



Fotowoltaika a ochrona
przeciwpożarowa

zagrożenia

rozwiązania

najlepsze standardy

Agenda

1. Detale systemów PV

1. Klasyczny falownik łańcuchowy
2. Mikrofalowniki
3. Optymalizatory mocy

2. Identyfikacja zagrożeń ochrony przeciwpożarowe

1. Wysokie napięcie DC
2. Łuki elektryczne
3. Wady materiałowe i wykonawcze

3. Zagrożenia i rekomendacje

1. Gaszenie na zewnątrz budynku
2. Gaszenie wewnątrz budynku
3. Sytuacja po pożarze
4. Powódź
5. Operacje ratownicze
6. Domowy magazyn energii

4. Standardy bezpieczeństwa

1. US
2. EU
3. Inne kraje

5. Ubezpieczyciele a standardy bezpieczeństwa instalacji PV

1. Metody oceny instalacji
2. Rola ubezpieczyciela a interes inwestora
3. Wytyczne Marsh
4. Wytyczne Allianz
5. Wytyczne FM Global
6. Wytyczne reasakuratorów

6. Charakterystyka rozwiązania optymalizatorów mocy SolarEdge

1. Bezpieczne napięcie łańcucha
2. Pomiar temperatury złącza
3. Aktywna i ciągła ochrona falownika
4. Rola monitoringu instalacji
5. Holistyka rozwiązania
6. IEC60947-3 – zintegrowany wyłącznik DC

Agenda

1. Detale systemów PV

1. Klasyczny falownik łańcuchowy
2. Mikrofalowniki
3. Optymalizatory mocy

2. Identyfikacja zagrożeń ochrony przeciwpożarowe

1. Wysokie napięcie DC
2. Łuki elektryczne
3. Wady materiałowe i wykonawcze

3. Zagrożenia i rekomendacje

1. Gaszenie na zewnątrz budynku
2. Gaszenie wewnątrz budynku
3. Sytuacja po pożarze
4. Powódź
5. Operacje ratownicze
6. Domowy magazyn energii

4. Standardy bezpieczeństwa

1. US
2. EU
3. Inne kraje

5. Ubezpieczyciele a standardy bezpieczeństwa instalacji PV

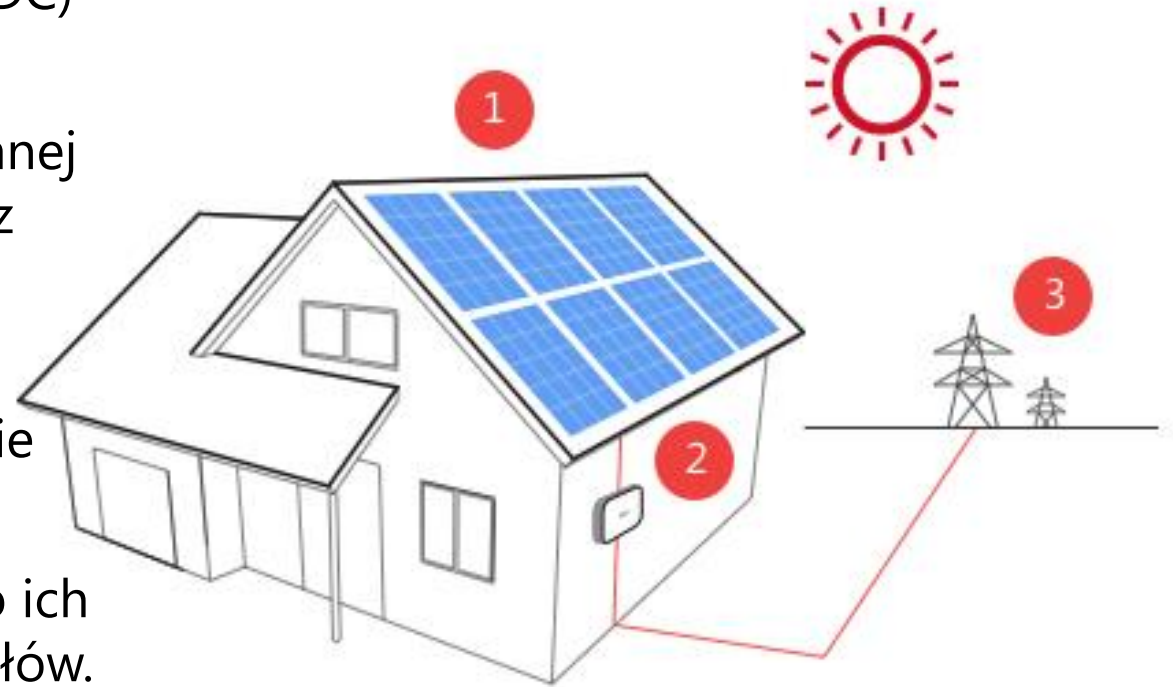
1. Metody oceny instalacji
2. Rola ubezpieczyciela a interes inwestora
3. Wytyczne Marsh
4. Wytyczne Allianz
5. Wytyczne FM Global
6. Wytyczne reasakuratorów

