne zgodnie z VDE 0100-520, pod warunkiem, że producenci nie określą innych / większych odległości.
	poziomo	pionowo	
< 9	250	400	
9 < D < 15	300	400	
15 < D < 20	350	450	
15 < D < 40	400	500	

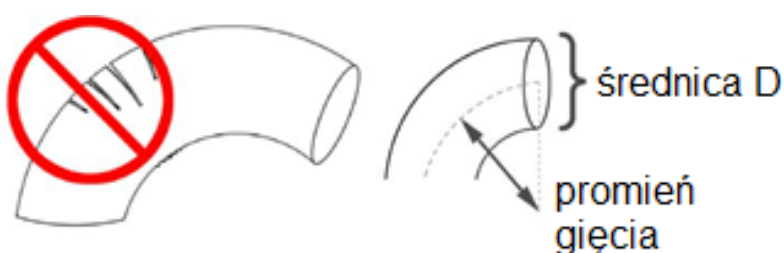
TAB. 1. Maksymalne odległości mocowania zgodne z VDE 0100-520.

Należy unikać gięcia przewodów i kabli pod małymi promieniami. W projekcie należy podać minimalny promień gięcia zastosowanego kabla lub przewodu zgodnie z wymogami producenta,

a w przypadku ich braku zastosować dopuszczalne promienie gięcia zgodne z niemiecką normą VDE 0100-520 [Tab. 2.].

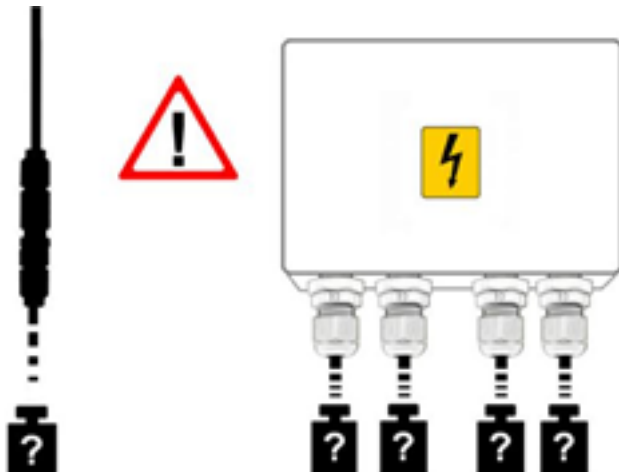
średnica zewnętrzna przewodu D [mm]	dopuszczalne promienie gięcia przy...	
	przewodach sztywnych	przewodach elastycznych
< 9	4 x D	3 x D
8 < D < 12	5 x D	3 x D
D > 12	6 x D	4 x D

TAB. 1. Maksymalne odległości mocowania zgodne z VDE 0100-520.



RYS. 1. Rysunek do tabeli 2.

Źródło: Niemiecka norma VDE 0100-520.



Gięcie przewodów z puszek połączeniowych oraz obciążenie złączy i wyjść z puszek przyłączeniowych.

RYS. 2. Zapewnienie odciążenia.

Źródło: Fotowoltaiczny dekalog dobrych praktyk - SBF POLSKA PV.

Odciążenia chronią połączenia przewodów przed przeciążeniem mechanicznym. Często są one już zintegrowane z indywidualnym wyposażeniem (wtyczka, gniazdo przyłączeniowe modułu itp.). Jednak mogą one absorbować siły tylko w ograniczonym zakresie. Na przykład, w przypadku wtyczek PV dla kabli o średnicy 4-9 mm, zintegrowane zabezpieczenie przed wyrwaniem może absorbować co najmniej 80 N zgodnie z normą (IEC / EN 62852). Ewentualne dodatkowe obciążenia muszą być pochłaniane przez sposób mocowania przewodów.

Przy prowadzeniu tras kablowych na zewnątrz budynków należy uwzględnić oddziaływanie wiatru i śniegu. Na dachach skośnych należy unikać prowadzenia tras kablowych w poprzek dachu, a w przypadku konieczności wykonania takiej trasy należy wykonać ją w sposób uniemożliwiający uszkodzenie przewodów przez czynniki zewnętrzne (atmosferyczne, zwierzęta). W przypadku prowadzenia trasy kablowej między dwoma budynkami należy wykonać połączenie tak, żeby mogło przenieść obciążenie także w przypadku dodatkowego obciążenia śniegiem i wiatrem.

W obiektach które nie wymagają stosowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu, ze względu na bezpieczeństwo prowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczych przewody pozostające w budynku pod napięciem mimo odłączenia budynku od sieci OSD powinno się:

- ✓ prowadzić podtynkowo, lub
- ✓ prowadzić w ogniotrwałych osłonach o klasie minimum E30 i na wysokości minimum 2,5 m.

Dopuszcza się niechronioną przestrzeń trasy kablowej maksymalnie 1 m wokół falownika, która powinna być odpowiednio oznaczona w dokumentacji dla służb ratowniczych.

2.1.3. Sposoby ochrony kabli i przewodów przed uszkodzeniem

Trasy kablowe na dachach płaskich powinny być układane w metalowych korytach kablowych trwale przymocowanych do dachu lub konstrukcji wsporczej. Przy prowadzeniu tras kablowych w metalowych korytach należy zabezpieczyć ostre krawędzie koryt jak również miejsca wejścia i wyjścia przewodów z koryt. Do dodatkowego zabezpieczenia przewodów w metalowych korytach kablowych szczególnie w miejscach przejść można wykorzystać karbowaną rurę osłonową. Niemniej jednak przy stosowaniu metalowych koryt kablowych nie zaleca się dodatkowego stosowania karbowanej rury osłonowej na całej długości trasy kablowej.

