Wykład:
Audyt, pomiary, serwis i błędy w instalacjach fotowoltaicznych

Prowadzący:
dr inż. Marcin Michalski
https://www.linkedin.com/in/energetykamichalski

20.10.2026

Lista dokumentów

Kto powinien wykonywać instalacje PV?

- elektryczne G1 – E i D
- UDT – certyfikowany instalator OZE



- Badania wysokościowe





Sytuacja prawna - ustawa OZE

NOWELIZACJA USTAWY OZE: UPORZĄDKOWANIE ZASAD ROZLICZEŃ DLA PROSUMENTÓW – CO WARTO WIEDZIEĆ

USYSTEMATYZOWANIE SPOSOBÓW ROZLICZEŃ PROSUMENTÓW - OD 28 GRUDNIA 2024 R.

- **do** 31.03.2022 r.

- **Prosumenci w systemie net-meteringu** (instalacja zgłoszona przed 31 marca 2022 r.) **pozostają przy dotychczasowym rozliczeniu** przez 15 lat od pierwszego wprowadzenia energii do sieci, **z jednorazową możliwością przejścia na net-billing.**

- **od** 1.04.2022
- **do** 30.06.2024.r

- **Prosumenci w systemie net-biling** (instalacja przyłączona od 1 kwietnia 2022 do 30 czerwca 2024 r.) **wracają do rozliczeń miesięcznych z opcją przejścia na godzinowe** – decyzja jest dobrowolna ale nieodwracalna.

- **od** 01.07.2024.r

- **Prosumenci w systemie net-biling** (instalacja przyłączona od 1 lipca 2024 r.) są rozliczani wyłącznie godzinowo i **nie mogą wybrać systemu miesięcznego.**

GLOBENERGIA

Złóż zgłoszenie mikroinstalacji online

Oświadczenie instalatora mikroinstalacji

Oświadczam, że:

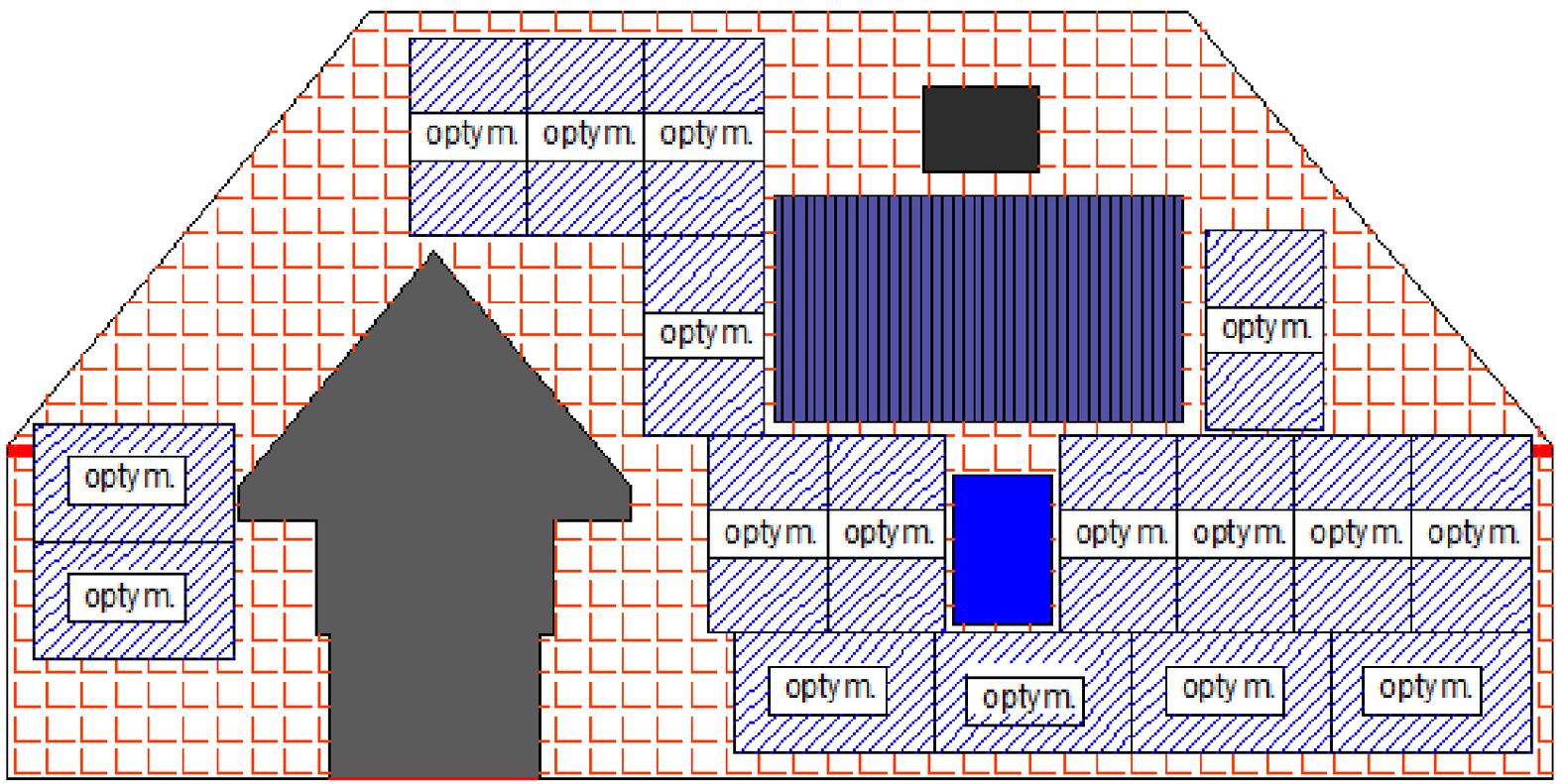
1. Mikroinstalacja w obiekcie została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami, w szczególności: NC RfG i Wymogami Ogólnego Stosowania opracowanymi na podstawie przepisów NC RfG, IRiESD w zakresie nieobjętym zapisami NC RfG i zasadami wiedzy technicznej i znajduje się w stanie umożliwiającym załączenie jej pod napięcie.
2. Zainstalowane w mikroinstalacji urządzenia spełniają wymogi Dyrektyw 2014/35/UE i 2014/30/UE oraz normy PN-EN 50549-1:2019-02 w zakresie nieobjętym zapisami NC RfG oraz określonych w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 30 listopada 2021r. wymaganiami technicznymi, warunków przyłączenia oraz współpracy mikroinstalcji z systemem elektroenergetycznym.
3. Moduły wytwarzania energii spełniają postanowienia dokumentu Warunki i procedur wykorzystywania certyfikatów w procesie przyłączenia modułów energii do sieci elektroenergetycznych opracowanego zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016, ustanawiającego kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci, regulujący zasady wykorzystywania certyfikatów w procesie przyłączania do sieci.

Informuję że, posiadam uprawnienia do wykonywania mikroinstalacji:

- ☐ ważny certyfikat potwierdzający kwalifikacje do instalowania odnawialnych źródeł energii (art. 136 i art. 145 ustawy o odnawialnych źródłach energii) numer _____
- ☐ ważne świadectwo kwalifikacyjne uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci numer _____
- ☐ ważne uprawnienia budowlane w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych do kierowania robotami budowlanymi numer _____

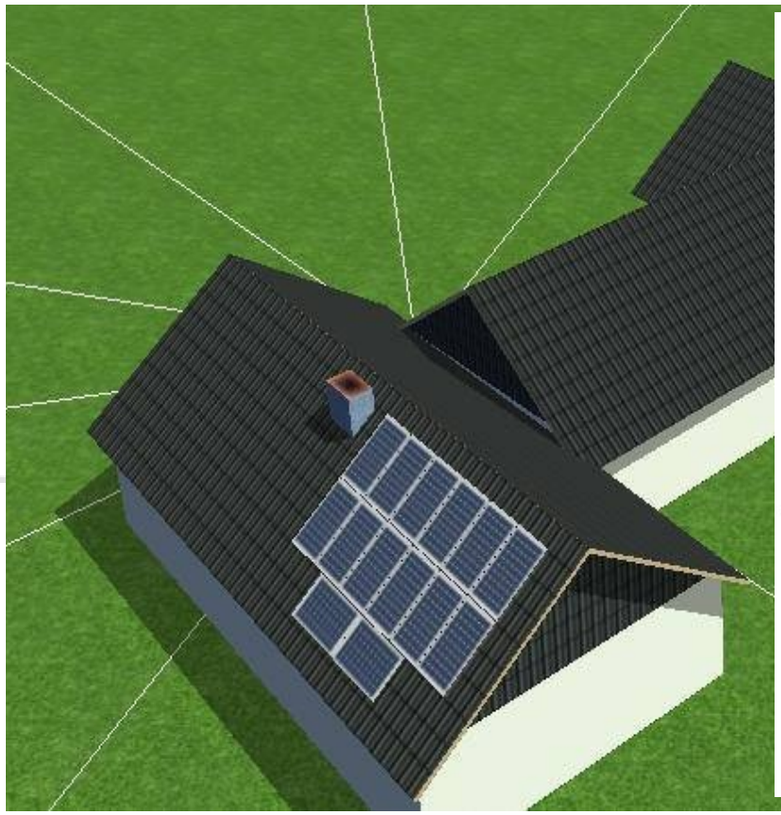


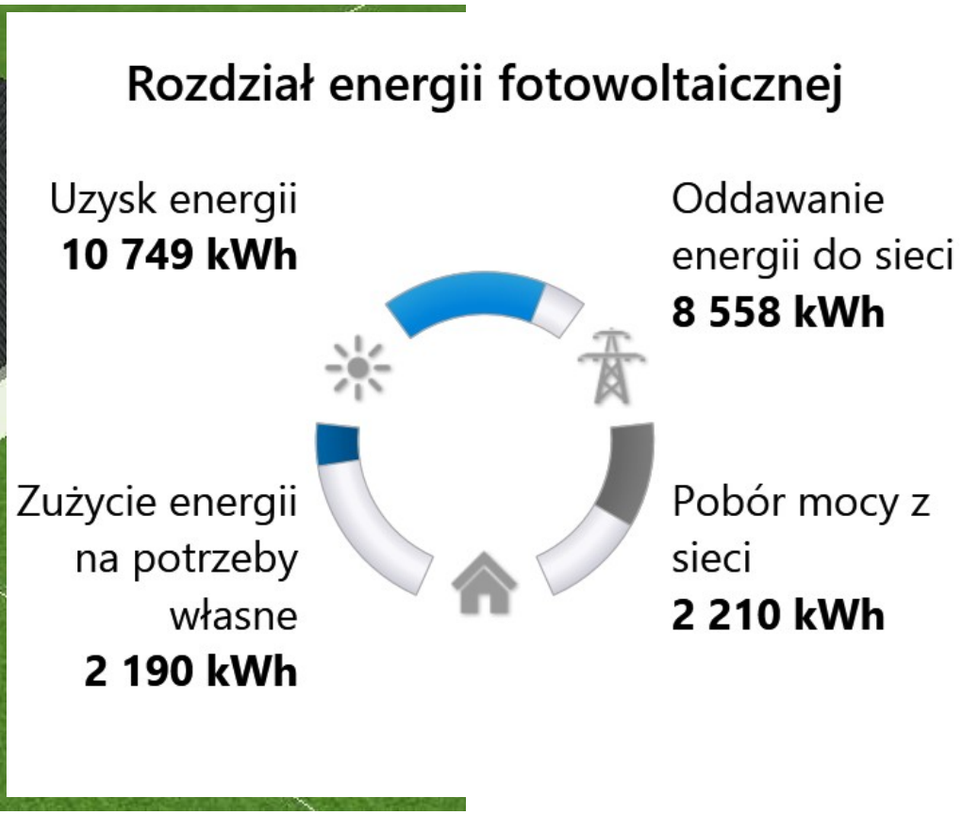
Czy projekt jest wymagany?