6. Charakterystyka rozwiązania optymalizatorów mocy SolarEdge

1. Bezpieczne napięcie łańcucha
2. Pomiar temperatury złącza
3. Aktywna i ciągła ochrona falownika
4. Rola monitoringu instalacji
5. Holistyka rozwiązania
6. IEC60947-3 – zintegrowany wyłącznik DC

Filozofia systemów fotowoltaicznych

- Moduły fotowoltaiczne przekształcają energię słoneczną w energię elektryczną prądu stałego (DC)
- Falownik słoneczny jest wymagany do przekształcenia energii elektrycznej DC wytwarzanej przez moduły w energię elektryczną AC zgodną z siecią
- Oświetlone bezpośrednio lub światłem rozproszonym, moduły ciągle wytwarzają napięcie (V_{oc} – napięcie obwodu otwartego)
- Moduły są łączone szeregowo (łańcuch) przez co ich napięcie jest sumą napięć poszczególnych modułów.
- Przy wyłączeniu falownika (np. przez zanik sieci) napięcie na łańcuchu DC nadal występuje, przy braku obciążenia nawet rośnie

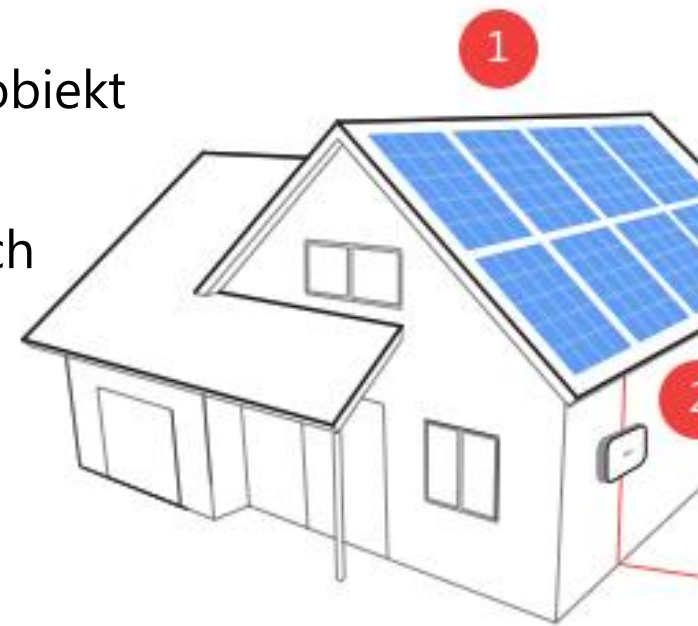


1. Moduły fotowoltaiczne 2. Falownik 3. Sieć

Identyfikacja zagrożeń

Warunki ochrony przeciwpożarowej

- Rodzaj obiektu i charakterystyki zagrożenia pożarowego, klasy odporności pożarowej budynku i klasy odporności ogniowej elementów oraz reakcji na ogień wyrobów określonych w WT
- Potencjalnego oddziaływania pożaru zarówno samych urządzeń PV na obiekt jak i obiekt na PV
- Sposobu zabezpieczenia przeciwpożarowego, w tym danych dotyczących wyposażenia w urządzenia techniczne chroniące przed pożarem
- Odpowiednich kabli i ich zabezpieczenia elektryczne i mechaniczne
- Ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej
- Podziału na strefy pożarowe i uszczelnienia przejść instalacyjnych
- Ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia, w tym niepogorszenia parametrów pożarowych i klasy reakcji na ogień istniejących ścian, dachów, elewacji
- Odpowiedniego oznakowania obiektu, sporządzenia planu instalacji fotowoltaicznej



Wysokie napięcie DC

- W normalnych warunkach systemy fotowoltaiczne są na ogół bezpieczne i nie stanowią zagrożenia dla ludzi i mienia
- Jednak tak długo, jak słońce świeci, przewody fotowoltaiczne są zasilane wysokim napięciem stałym
- Moduły fotowoltaiczne zazwyczaj mają napięcie wyjściowe 30-60V. Po podłączeniu w ciąg napięciu napięcia mogą osiągnąć 600-1500V
- Wyłączenie zasilania AC lub wyłączenie falownika lub odłączenie DC przerywa przepływ prądu, ale zwiększa poziom napięcia DC (od V_{mpp} do V_{oc}), powodując jeszcze większe ryzyko porażenia prądem elektrycznym
- Działanie prądu stałego na organizm człowieka różni się od skutków, jakie powoduje prąd przemienny. Prąd stały, długotrwałe płynący w organizmie człowieka, może powodować zmiany patologiczne u rażonego, nawet gdy nie był odczuwany. Rażenie prądem stałym może spowodować fibrylację komór sercowych przy wartościach natężenia znacznie większych niż dla prądu przemiennego. Długotrwały przepływ prądu rażeniowego powoduje koagulację tkanek organizmu, co prowadzi do martwicy.