Nie zaleca się stosowania karbowanej rury osłonowej przy prowadzeniu tras kablowych bezpośrednio

pod modułami. Przy prowadzeniu tras kablowych na dachach skośnych z wyłączeniem obszaru bezpośrednio pod modułami należy dodatkowo zabezpieczyć kable. Do zabezpieczenia należy zastosować osłony odporne na promieniowanie UV np. karbowane rury osłonowe. Trasę kablową na dachu skośnym należy przymocować do konstrukcji lub poszycia dachu w sposób trwały z uwzględnieniem oddziaływania na nią wiatru oraz śniegu.

W pomieszczeniu falownika kable lub przewody należy prowadzić w kanałach elektroinstalacyjnych lub rurkach elektroinstalacyjnych z wyłączeniem obszaru bezpośrednio przy falowniku, gdzie przewody mogą być wyprowadzone bez osłon, jednak nie więcej niż 40 cm.

2.1.4. Sposób i miejsce montażu modułów PV i falownika

W przypadku montowania falownika fotowoltaicznego wewnątrz budynku należy lokalizować go w pomieszczeniu zdolnym do odprowadzenia energii cieplnej wydzielanej przez falownik, przy założeniu, że 5% mocy nominalnej falownika może być wyemitowane w postaci energii cieplnej. Temperatura pomieszczenia w którym jest falownik nie powinna przekraczać 35 °C, chyba że producent falownika dopuszcza pracę w wyższej temperaturze.

Falownik fotowoltaiczny musi mieć zapewnioną przestrzeń wentylacyjną zgodnie z wymogami danego producenta. Falownika fotowoltaicznego nie należy zabudowywać bez zapewnienia wymaganej

wentylacji będącej w stanie odprowadzić wydzielaną energię cieplną.

Falownik fotowoltaiczny powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2. W przypadku kilku alternatywnych lokalizacji modułów PV zaleca się w pierwszej kolejności wybór miejsca montażu, w którym moduły PV nie są w bezpośrednim sąsiedztwie materiałów palnych. Jeżeli taka lokalizacja nie jest możliwa, zaleca się zastosowanie dodatkowych środków ochrony wskazanych w punkcie 2.2.

2.1.5. Sposób wykonania połączeń po stronie DC - wymogi w zakresie stosowania szybkozłączy oraz momenty dokręcenia aparatów

Połączenia za pomocą szybkozłączy powinny być wykonane wyłącznie przy użyciu komponentów tego samego typu oraz producenta, co w ocenie autorów opracowania jest jednym z kluczowych elementów ograniczenia ryzyka powstania pożaru w instalacji PV.

Zaleca się dążenie do ograniczenia liczby połączeń przewodów DC w instalacji.

Połączenia przewodów w rozdzielnicach strony AC oraz DC zaleca się wykonywać za pomocą listw za-

ciskowych oraz rozgałęźników równoległych. Należy unikać wykonywania połączeń wielu przewodów w pojedynczych gniazdach aparatów.

Projekt powinien jednoznacznie wskazywać momenty dokręcenia połączeń śrubowych aparatów. Każdy wykonany moment dokręcenia należy skontrolować wkrętakiem dynamometrycznym.

Połączenia DC należy wykonywać wyłącznie dedykowanymi do tego celu narzędziami, zapewniającymi odpowiednią, długotrwałą wytrzymałość połączenia.

2.1.6. Wymogi w zakresie instalacji odgromowej i przepięciowej

W przypadku, gdy budynek posiada instalację odgromową, należy ją dostosować do projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

O ile to możliwe, przy rozplanowaniu generatora PV należy dążyć do zachowania odstępów separacyjnych wyliczonych zgodnie z normą PN-EN 62305-3:2011.

W przypadku braku odstępu separacyjnego wyliczonego zgodnie z normą PN-EN 62305-3:2011, należy wykonać połączenia wyrównawcze metalowych elementów konstrukcji wsporczej z instalacją odgromową.

Połączenia wyrównawcze ochronne powinny być wykonane przewodem o przekroju poprzecznym mi-

nimum 16 mm² Cu lub równoważnym w przypadku zastosowania innego materiału niż Cu. Połączenia wyrównawcze funkcjonalne powinny być wykonane przewodem o przekroju poprzecznym minimum 6 mm² Cu lub równoważnym w przypadku zastosowania innego materiału niż Cu.

W przypadku wykonania połączeń wyrównawczych między elementami instalacji odgromowej a metalowymi elementami instalacji fotowoltaicznej powinna dodatkowo zostać zastosowana ochrona przepięciowa typu 1 o prądzie I_{imp} nie mniejszym niż 12,5 kA. Ponadto, ochrona przepięciowa powinna zostać także dobrana do zabezpieczenia elementów instalacji PV przed przepięciami łączeniowymi, co jednak nie jest elementem niniejszego opracowania.

2.2. Aktywne rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru

2.2.1. Stosowanie wyłączników różnicowoprądowych

Wyłącznik różnicowoprądowy (RCD) realizuje ochronę przeciwpożarową poprzez rozłączenie obwodu, w którym w wyniku uszkodzenia pojawia się przepływ doziemnego prądu uszkodzeniowego. Zaleca się zastosowanie RCD w obwodzie falownika w przypadku prowadzenia trasy kablowej strony AC przez lub w przegrodach palnych. Zastosowany wyłącznik RCD powinien posiadać wartość prądu znamionowego 100 - 300 mA. Jeżeli producent falownika gwarantuje,

że przy prądzie różnicowym DC większym niż 6 mA będzie on wyłączał się samoczynnie, wówczas dopuszcza się zastosowanie RCD typu A. Jeśli tak nie jest, RCD musi być typu B. Wyłącznik RCD należy montować możliwie blisko punktu przyłączenia falownika. Wyłączniki RCD nie są w stanie zapewnić skutecznej ochrony przed powstaniem zwarć łukowych między przewodami roboczymi lub w przegrodach palnych.