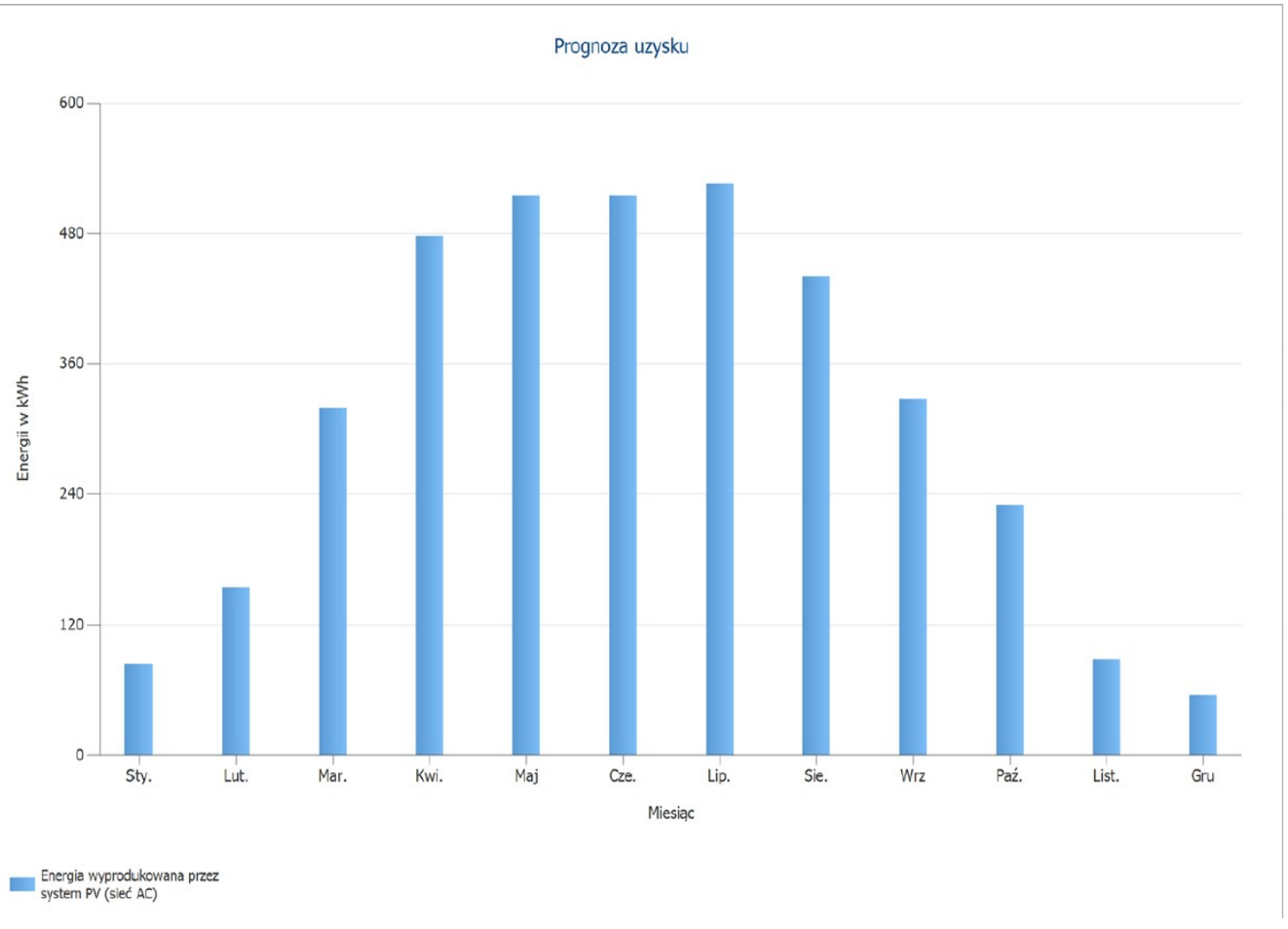




Co powinien zawierać projekt?

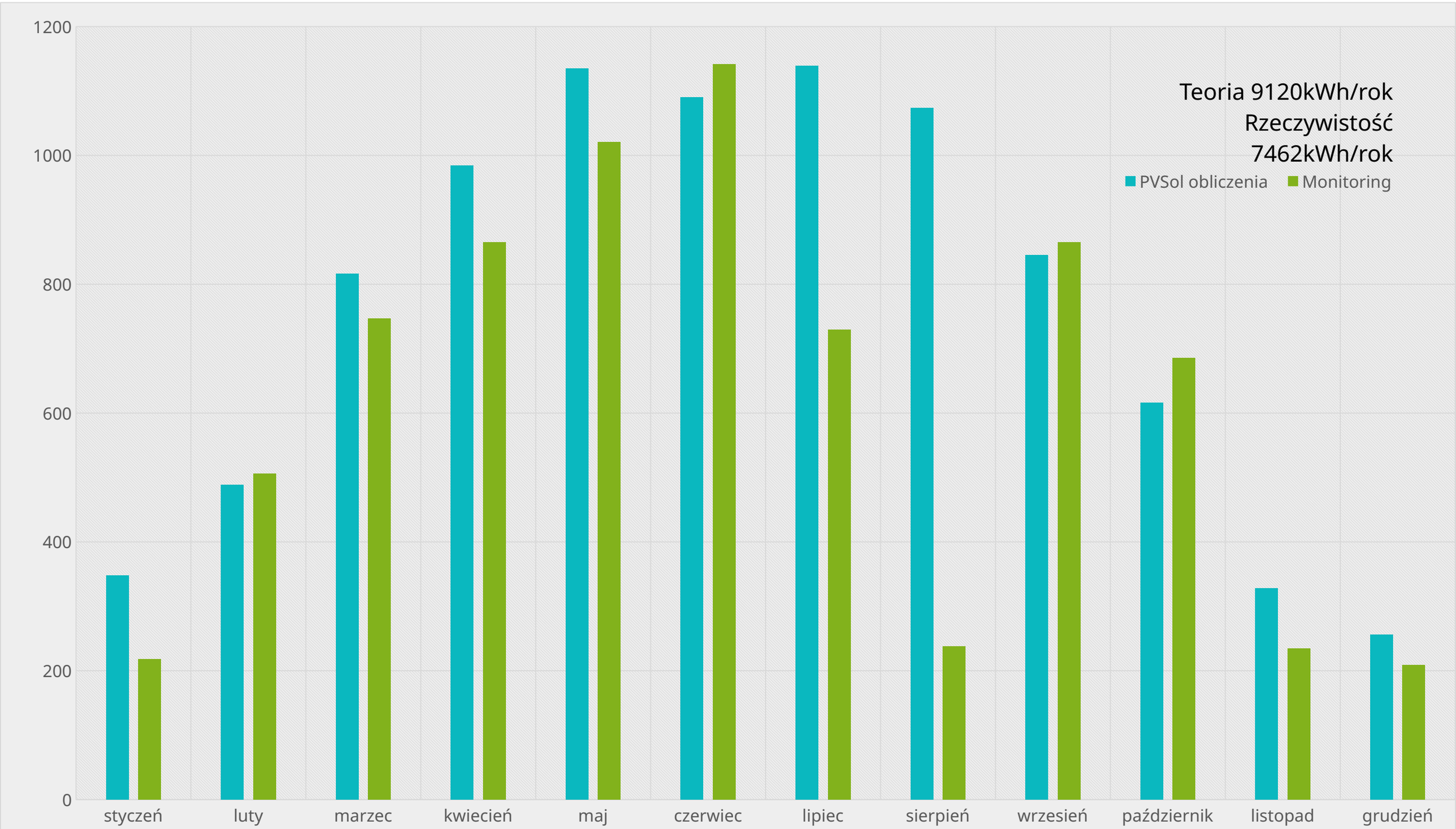








Teoria kontra rzeczywistość



ZAGROŻNENIA POŻAREM

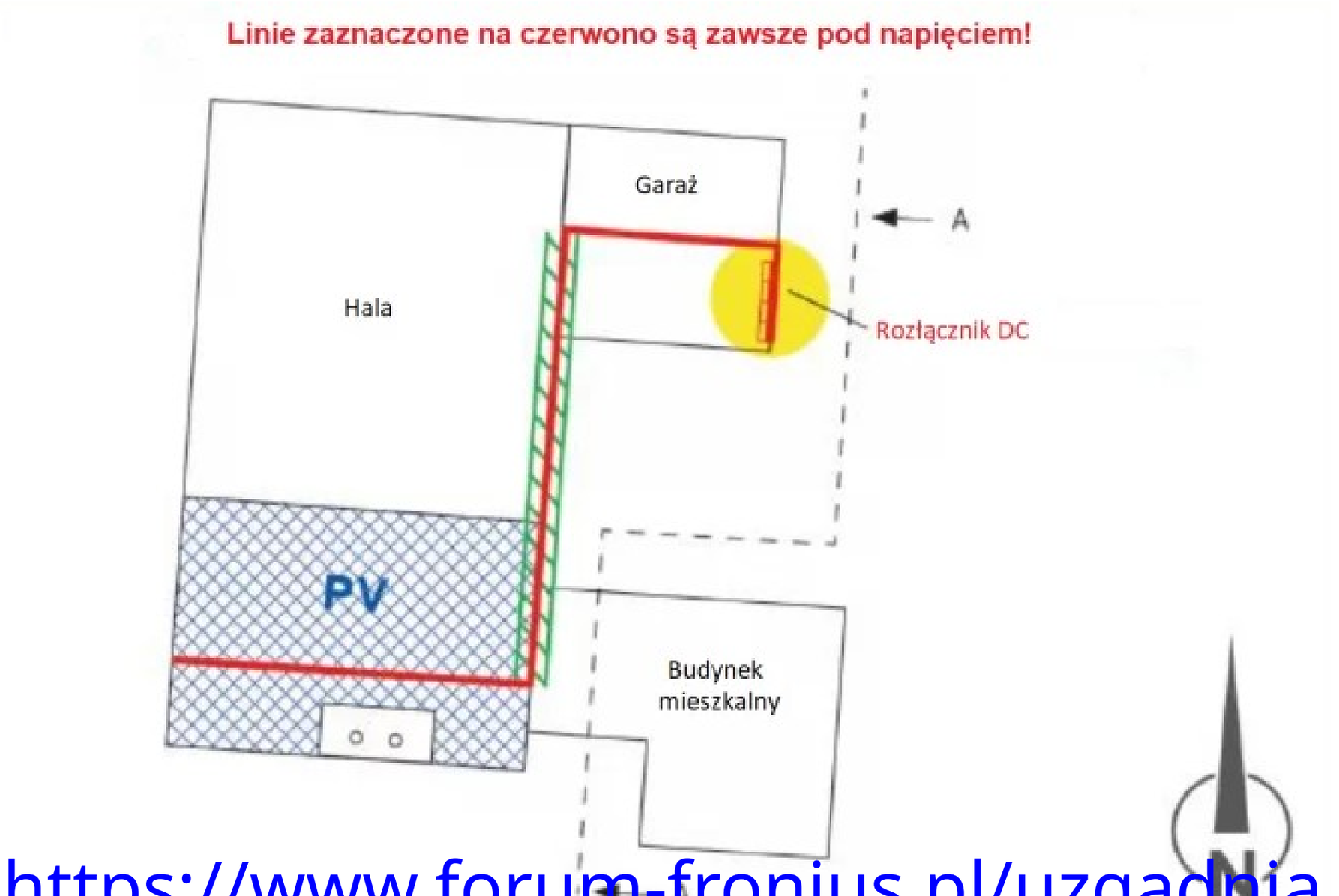


15:45 (08.09.2019) Pożar budynku gospodarczego w miejscowości Wiślina, Gmina Pruszcz Gdański. Na miejscu działały zastępy z JRG Pruszcz Gdański oraz OSP Wiślina, OSP Łegowo i OSP Cedry Wielkie. Miejsce zdarzenia zabezpieczał patrol policji z Pruszcza Gdańskiego.
Zdj. Chosse Fotografia/ A. Kuźmiński

Instalacja wykonana zgodnie
z normami i przepisami.
Na komponentach
i urządzeniach do tego
przeznaczonych!