Wysokie napięcie DC – rozwiązania?

- Automatyczne wyłączniki prądu stałego na falowniku – nie mogą odłączyć napięcia na poziomie modułu a rozwiązanie zwiększa koszty bez zmniejszania ryzyka
- Pianka natryskowa – piana odparowuje lub zsuwa się z modułów przed ugaszeniem pożaru
- Pokrywanie modułów materiałem nieprzezroczystym – niepraktyczne ze względu na priorytetyzację siły roboczej i dostępność nieprzezroczystego materiału na wozach strażackich
- Wyłączniki DC na poziomie łańcucha – odcięcie przepływu prądu na odcinku między nim a falownikiem, np. w obrebie strefy objętej PWP
- Wyłączenie instalacji poza strefę objętą PWP?



Zagrożenia i rekomendacje

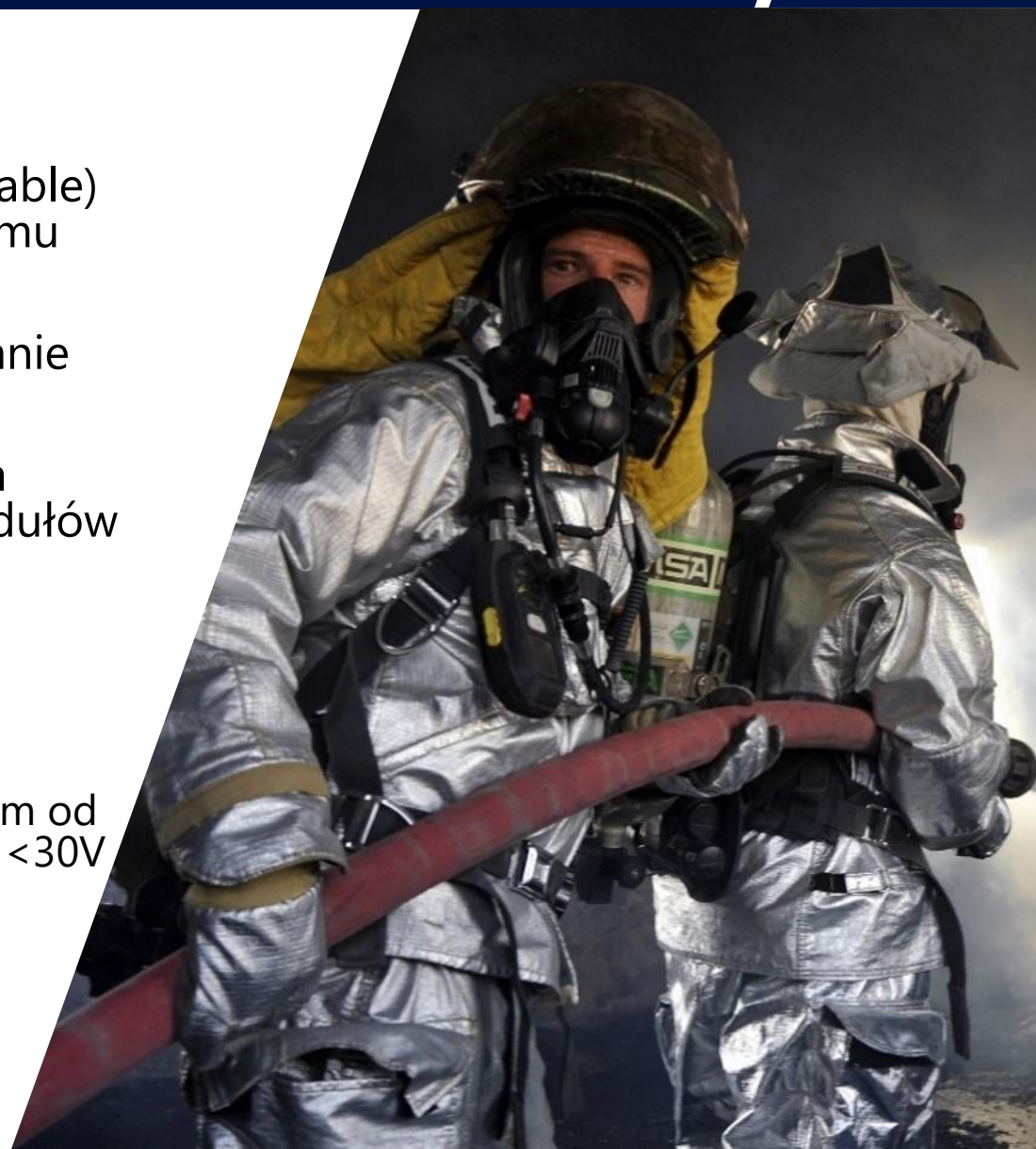
Scenariusz: Gaszenie wewnątrz budynku

Strażacy muszą unikać dotykania niebezpiecznego napięcia stałego wewnątrz budynku podczas pożaru