2.2.2. Monitorowanie stanu izolacji przewodów po stronie DC

Właściwy stan izolacji kabli strony DC stanowi ważny element bezpiecznej pracy instalacji PV. W związku z powyższym powinien on być monitorowany. Funkcję tą najczęściej pełni układ RCMU w falow-

niku. Procedura testu powinna odbywać się przed uruchomieniem falownika oraz w trakcie jego pracy, a wykrycie parametrów pracy niezgodnych z założeniem musi skutkować wyłączeniem falownika.

2.2.3. Stosowanie zabezpieczeń przed iskrzeniem AFCI, AFDD

W przypadku prowadzenia tras kablowych w bezpośrednim sąsiedztwie lub w obrębie materiałów łatwopalnych zaleca się zastosowanie dodatkowej ochrony przewodów w postaci aktywnych zabezpieczeń przed iskrzeniem. Zaleca się, aby zastosowane urządzenia AFDD spełniały wymogi IEC 62606, w obwodach wymienionych w normie 60364-4-42.

W przypadku urządzeń AFCI, nieposiadających europejskiej certyfikacji, decyzję o ich stosowaniu powinien indywidualnie podejmować projektant po konsultacji z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń pożarowych. W tym przypadku zaleca się oparcie o wyniki badań urządzenia, standardy i normy inne niż europejskie oraz zasady wiedzy technicznej.



2.3. Rozwiązania organizacyjne

2.3.1. Profesjonalny montaż i uruchomienie: w szczególności wykonanie i odbiór instalacji zgodnie z normą PN-EN 62446-1

Zawiera ona listę punktów, które należy sprawdzić przed uruchomieniem systemu PV.

Norma PN-EN 62446-1 zawiera listę punktów, które należy sprawdzić przed uruchomieniem systemu PV.

2.3.2. Okresowa konserwacja instalacji fotowoltaicznej oraz wykonanie testów i pomiarów

Okresowa konserwacja instalacji fotowoltaicznej oraz wykonanie testów i pomiarów wskazanych w szczególności w normie PN-EN 62446-2, która zawiera wskazówki dotyczące takiej okresowej konserwacji. Zaleca się okresową konserwację instalacji fotowoltaicznej oraz wykonywanie testów i pomiarów wskazanych w szczególności w normie PN-EN 62446-2, która zawiera wskazówki dotyczące takiej okresowej konserwacji.

2.3.3. System monitorowania

Właściciel powinien mieć dostęp do systemu monitorowania umożliwiającego identyfikację i powiadomienie o zdarzeniach awaryjnych. System monitorowania zapewnia przegląd działania systemu i ostrzega użytkownika, jeśli występuje jakaś nieprawidłowość. Zmniejszenie mocy, niezależnie od warunków pogodowych, może być oznaką usterki w systemie, która może doprowadzić do pożaru.

3. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W CELU OGRANICZENIA ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ POŻARU I UŁATWIENIA PROWADZENIA AKCJI GAŚNICZEJ

3.1. Sposób wykonania przejść przez ścianę oddzielenia przeciwpożarowego

Przepusty przez ściany i stropy pomieszczenia zamkniętego, dla którego klasa odporności ogniowej jest wyższa lub równa EI 60 / REI 60 oraz o średnicy większej niż 4 cm, w którym prowadzone są przewody instalacji fotowoltaicznych należy wykonać i zabezpieczyć analogicznie do innych przewodów elektrycznych przechodzących przez tego typu przegrody. Z kolei w przypadku przepustów przez ścianę oddzielenia ppoż. należy dokonać ich zabezpiecze-

nia zgodnie z klasą danej ściany oddzielenia ppoż. Do zapewnienia odporności ogniowej przepustów z przewodami należy zastosować uszczelnienia dobrane do klasy odporności ogniowej materiału, z którego wykonana jest ściana oraz typu i rodzaju prowadzonego okablowania. Wykonany przepust powinien charakteryzować się klasą odporności ogniowej nie niższą niż klasa danej przegrody, przez którą przechodzi.