19 września 2020 roku dokonano zmiany w prawie budowlanym:
Art. 29 ustawy. Do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a”.



https://www.forum-fronius.pl/uzgadnia

- **Od 7 stycznia 2026 r. obowiązują znowelizowane przepisy Prawa Budowlanego w zakresie magazynów energii elektrycznej** Art. 3. - 27, Art. 29 3c, Prawo energetyczne (Dz. U. z 2024 r. poz. 266, 834, 859, 1847 i 1881 oraz z 2025 r. poz. 303)

- **UWAGA Przepisy mówią o pojemności, a nie mocy!**

- **- Do 30 kWh („przydomowe”):** Brak formalności – nie jest wymagane pozwolenie ani zgłoszenie (dotyczy magazynów w budynku i poza nim).
  - **30–300 kWh (średnie):** dokumentacja techniczna oraz uzgodnienia z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych (projekt techniczny z podpisem projektanta budowlanego w zakresie elektrycznym - w budynku).
  - **Powyżej 300 kWh (duże – w budynku), powyżej 2000kWh (poza budynkiem) :** Wymagane pozwolenie na budowę.

- Należy pamiętać, że niezależnie od wymogów budowlanych, każdy magazyn energii elektrycznej podlega zgłoszeniu do Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD)

https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20250000418/U/D20250418Lj.pdf

Nowelizacja uzgodnień ppoż. po 2026 roku

Art. 29: w ust. 4: w pkt 3: lit. c:

„…urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 150 kW, magazynów energii elektrycznej
o pojemności nominalnej nie większej niż 30 kWh, z zastrzeżeniem, że do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu instalowania tych urządzeń i rozpoczęciu ich użytkowania, **wraz**
z zawiadomieniem przekazuje się tym organom plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych.”

Fotowoltaika i magazyny – bilansowanie

gramwzielone.pl

Ustawa OZE - podpisana 15.10.2026r.
Wchodzi w życie 1.12.2026

Większe magazyny energii bez zwiększania mocy przyłączeniowej

Nowe zasady przyłączania mikroinstalacji z magazynem energii elektrycznej

Moc zainstalowanego magazynu energii nie będzie wliczana do mocy zainstalowanej mikroinstalacji,
jeśli zostaną spełnione łącznie dwa warunki:

1 **Moc magazynu nie może przekraczać 2,2-krotności mocy mikroinstalacji**



moc magazynu ≤ 2,2 × moc PV

2 **Moc oddawana do sieci musi być mniejsza niż moc mikroinstalacji**



moc oddawana do sieci < moc PV

Przykład: instalacja fotowoltaiczna 10 kW i magazyn energii 12 kW

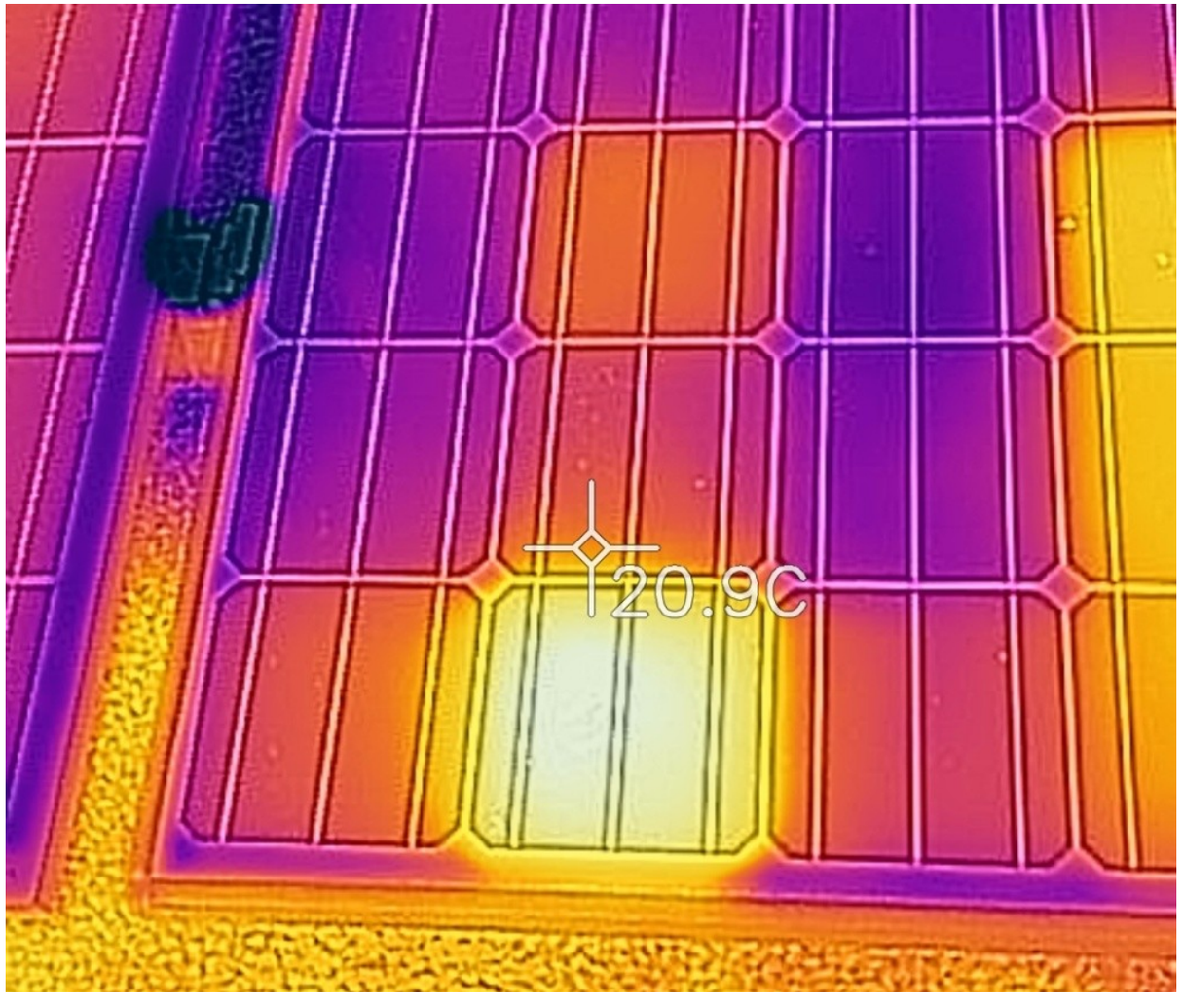
Dotychczas	Po zmianie
Moc magazynu (12 kW) większa niż moc PV (10 kW) → moce się sumują: 10 kW + 12 kW = 22 kW. Jeśli 22 kW przekracza moc przyłączeniową domu, potrzebny jest wniosek o warunki przyłączenia.	Magazyn 12 kW mieści się w limicie 2,2 × 10 kW = 22 kW → jego moc nie jest doliczana do mocy mikroinstalacji. Do sieci można oddawać mniej niż 10 kW. Liczy się tylko moc PV: 10 kW.
wniosek o warunki przyłączenia	**wystarczy zgłoszenie mikroinstalacji**

Zgłoszenie wystarczy, jeśli moc mikroinstalacji nie przekracza mocy przyłączeniowej obiektu. Źródło: nowelizacja ustawy o OZE; opracowanie: gramwzielone.pl

Bilansowanie mocy z 1:1 do 2,2:1
Ograniczenie maksymalnej mocy oddawanej do sieci przez cały zestaw

Pomiary instalacji – czy są konieczne?

Jakie pomiary i o czym nam mówią?





POMIARY INSTALACJI PV

8. Oświadczenie instalatora mikroinstalacji

Imię i nazwisko

Telefon kontaktowy

Ulica

Nr domu

/

Nr lokalu

Kod pocztowy

Gmina

Miejscowość

Oświadczam, że mikroinstalacja w obiekcie została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami, w szczególności z: IRiESD, wymaganiami technicznymi określonymi w dokumencie „Kryteria przyłączania oraz wymagania techniczne dla mikroinstalacji i małych instalacji przyłączanych do sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia TAURON Dystrybucja S.A.", opublikowanymi na stronie internetowej TAURON Dystrybucja S.A. i zasadami wiedzy technicznej i znajduje się w stanie umożliwiającym załączenie jej pod napięcie oraz zapewnia wymagania techniczne i eksploatacyjne określone w art.7a ustawy Prawo energetyczne, za co przyjmuję odpowiedzialność.

Informuję że, posiadam uprawnienia do wykonywania mikroinstalacji:

- ☐ ważny certyfikat potwierdzający kwalifikacje do instalowania odnawialnych źródeł energii (art. 136 i art. 145 ustawy o odnawialnych źródłach energii) nr _____ dla następujących odnawialnych źródeł energii:
  - ☐ kotły i piece na biomasę
  - ☐ systemy fotowoltaiczne
  - ☐ słoneczne systemy grzewcze
  - ☐ pompy ciepła
  - ☐ płytkie systemy geotermalne
- ☐ ważne świadectwo kwalifikacyjne uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci nr _____
- ☐ uprawnienia budowlane w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr _____

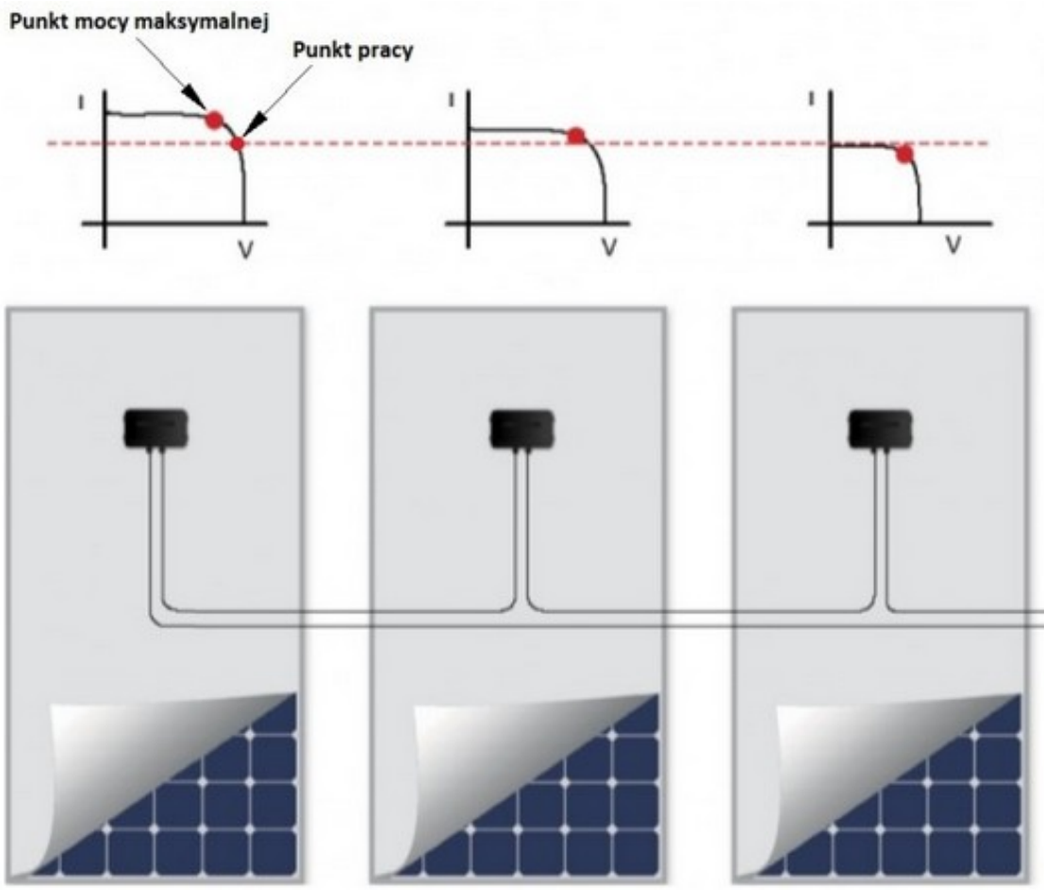
1. Oględziny/inspekcja zgodnie z normą PN-HD 60364-6