- **Zagrożenie:** Części systemu fotowoltaicznego (takie jak kable) mogą nie być możliwe do zidentyfikowania z powodu dymu lub fizycznych przeszkód
- **Zagrożenie:** Niedostateczna przestrzeń utrudnia zachowanie bezpiecznej odległości od zagrożeń
- **Rekomendacja:** Obowiązkowy mechanizm wyłączający na wszystkich ukrytych przewodach (nie tylko w pobliżu modułów i falowników)

Przykład: Mechanizm Szybkiego Wyłączania instalacji

- Rapid Shutdown NEC 2020 (artykuł 690.12)
- Wszystkie przewody pod napięciem, które znajdują się > 3 m od układu falownika, muszą zostać odłączone od zasilania do $< 30V$ w czasie krótszym niż 30 sekund
- Centralny punkt do wyzwalania mechanizmu, jest wyraźnie oznaczony



Scenariusz: Sytuacja po pożarze/katastrofie

- Strażacy muszą wykonać zadania kontrolne (np. poszukiwanie ukrytych kieszeni żaru, szukanie uwieczonych pod gruzami)
- **Zagrożenia:**
 - Ryzyko porażenia
 - Ryzyko wystąpienia kolejnych pożarów spowodowanych łukami z uszkodzonych instalacji prądu stałego
- **Rekomendacja:** Mechanizm Szybkiego Wyłączania
- **Rekomendacja:** Ochrona przed wykrywaniem łuku w celu uniknięcia potencjalnego zagrożenia pożarowego, podobna do amerykańskich przepisów UL1699B – wkrótce dla UE dostępna norma IEC 63027



Scenariusz: Operacje ratownicze

- Wypadek z udziałem osób w obszarze systemu fotowoltaicznego:
 - Samochód uderza w budynek ze zintegrowanym systemem fotowoltaicznym
 - Zawalenie się budynku z ludźmi (nadmierne obciążenie śniegiem, problem statyczny konstrukcji, wybuch gazu, burza, przeciążenie dachu)
- **Zagrożenie:** Ciągłe napięcie nawet na częściach łańcucha wynikające z fizyki działania modułów fotowoltaicznych
- **Rekomendacja:**
 - Mechanizm Szybkiego Wyłączania Instalacji
 - Ochrona przed wykrywaniem łuku w celu uniknięcia potencjalnego zagrożenia pożarowego, podobna do amerykańskich przepisów UL1699B – wkrótce dla U dostępna norma IEC 63027



Rekomendacje i standardy

Szybkie Wyłączenie Instalacji — US

- Krajowy Kodeks Elektryczny, NEC 2017 i nowszy NEC 2020, wymagają szybkiego wyłączenia systemów fotowoltaicznych w budynkach(tzw. Rapid Shutdown)
- Napięcie DC w obwodach biegnących w odległości większej niż określona odległość od pola modułów (10 stóp dla NEC 2014, 1 stopa dla NEC 2017/2020) do falownika musi być niższe niż 30VDC w ciągu 30 sekund od szybkiego zainicjowania wyłączenia
- Od NEC 2017 wymaga również, aby napięcie na przewodach w polu modułów było niższe niż 80VDC w ciągu 30 sekund
- Najbardziej zauważalna zmiana w normie NEC 2020 dotyczy wytycznych wewnątrz granic instalacji. Zamiast wymogu stosowania systemu szybkiego wyłączania z certyfikatem UL lub oznakowanego w terenie, obecnie wymagany jest "System kontroli zagrożeń związanych z PV" (PVHCS) z certyfikatem UL lub oznakowany w terenie. System PVHCS jest zdefiniowany w normie UL 3741, która zawiera wytyczne dotyczące oceny systemu pod kątem zgodności z PVHCS poprzez obszerne omówienie zagrożeń prądowych i napięciowych, na jakie może być narażony strażak podczas typowych działań gaśniczych.