3.2. Sposób wykonania przejść nad ścianą oddzielenia przeciwpożarowego

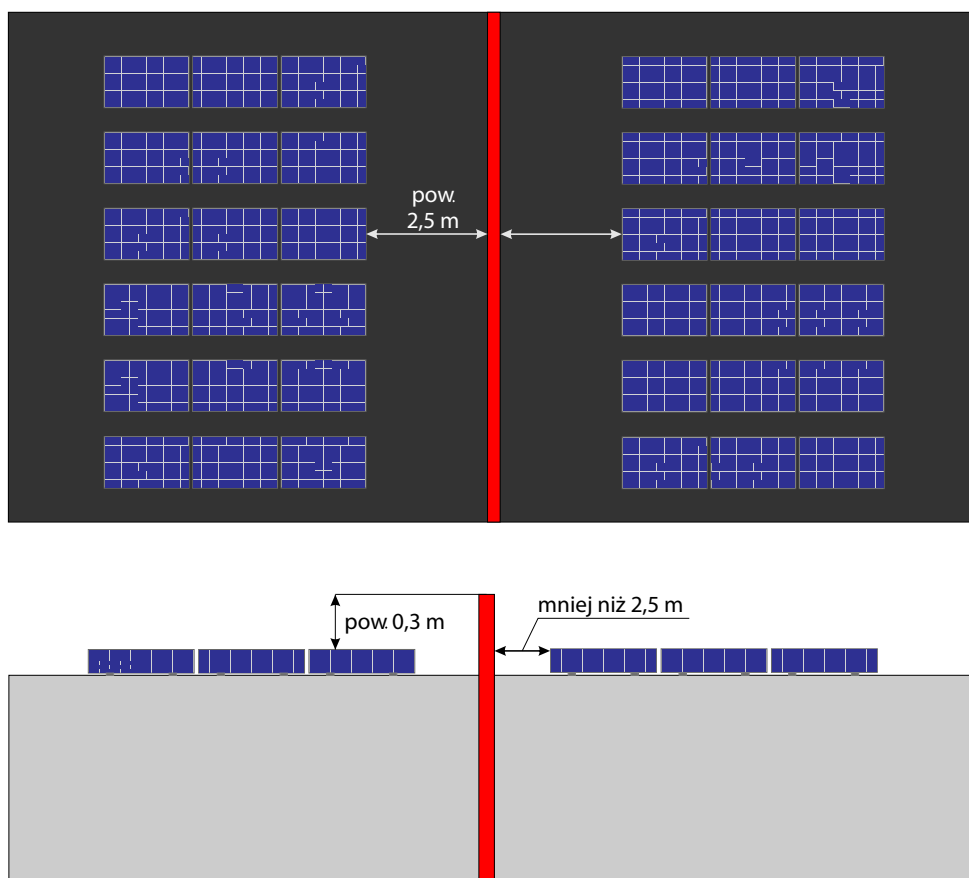
W przypadku prowadzenia kabli lub przewodów nad ścianą oddzielenia przeciwpożarowego należy ją zabezpieczyć w sposób uniemożliwiający przedostanie się ognia na drugą stronę. Zastosowane materiały muszą spełniać wymagania w zakresie ochrony przed rozprzestrzenianiem się ognia, muszą być

przeznaczone do stosowania na zewnątrz oraz być odporne na promieniowanie UV. Do wykonania trasy należy zastosować koryta kablowe wykonane z materiału niepalnego, a w obszarze bezpośredniego przejścia nad ścianą wypełnić je masą ogniochronną.

3.3. Odstępy między polami modułów oraz od ściany oddzielenia przeciwpożarowego

Przy projektowaniu instalacji fotowoltaicznych należy uwzględnić usytuowanie modułów względem ściany oddzielenia przeciwpożarowego. W przypadku lokalizacji modułów PV na dachach w sąsiedztwie ściany oddzielenia przeciwpożarowego powinien zo-

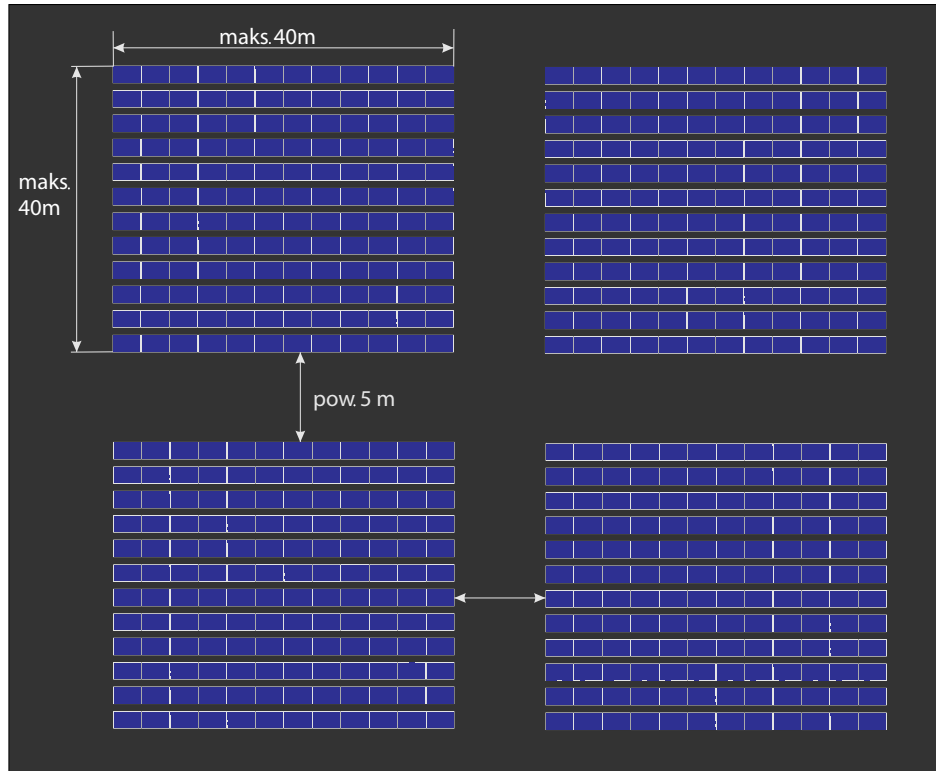
stać zachowany odstęp minimum 2,5 m lub górna krawędź modułu PV powinna być minimum 0,3 m poniżej górnej granicy ściany oddzielenia przeciwpożarowego zgodnie z niemiecką normą VdS 2234.



RYS. 3. Usytuowanie modułów PV względem ściany oddzielenia przeciwpożarowego.

Przy projektowaniu dużych pól modułów PV zaleca się podzielenie generatora PV na mniejsze pola z zachowaniem bezpiecznej przerwy technicznej, która w przypadku pożaru ograniczy rozprzestrze-

nianie się ognia. Zaleca się zachowanie odległości separacyjnych między polami modułów. Sugerowana odległość to więcej niż 5 m dla maksymalnego rozmiaru pola modułów 40 m.



RYS. 4. Rekomendowane maksymalne wymiary pojedynczego pola modułów PV oraz zalecane odstępy między polami modułów PV.