2. Pomiary podstawowe kategorii „I”
(kontrola bezpieczeństwa zgodnie z normą PN-EN 62446-1)
- ciągłość połączeń uziemiających/wyrównawczych
- rezystancja izolacji przewodów
- kontrola polaryzacji
- napięcie i natężenie prądu
- sprawdzenie funkcjonalne

3. Pomiary rozszerzone kategorii „II”
(kontrola prawidłowej pracy instalacji
zgodnie z normą PN-EN 62446-1)
- charakterystyka prądowo-napięciowa
- pomiary środowiskowe
- badania kamerą termowizyjną

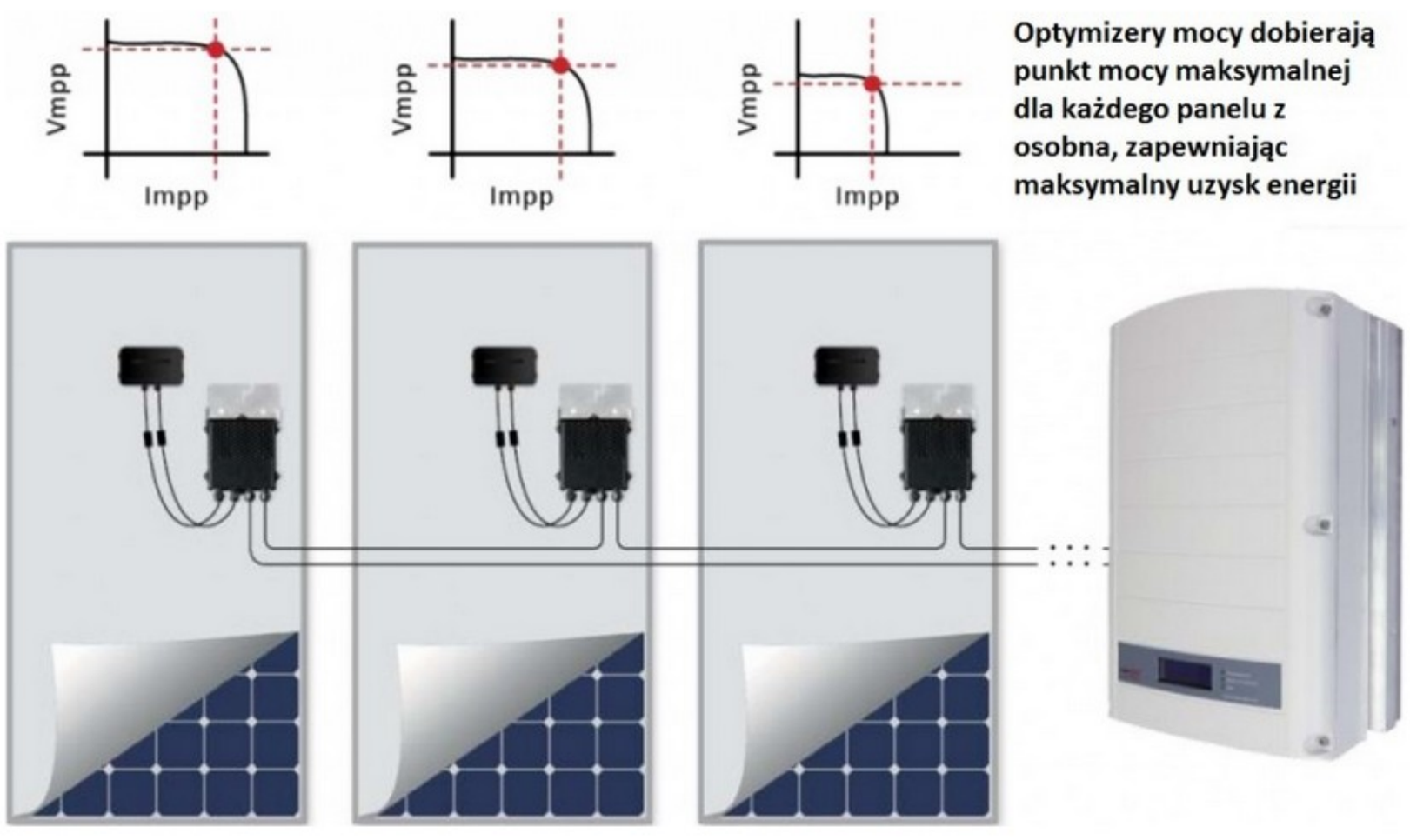
PODSUMOWANIE - Dokumentacja

1. Umowa wraz z wymienionymi komponentami,
2. Załącznik do umowy z wizualizacją, szacowaną produkcją, ceną i przewidywanym czasem zwrotu.
3. Protokół pomiarowy (+ ksero wzorcowania miernika i uprawnień elektryka).
4. Uzgodnienie z Rzeczoznawcą ppoż. (>6,5kW).
5. Zawiadomienie do Państwowej Straży Pożarnej (>6,5kW).
6. Potwierdzenie złożenia ZM.



Dwa moduły (lewy i środkowy) pracują na zbyt wysokim napięciu, natomiast moduł po prawej na zbyt niskim. Skutkuje to niewykorzystaniem potencjalnej mocy wszystkich paneli.

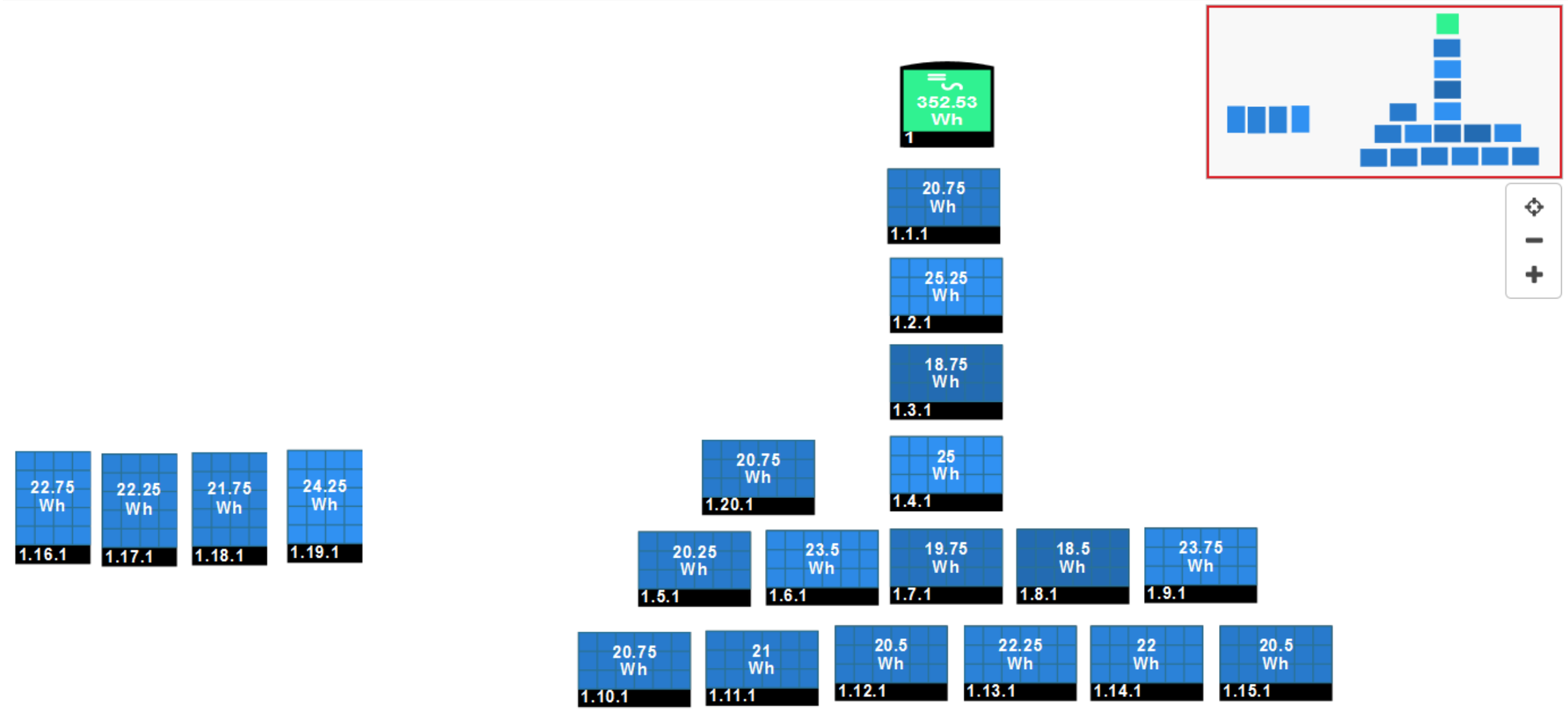
Układ „klasyczny”



Optymizery mocy dobierają punkt mocy maksymalnej dla każdego panelu z osobna, zapewniając maksymalny uzysk energii

Układ z pełną optymalizacją

SolarEdge



https://monitoringpublic.solaredge.com/solaredge-web/p/site/public?name=Burdze#/layout

Eksploatacja i konserwacja systemów fotowoltaicznych

SERWIS SYSTEMÓW PV

Przeglądy okresowe

Tabela 1. Zalecane czasookresy kontroli instalacji fotowoltaicznych

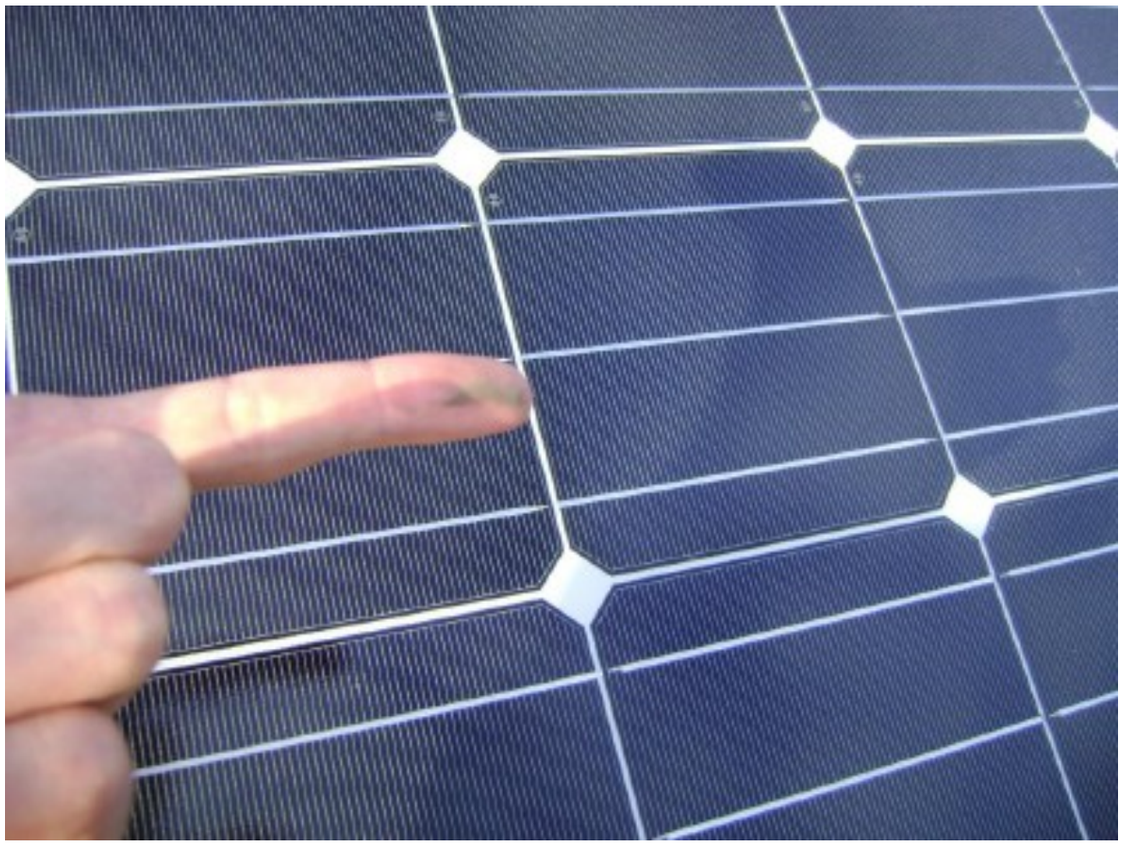
Czynność	Częstotliwość	Kto wykonuje?
Kontrola wzrokowa konstrukcji wsporczej, modułów fotowoltaicznych i falowników	Raz w roku	Serwis/inwestor
Szczegółowa diagnostyka falownika	Co 5 lat	Serwis
Czyszczenie radiatorów falownika	Raz w roku	Serwis
Sprawdzenie połączeń wtykowych i śrubowych DC/AC	W 1. roku, później co 5 lat	Serwis
Sprawdzenie urządzeń zabezpieczających	W 1. roku, później co 5 lat	Serwis
Sprawdzenie konstrukcji wsporczej, zacisków modułów fotowoltaicznych	Raz w roku	Serwis / wizualnie inwestor
Sprawdzenie stopnia zabrudzenia modułów PV (w razie potrzeby wykonać czyszczenie)	Co kwartał	Serwis/inwestor
Pomiary kontrolne (w tym minimum: rezystancja izolacji, ochrona przeciwporażeniowa)	Co 5 lat	Serwis
Sprawdzenie monitoringu pracy instalacji	Co kwartał	Serwis/inwestor

Mycie instalacji fotowoltaicznej

Mycie zaleca się wykonać wiosną.