Szybkie Wyłączenie Instalacji — EU

- VDE AR 2100-712 i OEVE R-11-1 zawierają dodatkowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego
- Szybkie wyłączenie jest jednym z możliwych, ale nie jedynym akceptowanym środkiem
- Systemy z wyłączeniem na poziomie modułu mogą spełniać wszystkie wymagania tych norm
- Jedynym elementem instalacji PV który na podstawie aktualnych przepisów wykonawczych (Ustawy o wyrobach budowlanych [45] art. 5.1) wymaga znakowania znakiem budowlanym są zestawy i elementy przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- Funkcja SolarEdge SafeDC™ jest certyfikowana w Europie jako rozłącznik prądu stałego, spełniając wymagania norm IEC/EN 60947-1 i -3 oraz jest certyfikowana zgodnie z normami bezpieczeństwa VDE AR 2100-712 i OEVE R-11-1

Ubezpieczyciele

Dokumenty firm ubezpieczeniowych (FM Global)

- Nowe standardy bezpieczeństwa PV opierają się na rozwiązaniach MLPE
 - Dokument FM Global „Property Loss Prevention Data Sheets” który zawiera wskazówki dotyczące zapobiegania utracie mienia związanego z pożarem i zagrożeniami naturalnymi w zakresie projektowania, instalacji i konserwacji wszystkich montowanych na dachu paneli fotowoltaicznych (PV) wykorzystywanych do wytwarzania energii elektrycznej

- Rozdział 2.2 Elektryczna część sugeruje stosowanie MLPE

„Zapewnij układy elektroniczne na poziomie modułu MLPE (**takie jak optymalizatory** mocy i mikrofalownik), które wykrywają i izolują usterki oraz wyłączają zasilanie na poziomie modułu, a także alarmują o takich usterekach. System powinien raportować stan alarmowy do oprogramowania do zdalnego monitorowania sieci, umożliwiając szybkie wyłączenie systemów PV w budynkach zgodnie z definicją w NEC 2017. Patrz rysunek 2.2.2C.”

2.2 Electrical

2.2.1 Install new PV electrical energy systems, including the array circuit(s), inverter(s), and controller(s) for these systems, in accordance with Article 690 of the 2017 version of NFPA 70, National Electrical Code (or equivalent international standard). Provide Module Level Power Electronics (such as DC **optimizers** and microinverters) that sense and isolate faults and deenergize the array at the module level, and alarm such faults. The system should report the alarm condition to remote network monitoring software, enabling rapid shutdown of PV systems on buildings as defined in NEC 2017. See Figure 2.2.2C.

For more information, see Section 3.3.