3.4. Stosowanie rozwiązań technicznych obniżających napięcie do poziomu bezpiecznego

Dla tras kablowych strony DC prowadzonych przez strefy pożarowe o kubaturze powyżej 1000 m³ i objętych działaniem Przeciwpowozarowego Wyłącznika Prądu (PWP) powinno się stosować rozwiązania równoważne, pozwalające na wyłączenie napięcia lub sprowadzenie go do poziomu bezpiecznego na odcinku danej strefy. Aby instalacja PV została uznana za bezpieczną dla działań człowieka, system elektryczny po zadziałaniu rozwiązań bezpieczeństwa powinien spełniać jedno z następujących wymagań:

✔ **napięcie między częścią pod napięciem (na wyjściu urządzenia zabezpieczającym) a ziemią oraz napięcie między aktywnymi częściami, jest mniejsze niż 120 V DC**

✔ **suma wszystkich wyjściowych prądów zwarciovych na wyjściu DC jest mniejsza niż 12 mA DC**

✔ **energia po stronie wyjściowej prądu stałego jest mniejsza niż 350 mJ**

Należy przy tym podkreślić, że tylko strona wyjściowa rozwiązań bezpieczeństwa jest uważana za bezpieczną, ponieważ na wejściu tych systemów, nadal mogą występować niebezpieczne napięcia lub prądy. Dlatego zasadne jest również uwzględnienie w instalacji rozwiązań minimalizujących ten obszar.

W zakresie rozwiązań obniżających napięcie do poziomu bezpiecznego lub rozłączających napięcie DC zaleca się stosowanie trzech równoważnych rozwiązań.

■ Obniżenie napięcia na poziomie modułu PV za pomocą urządzeń elektronicznych (MLPS) podłączonych do każdego modułu PV. Szeregowe połączenie musi odbywać się na poziomie MLPS.

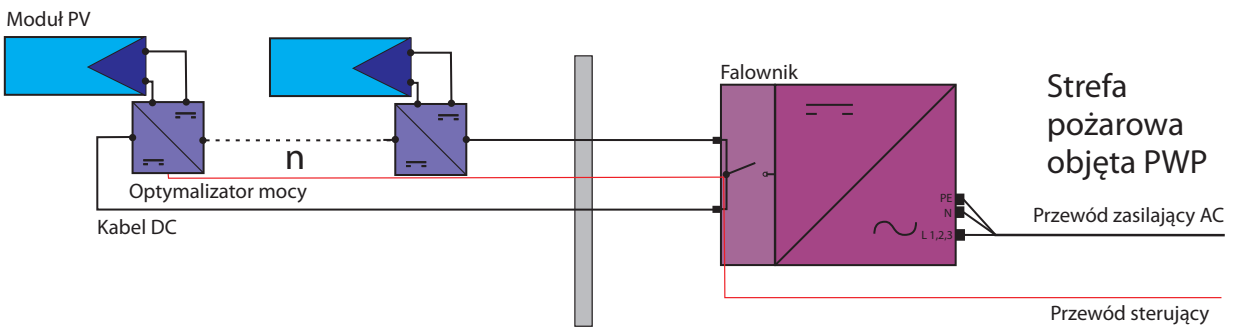
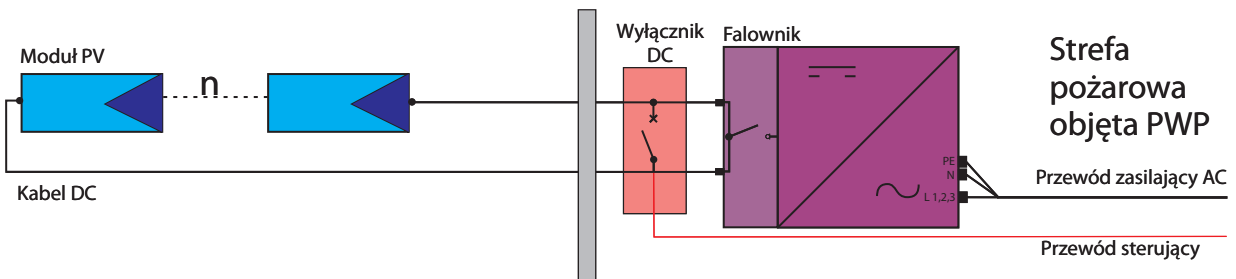
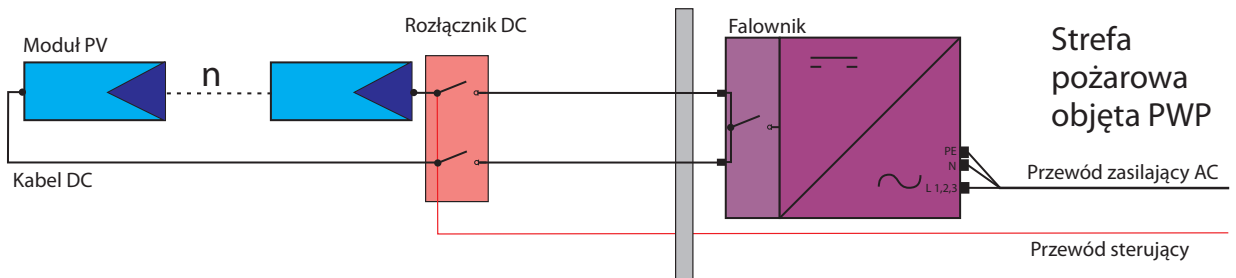
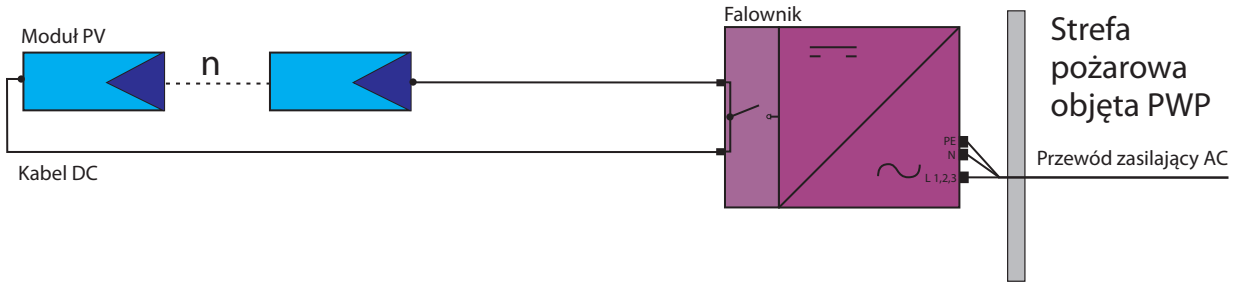
■ Obniżenie napięcia modułu poprzez rozłączenie modułu za pomocą skrzynki przyłączeniowej dla każdego modułu. W tej sytuacji każdy moduł PV jest neutralizowany przy bezpiecznym napięciu, pod warunkiem, że napięcie w obwodzie otwartym jest niższe niż 120 V DC.