W czasie mycia należy przestrzegać zasad BHP, zdając sobie sprawę z tego, że instalacja fotowoltaiczna jest pod napięciem.

Mycie należy wykonać wtedy, gdy temperatura fotoogniw jest zbliżona do temperatury otoczenia.

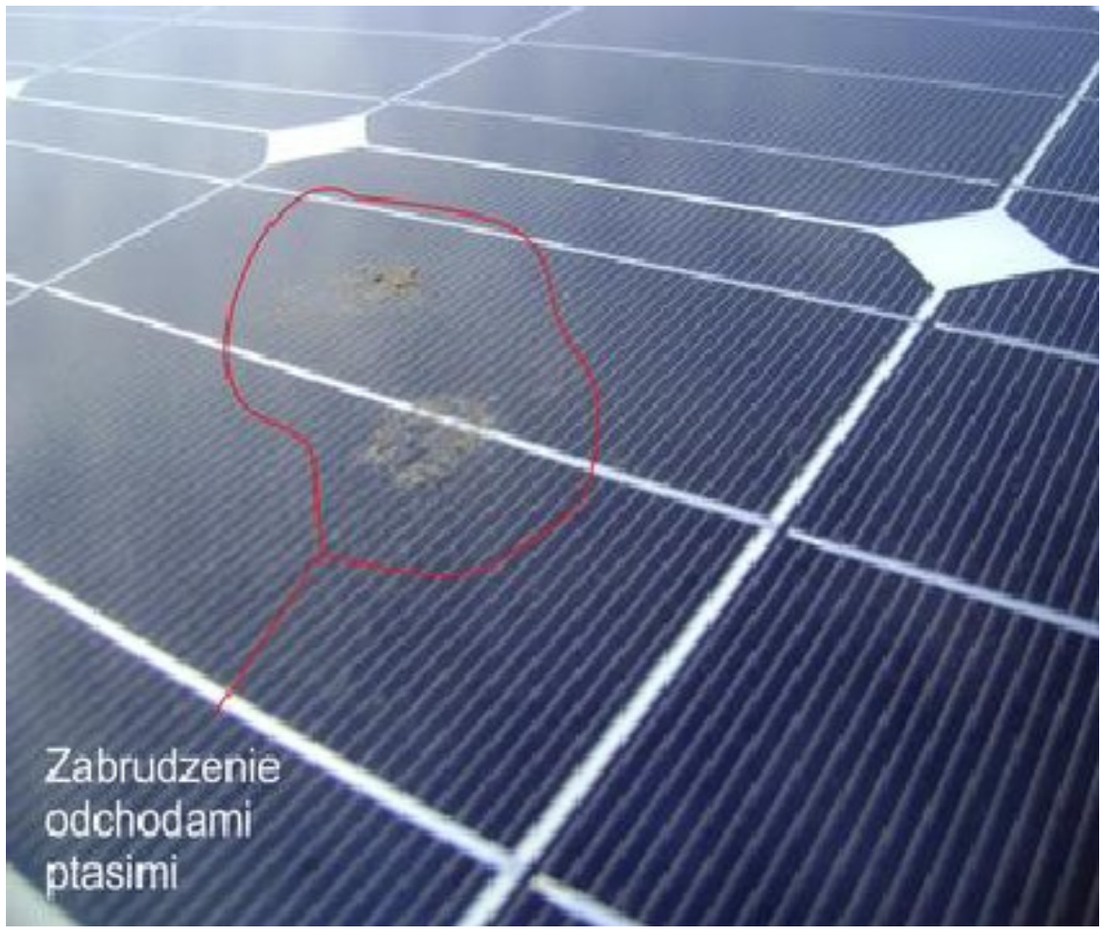


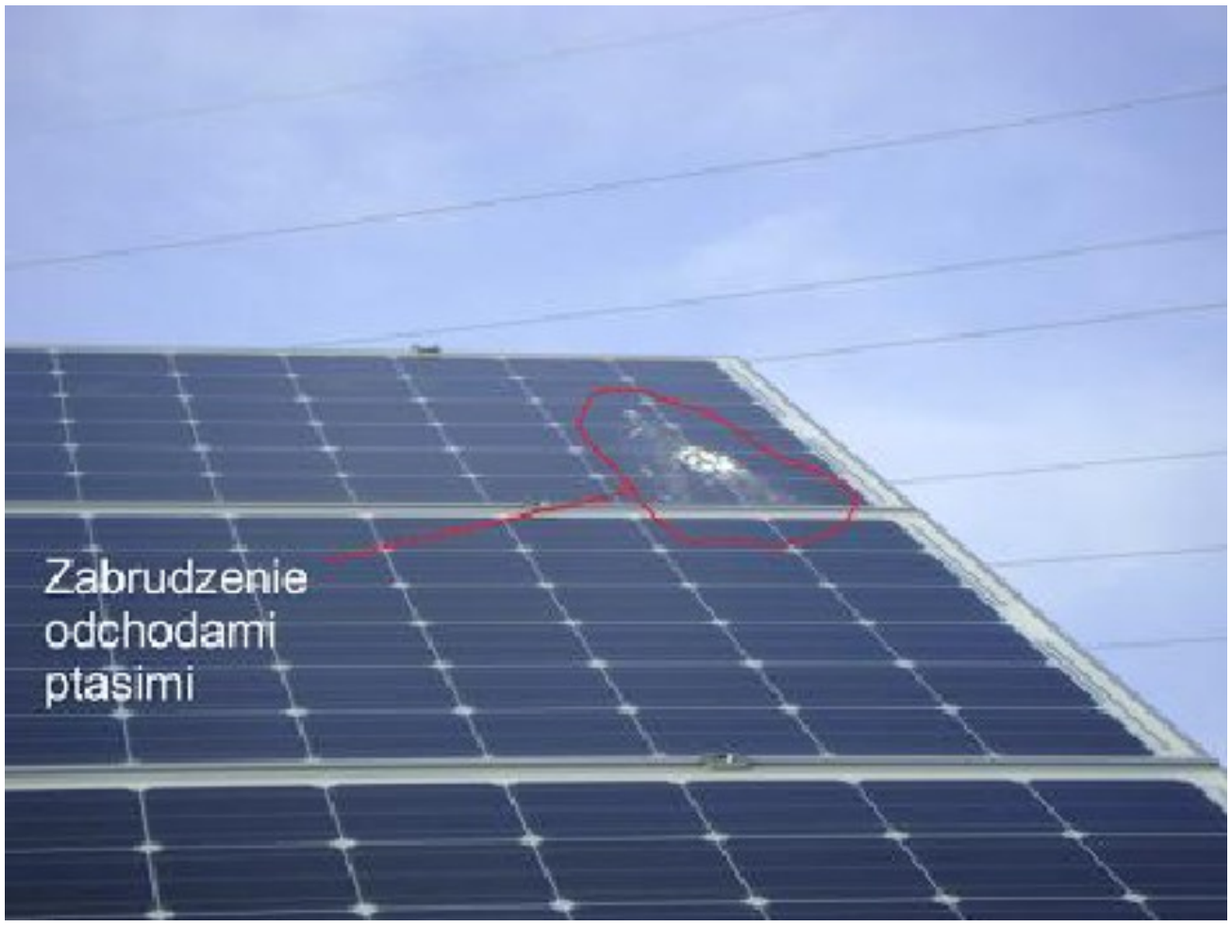
Zabronione jest mycie paneli urządzeniami wysokociśnieniowymi.

Nie wolno również chodzić po panelach.

Mycie instalacji fotowoltaicznej

Brak cyklicznego, minimum 1-2 razy w roku, czyszczenia całej instalacji może mieć istotny wpływ na zmniejszenie się produkcji energii.





Mycie instalacji fotowoltaicznej





319,00 zł

TENZI Solar Panels środek do mycia i zabezpieczania paneli słonecznych, fotowoltaicznych

Lekko kwaśny produkt w koncentracie do mycia paneli solarnych wraz z ich zabezpieczeniem przed ponownym osadzaniem się pyłów. Usuwa brud eksploatacyjny (sadza, kurz, pył) oraz mineralny (nacieki i osady wodne, atmosferyczne). Tworzy zabezpieczającą **hydrofobową powłokę** ochronną spowalniając tym samym proces ponownego brudzenia. Biodegradowalny. Przepuszczalność promieni słonecznych 100%.

ZASTOSOWANIE

- kolektory słoneczne
- panele fotowoltaiczne

SPOSÓB UŻYCIA

Doczyszczanie: roztwór 1% (100 ml/ 10 l wody).
Bieżąca pielęgnacja: 0,5% (50 ml/10 l wody).
Za pomocą opryskiwacza ogrodowego nanieść roztwór roboczy na panel solarny. Odczekać 1-2 min. Spłukać myjką wysokociśnieniową.
Uwagi: Do mycia używać zimnej lub letniej wody. Użycie wody zdemineralizowanej eliminuje powstawanie nacieków wodnych. Pracę wykonywać w dni pochmurne, wczesnym rankiem, późnym popołudniem – nie w pełnym nasłonecznieniu.
Pojemność: 5**L**

Mycie instalacji fotowoltaicznej







https://instalreporter.pl/ogolna/eksploatacja-i-konserwacja-systemow-fotowoltaicznych-marcin-michalski/

Usuwanie śniegu

2-centymetrowa warstwa śniegu ogranicza natężenie promieniowania do około 20%, podczas gdy przez warstwę 10-centymetrową przechodzi już jedynie 3-4% fotonów.



Usuwanie śniegu z powierzchni modułów PV (photo: www.tec-institut.de)

Utylizacja paneli fotowoltaicznych

Zużyte panele fotowoltaiczne, jeśli nie są odpowiednio zagospodarowane, mogą powodować zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi, jak kadm czy ołów.

Żywotność paneli fotowoltaicznych to, w zależności od producenta, okres około 25 lat, choć według niektórych zapowiedzi może być on wydłużony do 40 lat.



Teoretycznie, wszyscy producenci urządzeń fotowoltaicznych są zobowiązani do ich odbioru po okresie pracy.

Utylizacja paneli fotowoltaicznych





Błędy w instalacjach



Błędy w instalacjach



Błędy w instalacjach



Błędy w instalacjach



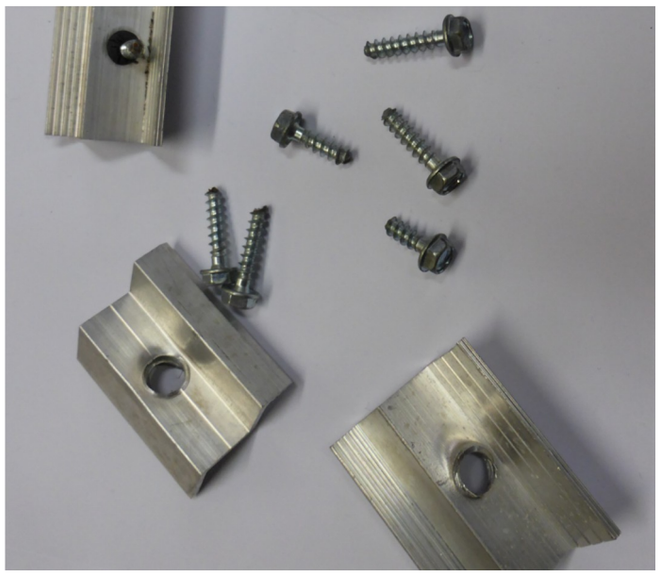
Błędy w instalacjach



Ambicje ponad połać dachu!