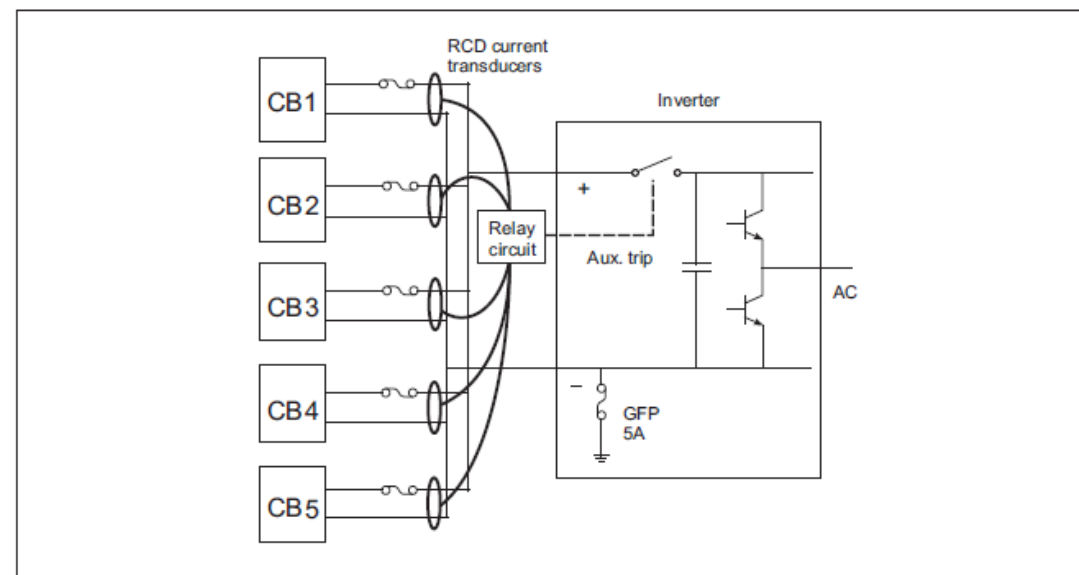
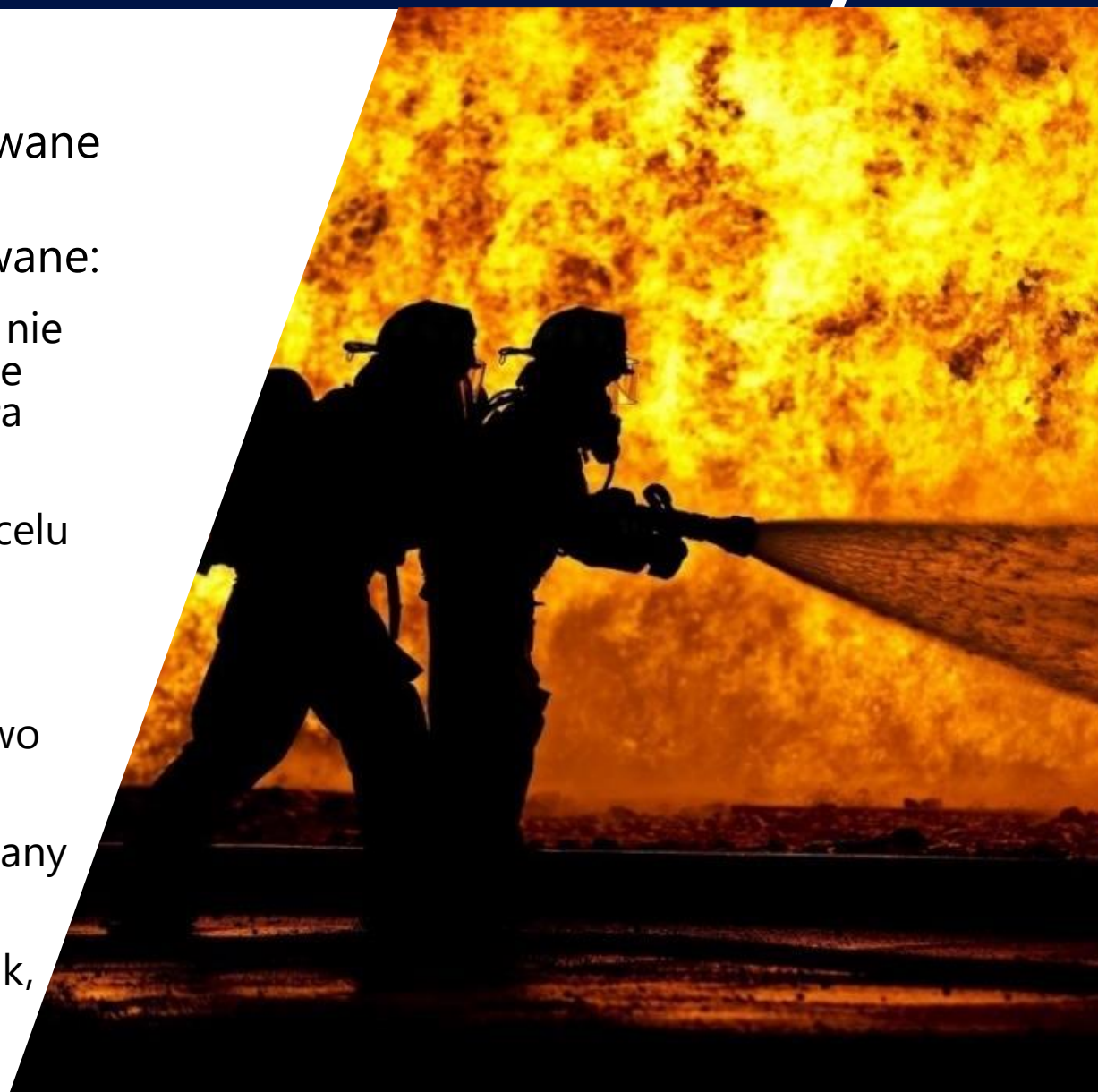


Fig. 2.2.2a. Example of residual current measurements with auxiliary trip (CB = combiner box, RCD = residual current disconnect, GFDI = ground fault detection and interruption)