■ Obniżenie napięcia na poziomie łańcucha modułów PV za pomocą urządzeń dokonujących kontrolowanego zwarcia łańcucha PV. W przypadku zastosowania tego typu urządzenia powinna zostać uzyskana pozytywna opinia producenta falownika w zakresie bezpieczeństwa jego stosowania. Jednak główną wadą tego rozwiązania jest przepływ prądu zwarciovego, który w przypadku przerwania obwodu, np. w wyniku akcji ratowniczo-gaśniczej może doprowadzić do powstania niebezpiecznego łuku elektrycznego. W związku z powyższym, stosowanie tego rozwiązania nie jest rekomendowane.

■ Rozłączanie obwodu DC poza strefą pożarową. W przypadku zastosowania tego typu urządzenia rozłączenie musi odbywać się możliwie blisko pola modułów PV i poza strefą pożarową. W przypadkach szczególnych, gdy nie można zapewnić bezpiecznej i poprawnej pracy rozłącznika poza strefą ppoż., dopuszcza się jego montaż w obrębie strefy jednak długość przewodów DC będących po rozłączeniu pod napięciem nie powinna być dłuższa niż 1 m. Montaż rozłącznika DC w strefie ppoż. zawsze powinien podlegać indywidualnej ocenie projektanta i rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń ppoż.

Niezależnie od zastosowanego rozwiązania powinno ono zawsze umożliwiać pracę bezpieczną w przypadku zaniku napięcia po stronie AC, uruchomienia Przeciwpowozarowego Wyłącznika Prądu w budynku,

awarii urządzenia, domyślnym stanem pracy powinien być bezpieczny stan pracy.



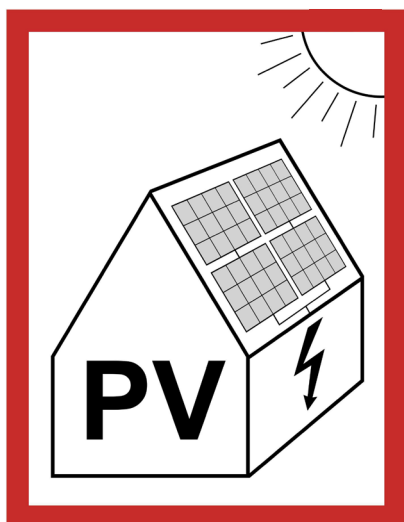
Alternatywnym rozwiązaniem jest montaż falowników poza strefą pożarową, w takim miejscu, aby przewody DC nie przechodziły przez strefę pożarową. W przypadku lokalizacji falownika poza strefą pożarową objętą Przeciwpożarowym Wyłącznikiem

Prądu lub w przypadku prowadzenia trasy kablowej z pominięciem tej strefy nie stawia się wymogu objęcia działaniem Przeciwpożarowego Wyłącznika Prądu przewodów strony DC.

3.5. Sposób oznaczenia instalacji fotowoltaicznej oraz jej elementów

W zakresie oznaczania instalacji PV i jej elementów zaleca się stosowanie poniższych oznaczeń:

NAKLEJKA



MIEJSCE UMIESZCZENIA

Naklejka ta powinna być umieszczona w punkcie przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, w złączu kablowym, a jeżeli budynek posiada główny wyłącznik prądu - to także w tym miejscu

GLÓWNY WYŁĄCZNIK AC

Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnic RAC pod wyłącznikiem nadprądowym

**GLÓWNY
WYŁĄCZNIK AC
INSTALACJI
FOTOWOLTAICZNEJ**

Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnic RAC pod wyłącznikiem nadprądowym

**GŁÓWNY
WYŁĄCZNIK DC
INSTALACJI
FOTOWOLTAICZNEJ**

Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik



UWAGA!
URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE
POD NAPIĘCIEM!

Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części



UWAGA!
URZĄDZENIE MOŻE BYĆ
POD NAPIĘCIEM NAWET
PO ROZŁĄCZENIU!

Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnic RDC



**PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA**

Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku

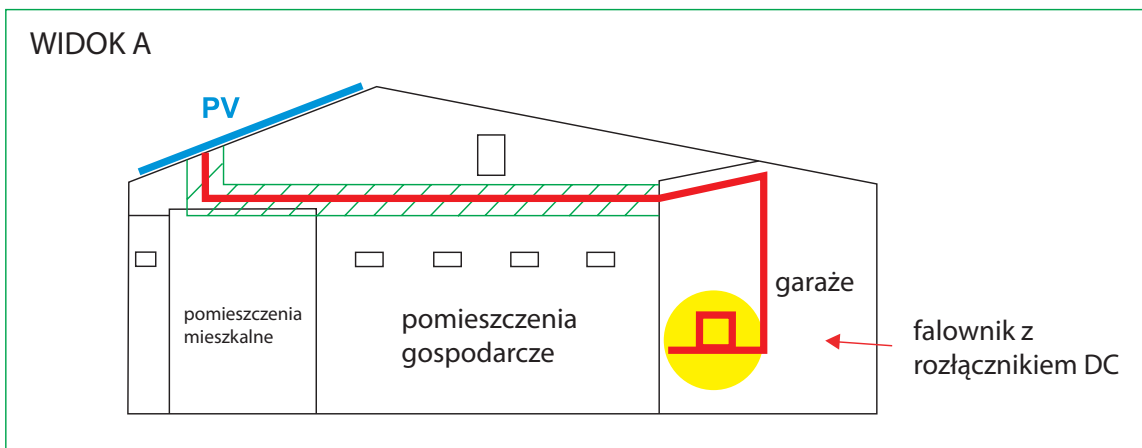
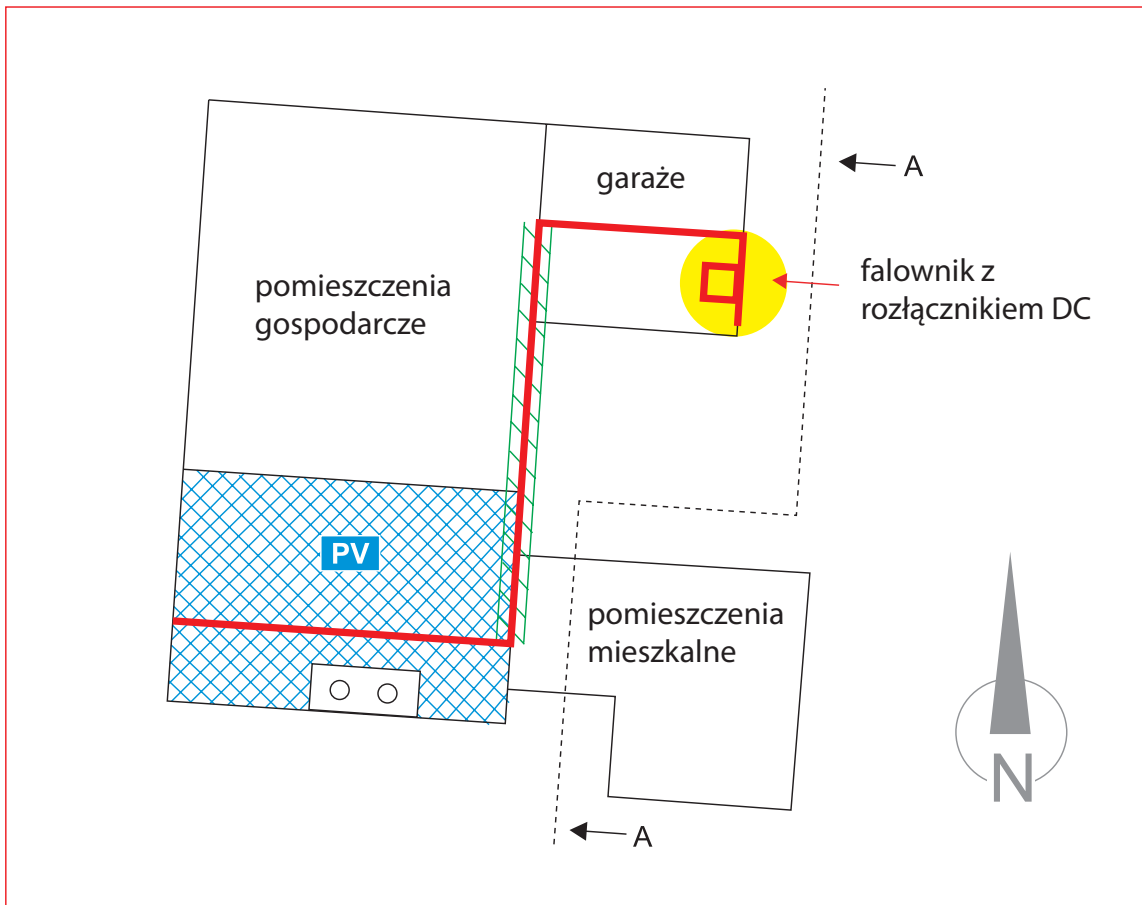
Rozdzielnic PV - AC

Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RAC zaraz nad drzwiczkami

Rozdzielnic PV - DC

Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RDC zaraz nad drzwiczkami

3.6. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia głównych elementów instalacji fotowoltaicznej



<p>Data: Data utworzenia</p>	<p>Podgląd: Zdjęcie budynku</p>	<p>Projekt: Numer projektu</p>	<p>Adres instalacji PV: Dane adresowe</p>
<p>Oznaczenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> kabel pod napięciem kabel pod napięciem (trasy ognioodporne) panele fotowoltaiczne pozycja rozłącznika DC 		<p>Klient: Imię i nazwisko, numer telefonu</p>	<p>Opracowane przez: Nazwa, adres, numer telefonu</p>
		<p>Zawartość: System PV, schemat trasy pożarowej</p>	
		<p>Numer alarmowy: Imię i nazwisko, numer telefonu</p>	

ZAŁĄCZNIK 1.