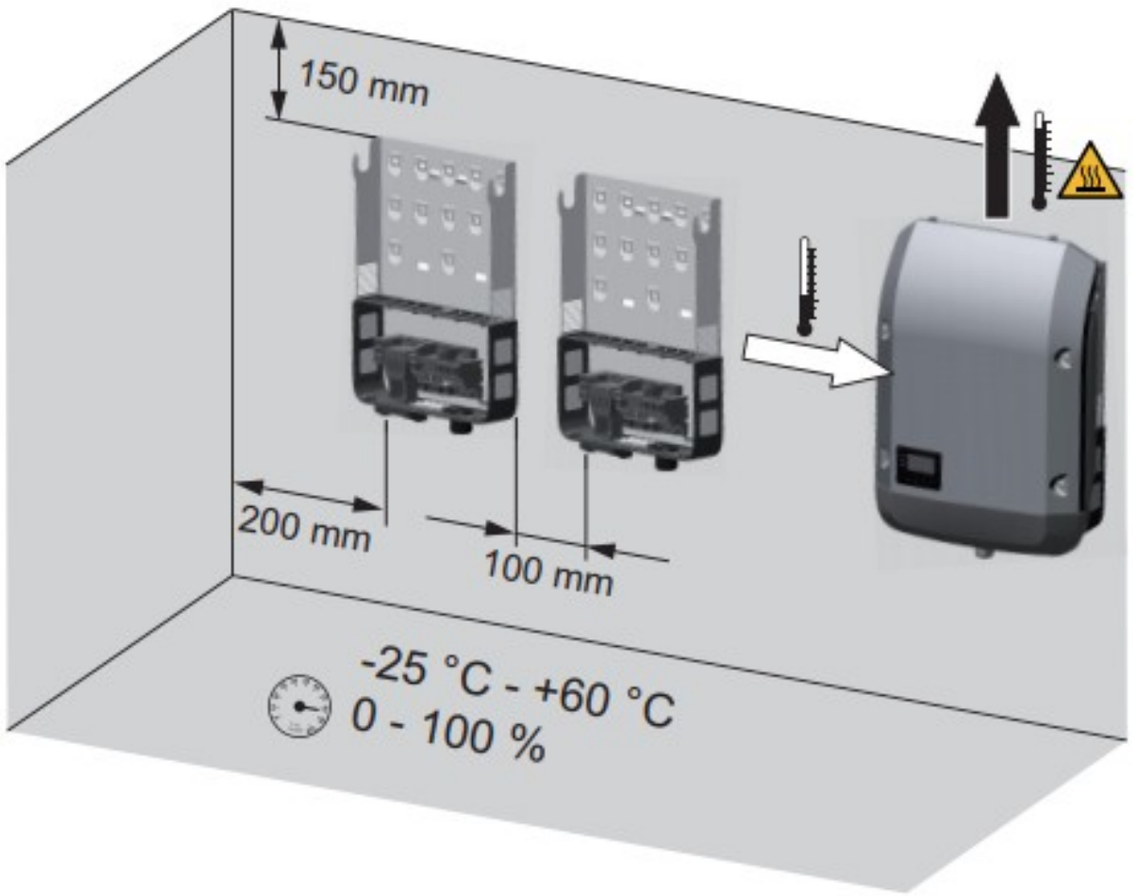
Błędy w instalacjach





FALOWNIK

Instalacja wyłącznie na stałym podłożu.



Maks. temperatury otoczenia:
-25°C / +60°C

Wilgotność względna powietrza:
0–100%

Powietrze chłodzące falownik przepływa od lewej strony do góry (dopływ chłodnego powietrza z lewej strony, odprowadzanie ciepłego powietrza do góry).
Powietrze odlotowe może osiągać temperaturę 70°C.

W przypadku montażu falownika w szafie sterowniczej lub podobnych przestrzeniach zamkniętych, należy zadbać o odpowiednie odprowadzanie ciepła przez wentylację wymuszoną.

Jeżeli falownik ma być zamontowany na ścianie zewnętrznej obory, należy zachować odstęp między falownikiem a otworami wentylacyjnymi i konstrukcyjnymi budynku, wynoszący co najmniej 2 m we wszystkich kierunkach.
W miejscu montażu nie mogą występować dodatkowe obciążenia wywołane przez amoniak, żrące pary, sole lub kwasy.



1. Należy ustalić lokalizację montażu falownika – na ścianie na ramie lub na maszcie. Aby zapewnić odpowiednie rozpraszanie ciepła, należy zachować następujące minimalne odległości pomiędzy falownikiem oraz innymi obiektami:

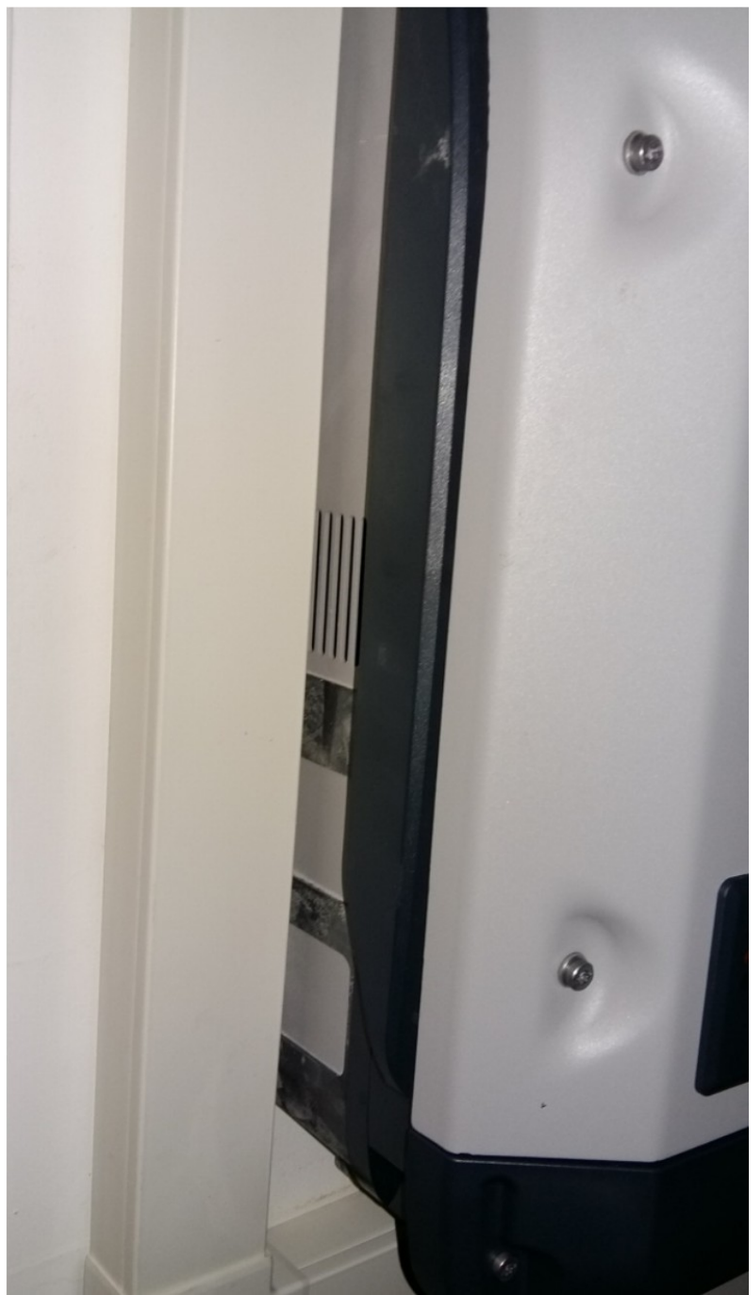
- W przypadku montażu jednego falownika:
  - Przynajmniej 20 cm od górnej i dolnej krawędzi falownika, w przypadku instalowania falownika z modułem zabezpieczającym DC. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń do doprowadzenia przewodów.
  - 10 cm z prawej i lewej strony falownika. W celu zapewnienia łatwego dostępu do wentylatorów (falowniki trójfazowe) zalecane jest pozostawienie większej przestrzeni.
- W przypadku instalacji kilku falowników:
  - W przypadku montażu falowników jeden na drugim należy pozostawić przynajmniej 40 cm pomiędzy falownikami. W przypadku montażu falownika z modułem zabezpieczającym DC należy pozostawić 20 cm pomiędzy górną krawędzią falownika oraz dolną krawędzią modułu


Fronius
FRONIUS SOLAR.WEB
GET YOUR FREE MONITORING
REGISTER YOUR WARRANTY
FIND YOUR USER MANUAL
WWW.SOLARWEB.COM
Ser. No. 29999975
FRONIUS SYMO


Fronius
FRONIUS SOLAR.WEB
FRONIUS SYMO
29375753
NOARK


Fronius
FRONIUS SYMO



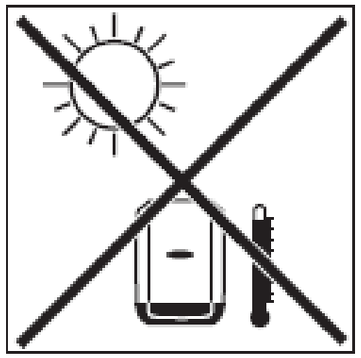


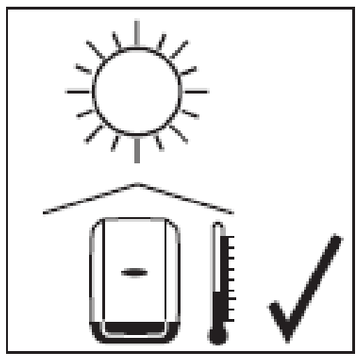

FRONIUS SYMO
fronius




www.solaredge.com
solaredge
Power production
Module communication
Fault


Fronius
FRONIUS SYMO



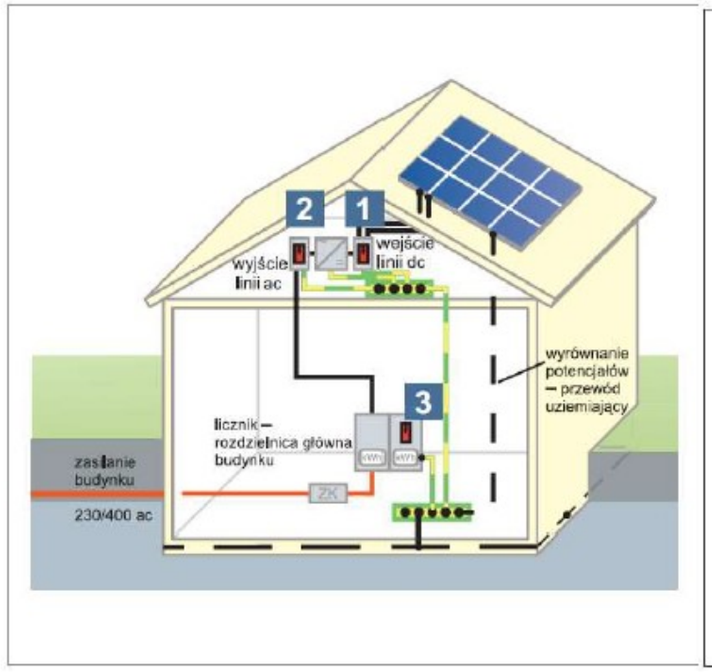


Aby utrzymać temperaturę falownika na możliwie najniższym poziomie, falownik nie może być wystawiony na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego. Falownik najlepiej zamontować w osłoniętym miejscu, np. w okolicach modułów solarnych lub pod okapem dachu.