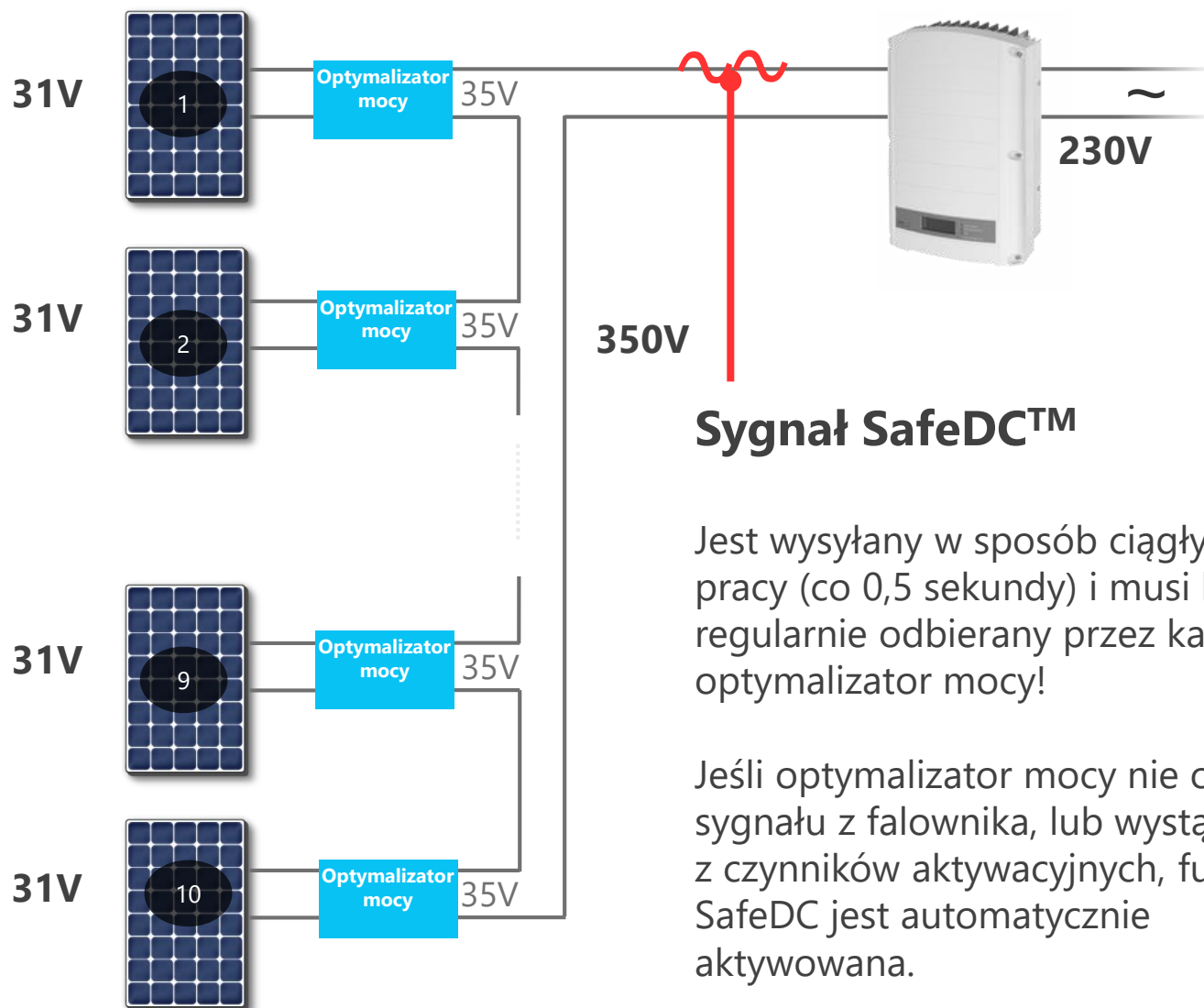
Bezpieczne instalacje PV — korzyści dla strażaków

- W przypadku korzystania z urządzeń zabezpieczających innych firm, takich jak dedykowane rozwiązanie Szybkiego Wyłączania Instalacji lub rozłącznik/wyłącznik DC, które nie jest monitorowane:
 - Jeśli urządzenie jest zainstalowane niepoprawnie, nie prowadzona jest właściwa konserwacja lub ulegnie awarii, nie ma oznak awarii, a urządzenie nie działa zgodnie z potrzebami
 - Konserwacja musi być przeprowadzana często w celu sprawdzenia prawidłowego działania
- Nowoczesne instalacje PV:
 - System nie uruchamia się, chyba że jest prawidłowo podłączony
 - Jeśli optymalizator ulegnie awarii, błąd jest zgłaszany na platformie monitorującej i można go naprawić
 - Uszkodzony optymalizator jest zaprojektowany tak, aby przejść w tryb bezpieczny do czasu naprawy



Rozwiązanie SolarEdge

1. Bezpieczne napięcie łańcucha = SafeDC™



Sygnał SafeDC™

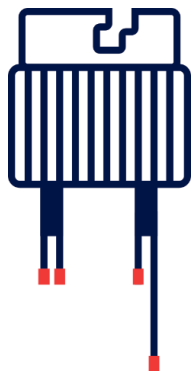
Jest wysyłany w sposób ciągły podczas pracy (co 0,5 sekundy) i musi być regularnie odbierany przez każdy optymalizator mocy!

Jeśli optymalizator mocy nie otrzymuje sygnału z falownika, lub wystąpi jeden z czynników aktywacyjnych, funkcja SafeDC jest automatycznie aktywowana.