Klasy reakcji na ogień zgodnie z Polską Normą PN-EN 13501-1. Stosowanym w rozporządzeniu określe-
niom: niepalny, niezapalny, trudno zapalny, łatwo zapalny, niekapiący, samogasnący, intensywnie dymiący
(z wyłączeniem posadzek – w tym wykładzin podłogowych) odpowiadają klasy reakcji na ogień, zgodnie
z Polską Normą PN-EN 13501-1 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków –
Część 1: klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”, podane w kolumnie 2 tabeli 1.

określenia dotyczące palności stosowane w rozporządzeniu		klasy reakcji na ogień zgodnie z Polską normą PN-EN 13501-1
niepalne		A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0;
		A2-s1, d1; A2-s2, d1; A2-s3, d1; A2-s1, d2; A2-s2, d2; A2-s3, d2;
niezapalne		B-s1, d0; B-s2, d0; B-s3, d0; B-s1, d1; B-s2, d1; B-s3, d1; B-s1, d2; B-s2, d2; B-s3, d2;
palne	trudno zapalne	C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0; C-s1, d1; C-s2, d1; C-s3, d1; C-s1, d2; C-s2, d2; C-s3, d2; D-s1, d0; D-s1, d1; D-s1, d2;
	trudno zapalne	D-s2, d0; D-s3, d0; D-s2, d1; D-s3, d1; D-s2, d2; D-s3, d2; E-d2; E; F
niekapiące		A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; B-s2, d0; B-s3, d0; C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0; D-s1, d0; D-s2, d0; D-s3, d0;
samogasnące		co najmniej E
intensywnie dymiące		A2-s3, d0; A2-s3, d1; A2-s3, d2; B-s3, d0; B-s3, d1; B-s3, d2; C-s3, d0; C-s3, d1; C-s3, d2; D-s3, d0; D-s3, d1; D-s3, d2; E-d2; E; F

OKREŚLENIA:

Określenie ilości i szybkości rozprzestrzeniania się dymu:

euroklasa	właściwości	przykładowe wyroby
s1	prawie bez dymu	płyty g-k
s2	średnia emisja dymu	drewno ze środkami ognioochronnymi
s3	intensywna emisja dymu	guma, spienione tworzywa poliuretanowe

Drugi rodzaj podklasy charakteryzuje możliwość wytwarzania płonących kropli i/lub odpadów przez palący się wyrób.

euroklasa	właściwości	przykładowe wyroby
d0	brak płonących kropel	wełna mineralna, stal, beton
d1	niewiele płonących kropli/ cząsteczek (podobne do iskier z płonącego drewna)	sklejki
d2	wiele płonących kropel/cząsteczek, które mogą powodować poparzenia skóry lub rozprzestrzenianie się pożaru	polistyren spieniony

Źródło: Dz.U.2019.0.1065 t.j. - “Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” - Załącznik nr 3, Tabela 1.

ZAŁĄCZNIK 2.

Klasy odporności ogniowej elementów budynku

Wyróżnia się 5 klas odporności pożarowej budynków i ich części podanych w kolejności od najwyższej do najniższej: A, B, C, D, E. Elementy budynku, odpowiednio do jego klasy odporności pożarowej, powinny spełniać co najmniej wymagania określone w poniższej tabeli:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku ^{5) *)}					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	strop ¹⁾	ściana zewnętrzna ^{1), 2)}	ściana wewnętrzna ¹⁾	przekrycie dachu ³⁾
1	2	3	4	5	6	7
„A”	R 240	R 30	R E I 120	E I 120 (0↔i)	E I 60	R E 30
„B”	R 120	R 30	R E I 60	E I 60 (0↔i)	E I 304)	R E 30
„C”	R 60	R 15	R E I 60	E I 30 (0↔i)	E I 154)	R E 15
„D”	R 30	(-)	R E I 30	E I 30 (0↔↔i)	(-)	(-)
„E”	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

*) Z zastrzeżeniem § 219 ust. 1.

Oznaczenia w tabeli:

R – nośność ogniowa (w minutach), określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku,

E – szczelność ogniowa (w minutach), określona jw.,

I – izolacyjność ogniowa (w minutach), określona jw.,

(-) – nie stawia się wymagań.

- 1)** Jeżeli przegroda jest częścią głównej konstrukcji nośnej, powinna spełniać także kryteria nośności ogniowej (R) odpowiednio do wymagań zawartych w kol. 2 i 3 dla danej klasy odporności pożarowej budynku.
- 2)** Klasa odporności ogniowej dotyczy pasa międzykondygnacyjnego wraz z połączeniem ze stropem.
- 3)** Wymagania nie dotyczą naświetli dachowych, świetlików, lukarn i okien połaciowych (z zastrzeżeniem § 218), jeśli otwory w połaci dachowej nie zajmują więcej niż 20% jej powierzchni; nie dotyczą także budynku, w którym nad najwyższą kondygnacją znajduje się strop albo inna przegroda, spełniająca kryteria określone w kol. 4.
- 4)** Dla ścian komór zsypu wymaga się klasy E I 60, a dla drzwi komór zsypu klasy E I 30.
- 5)** Klasa odporności ogniowej dotyczy elementów wraz z uszczelnieniami złączy i dylatacjami.

i→o - gdy klasyfikacja dotyczy oddziaływania od wewnątrz w kierunku na zewnątrz

o→i - gdy klasyfikacja dotyczy oddziaływania od zewnątrz w kierunku do wewnątrz

i↔o - gdy klasyfikacja dotyczy oddziaływania od wewnątrz w kierunku na zewnątrz i od zewnątrz w kierunku do wewnątrz

Źródło: Dz.U.2019.0.1065 t.j. - "Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie" § 216.