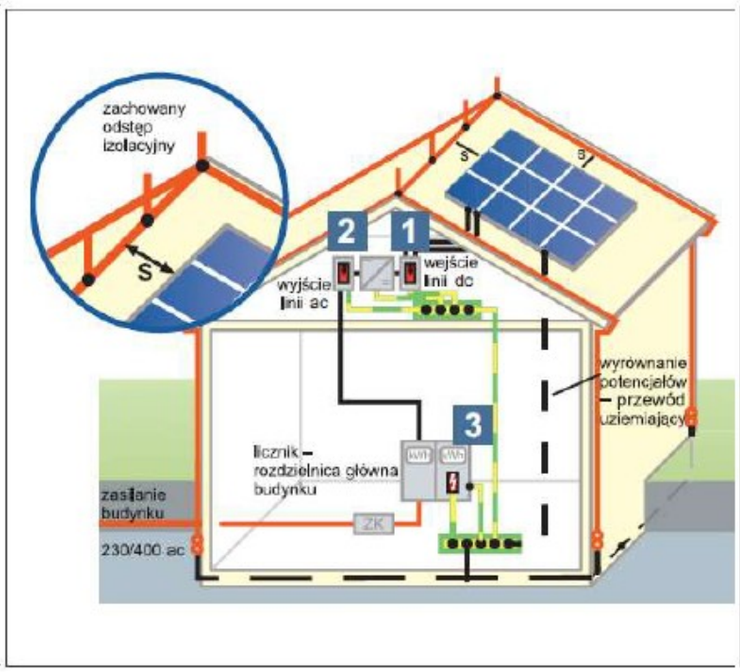


UZIENIENIE I INSTALACJA ODGRONOWA

Trzy podstawowe przypadki związane z doborem SPD dla Instalacji PV w obiektach budowlanych

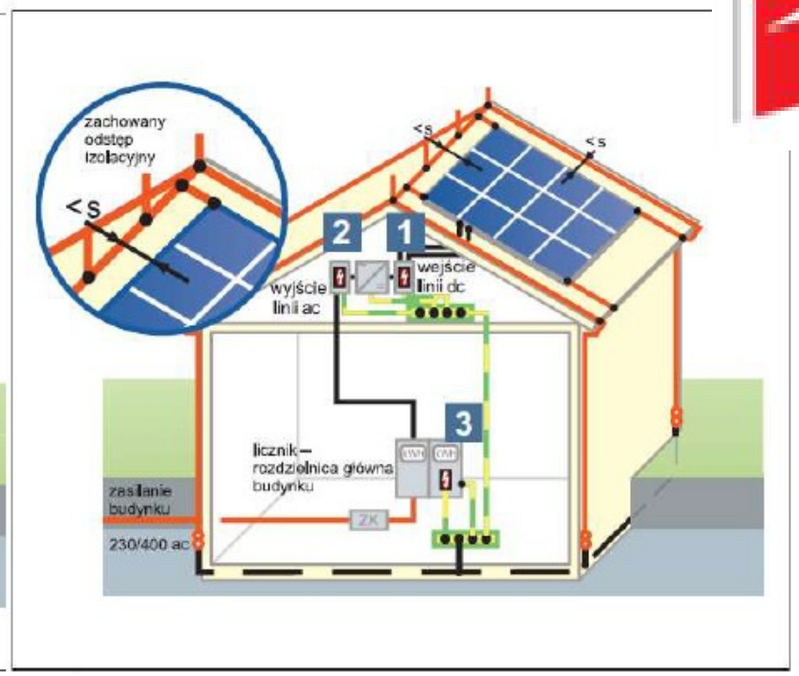


Obiekt bez LPS



Obiekt z LPS

Odstęp s - zachowany



Obiekt z LPS

Odstęp s – nie zachowany

	Opis miejsca montażu SPD	wyrówn. potencjał.	SPD
A	Montaż SPD w obiekcie bez zewnętrznego urządzenia piorunochronnego (LPS)	6 mm² *	SPD -Typ 2 wg EN 61643-11 *
B	Montaż SPD w obiekcie z zewnętrznym (LPS), odstęp izolacyjny s jest zachowany	6 mm²	SPD -Typ 2 wg EN 61643-11 *
C	Montaż SPD w obiekcie z zewnętrznym (LPS), odstęp izolacyjny s jest **nie zachowany**	16 mm²	SPD Typ 1 wg EN 61643-11

Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznych – bezpieczny odstęp

$$S \geq k_i \frac{k_c}{k_m} l$$

Gdzie:

S - wymagany odstęp izolacyjny,

k_i - współczynnik uzależniony od klasy ochrony,

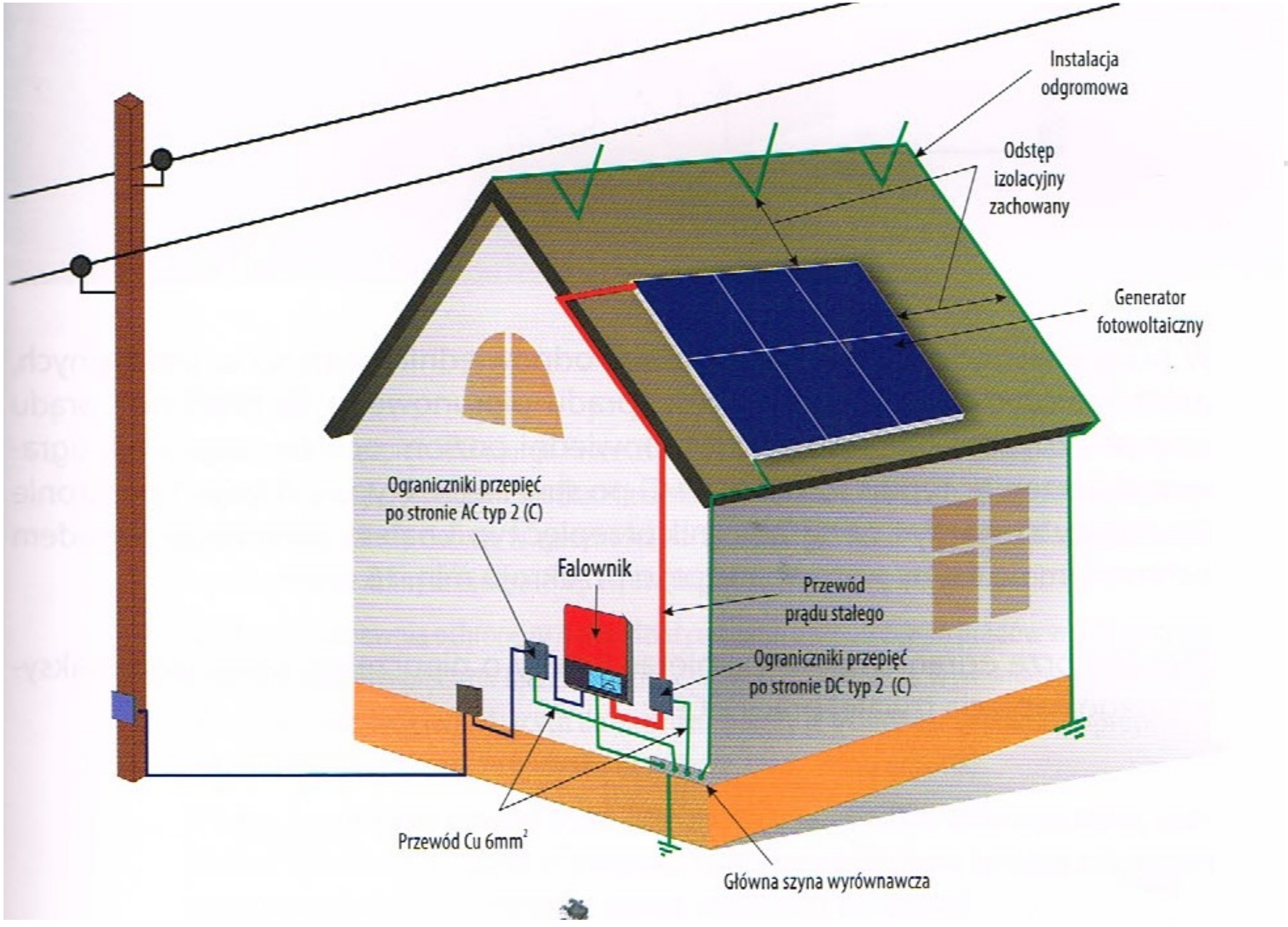
k_m - współczynnik uzależniony od materiału odstępu izolacyjnego,

k_c - współczynnik uzależniony od rozpływu prądu w przewodach,

l - odległość w metrach mierzoną wzdłuż zwodu lub przewodu odprowadzającego od punktu, w którym jest rozpatrywany odstęp izolacyjny, do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego.

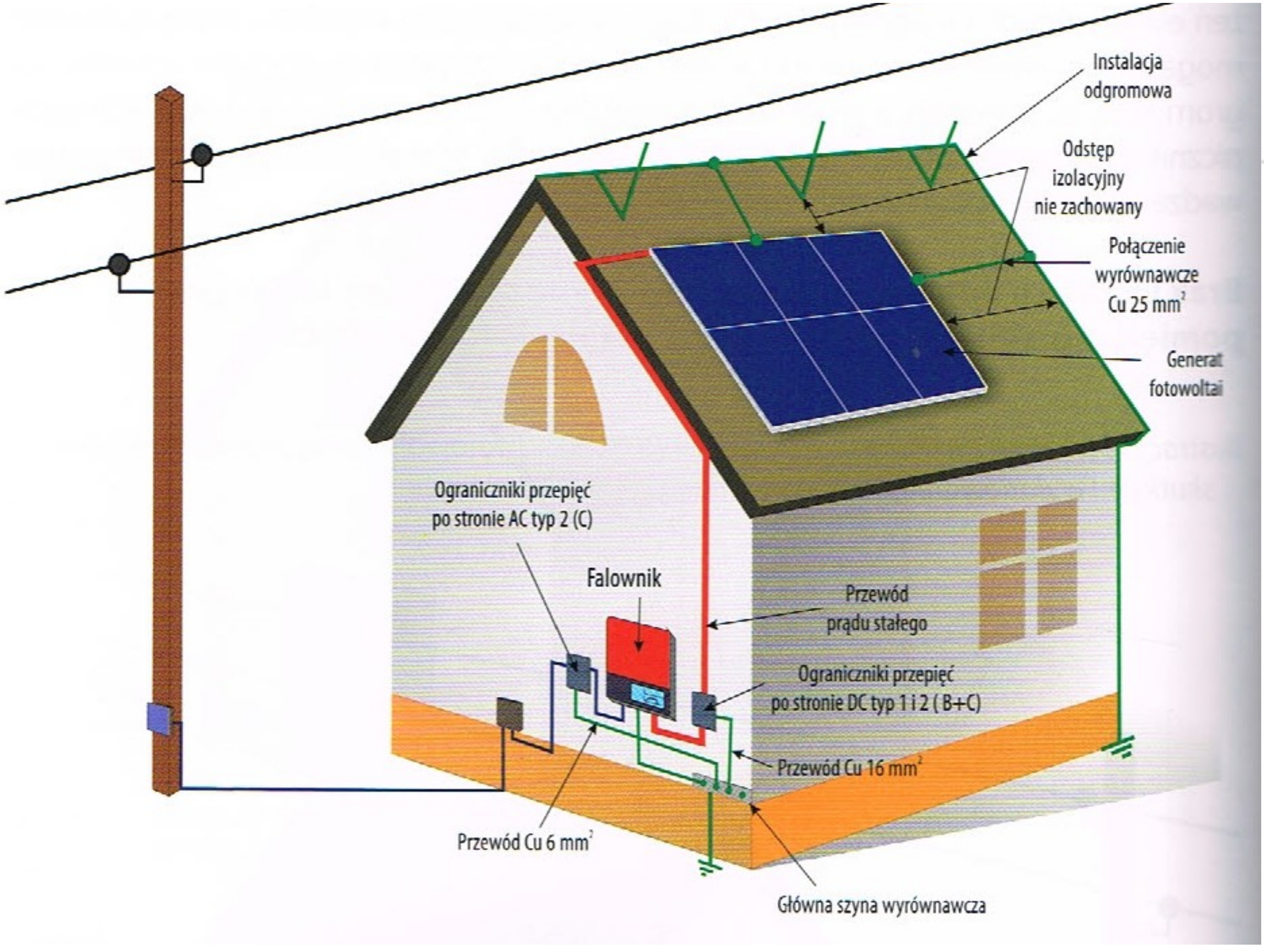
Współczynnik	Wartości
k_i	**0,08 dla I klasy LPS**
	0,06 dla II klasy LPS
	0,04 dla III lub IV klasy LPS
k_m	**1 dla powietrza**
	0,5 dla betonu, cegły
k_c	**1 dla jednego przewodu odprowadzającego**
	1÷0,5 – dla dwóch przewodów odprowadzających
	1÷1/4 dla czterech i więcej przewodów

Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznych



Zachowane odstępy między modułami, a instalacją odgromową

Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznych



Odstępy między modułami, a instalacją odgromową nie są zachowane





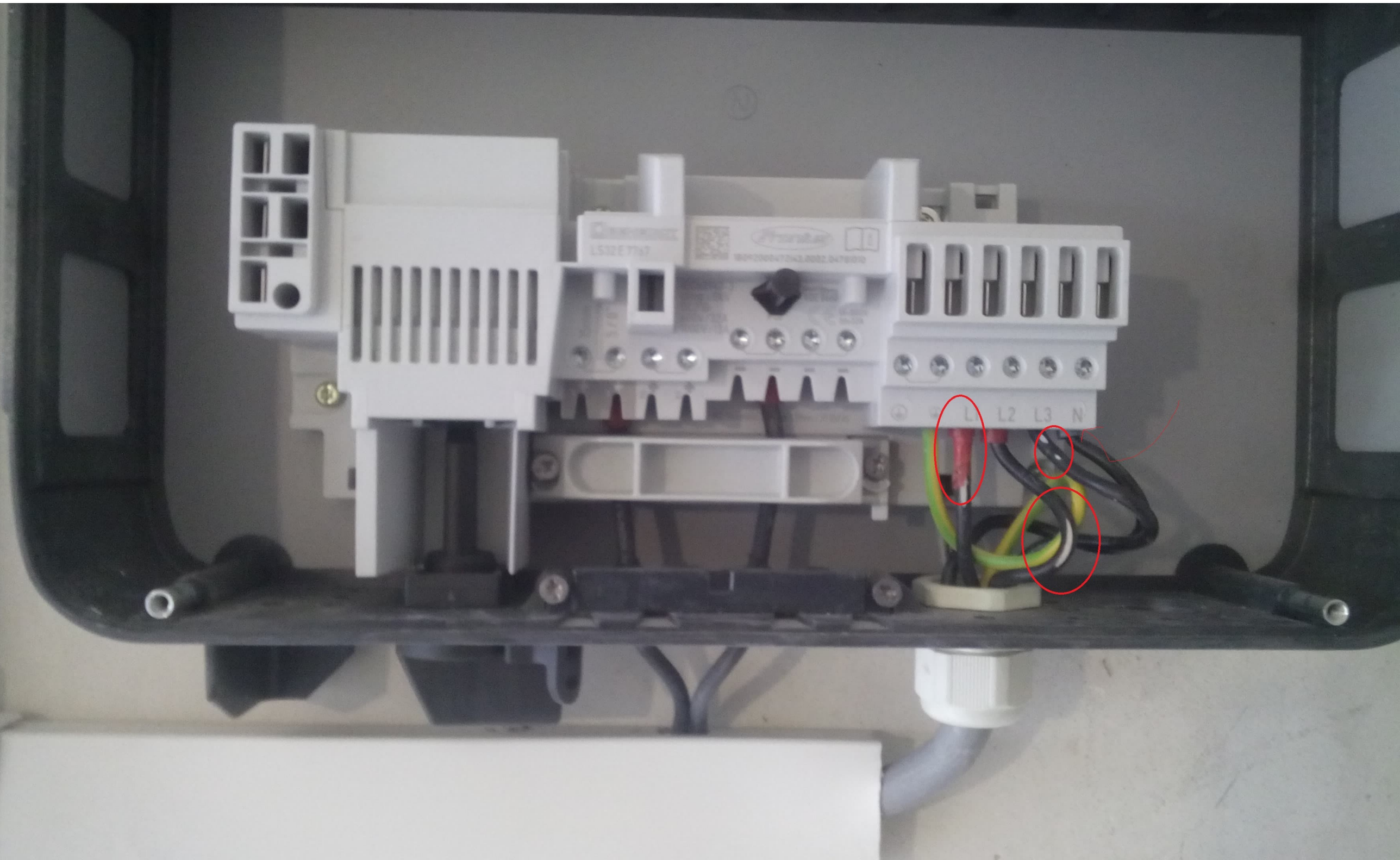


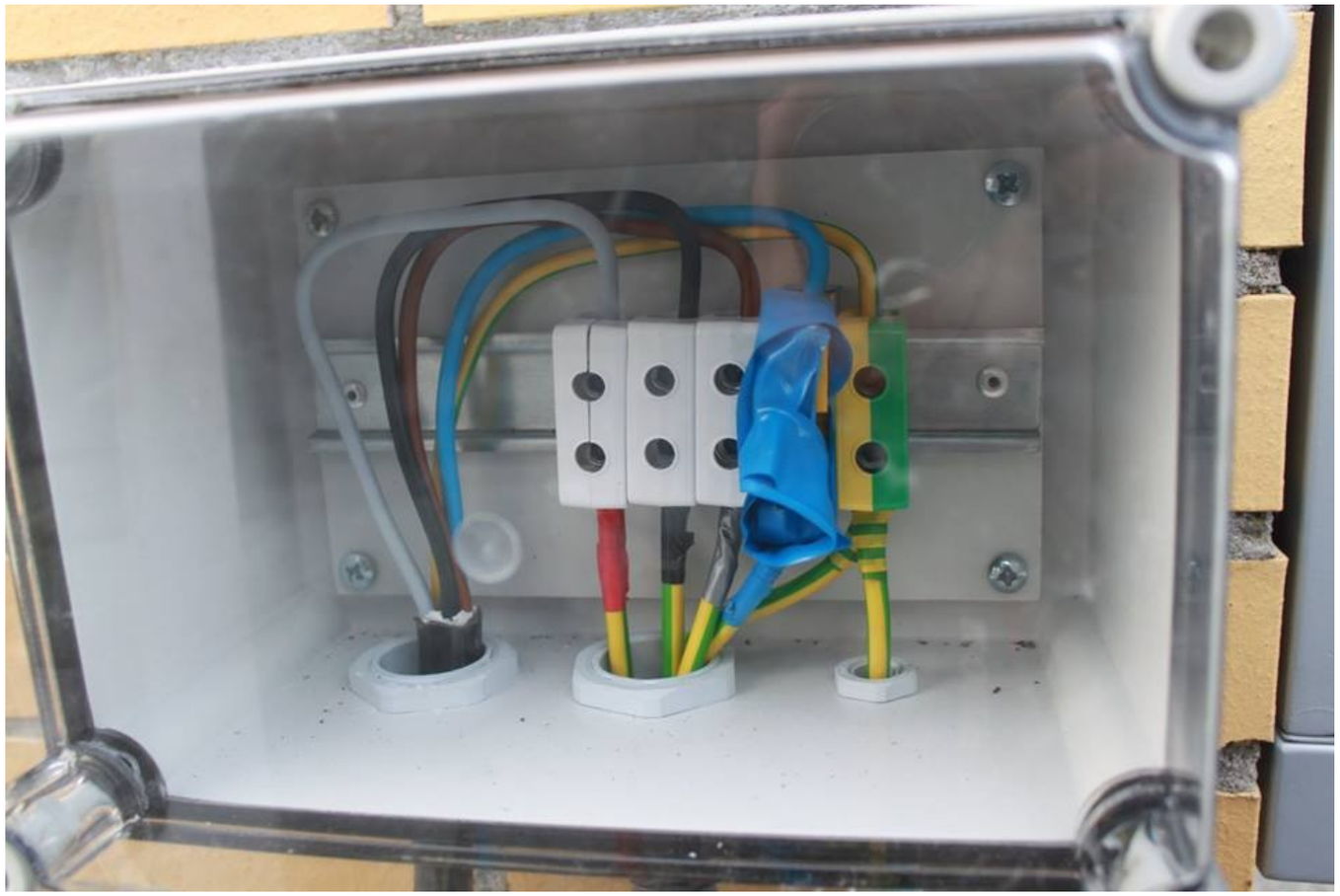
PROWADZENIE PRZEWODÓW I ICH ZABEZPIECZANIE



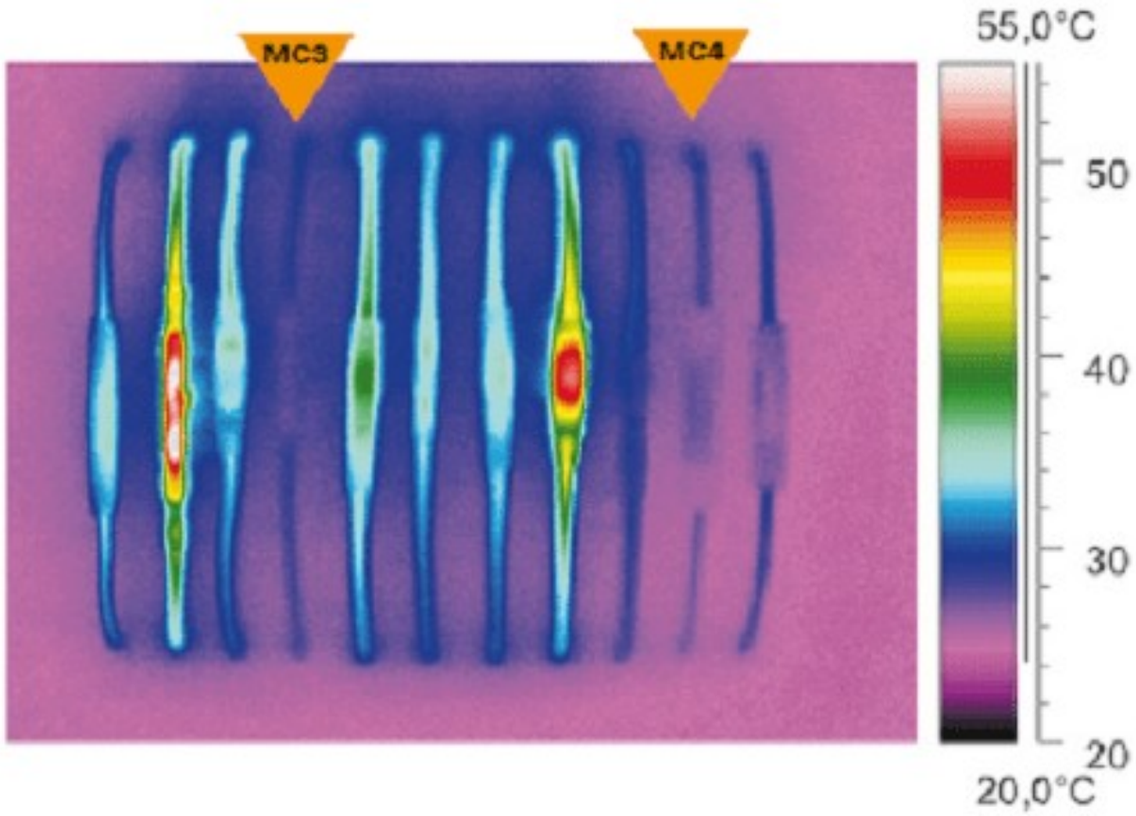





L1
L2
L3
N




SMA



Thermal characteristics of the connectors under load (Source: TÜV Rheinland, 12/2004)

https://instalreporter.pl/ogolna/czy-instalacja-fotowoltaiczna-moze-sie-zapalic/



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