2. Pomiar temp. złącza = SolarEdge Sense Connect

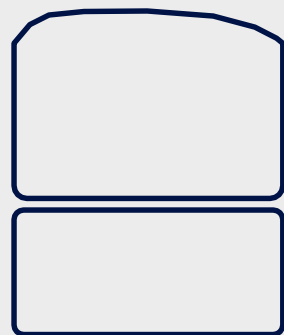
Wykrycie

Identyfikacja anormalnych zachowań temperatury na złączu



Działanie

Wyłącza falownik



SetApp



Informowanie

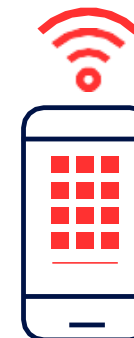
Platforma Monitoringu

Wadliwa lokalizacja złącza jest widoczna w układzie fizycznym



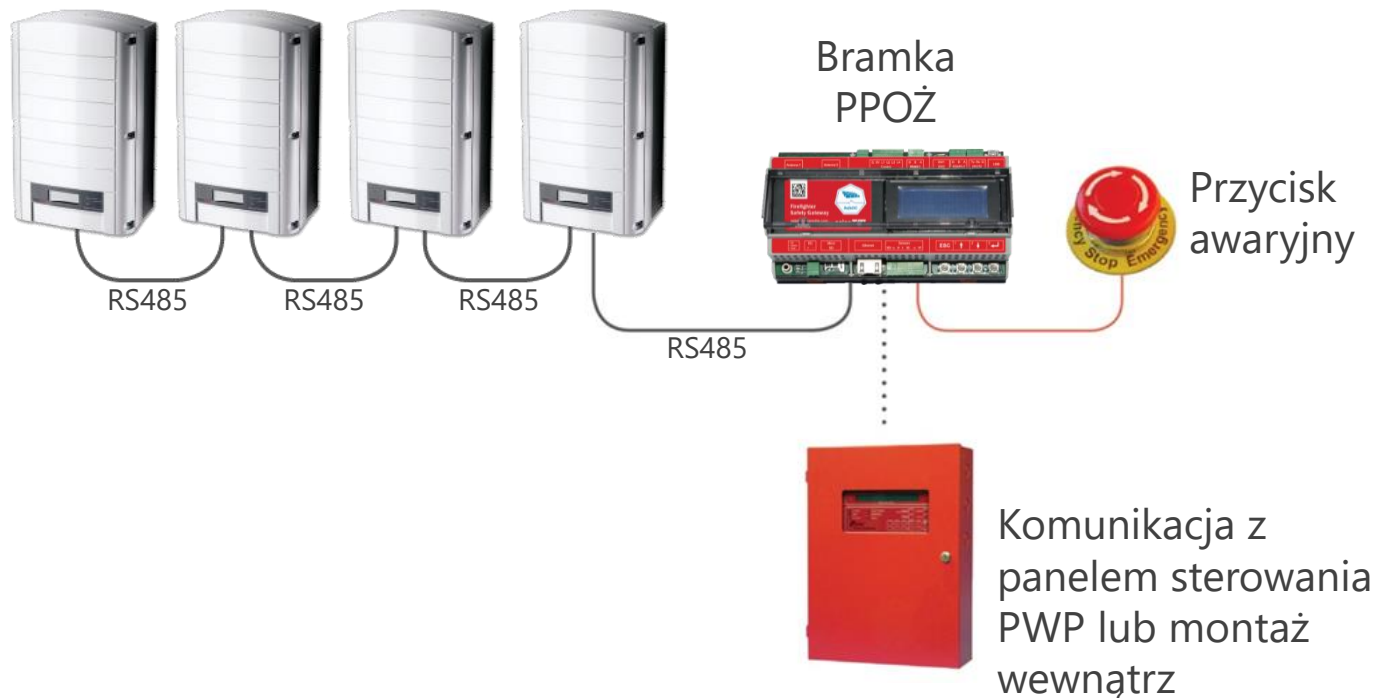
Aplikacja mobilna

Powiadamia instalatora, w tym identyfikację lokalizacji



Bramka PPOŻ – dostępna opcjonalnie

- Bezpośredni i zdalny dostęp do zintegrowanego mechanizmu SafeDC™
- Umożliwia bezpieczne wyłączenie systemu fotowoltaicznego na poziomie modułu, naciskając przycisk ZATRZYMANIA AWARYJNEGO lub za pośrednictwem panelu sterowania alarmem pożarowym.
- Wyświetlanie napięcia DC w czasie rzeczywistym, a także stanu systemu.



SolarEdge — magazyn energii – UL9540A



Thank You!

Cautionary Note Regarding Market Data & Industry Forecasts

This power point presentation contains market data and industry forecasts from certain third-party sources. This information is based on industry surveys and the preparer's expertise in the industry and there can be no assurance that any such market data is accurate or that any such industry forecasts will be achieved. Although we have not independently verified the accuracy of such market data and industry forecasts, we believe that the market data is reliable and that the industry forecasts are reasonable.

Version #: V.1.0
Version #: 05/2019/ENG ROW

