

Wykład:

Pomiary instalacji fotowoltaicznych

Prowadzący:
dr inż. Marcin Michalski

https://www.linkedin.com/in/energetykamichalski

27.10.2026

Normy

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 ochronnych/wyrównawczych
- Pomiar uziemienia
- 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

Normy

PN-EN IEC 61557-1:2022-06
Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach przemiennych do 1000 V i stałych do 1500 V - Urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych

PN-HD 60364-6:2016-07
Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Sprawdzanie - Sprawdzanie odbiorcze

PN-EN 62446-1:2016-08
Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej - Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne

Zakres wymaganych informacji oraz dokumentacji, która powinna być udostępniona klientowi po zakończeniu instalacji systemu PV przyłączonego do sieci elektroenergetycznej. Norma opisuje również testy odbiorcze, kryteria kontroli oraz dokumentację, której należy oczekiwać w celu weryfikacji czy instalacja została wykonana w sposób bezpieczny i czy system pracuje poprawnie. Dokument może być również wykorzystywany w celu okresowych kontroli systemu.

Normy

W Unii Europejskiej stosowanie norm jest dobrowolne. Zapis taki w Polsce znalazł się w ust. 3 art. 5 ustawy o normalizacji. Oznacza to jednak tylko tyle, że normy mogą być w pewnych sytuacjach zastąpione innymi specyfikacjami technicznymi lub kodeksami postępowania spełniającymi odpowiednie wymagania.

Obowiązek stosowania norm dotyczących budowy linii i instalacji elektroenergetycznych wynika z ogólnego prawa, tzn. z następującego zapisu zamieszczonego Prawa budowlanego [18] (obecnie ust.1art. 5 a po nowelizacji ust. 1 art.10) „Obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając …”.

Normy

Obowiązek w zakresie pomiarów elektrycznych określają przepisy:

- Prawa Budowlanego (ustawa z 07.07.1994)
- Prawa Energetycznego (ustawa z 10.04.1997)
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w zakresie warunków technicznych budynków (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690)
- Ubezpieczenie (OWU)

Prawo Budowlane art. 62. [Okresowe kontrole stanu technicznego obiektu budowlanego, instalacji i przewodów]

1.
Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli:
okresowej, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania obiektu budowlanego, estetyki obiektu budowlanego oraz jego otoczenia; kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów.

Rodzaj pomieszczenia	Okres pomiędzy kolejnymi pomiarami	
	Skuteczność ochronny przeciwporażeniowej	rezystancja izolacji instalacji
O wyziewach żrących	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
Zagrożone wybuchem	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
Otwarta przestrzeń	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
Bardzo wilgotne, o wilgotności ok. 100% i wilgotne przejściowo 75 do 100%	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
Gorące o temperaturze powietrza ponad 35 st. C	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
Zagrożone pożarem	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
Stwarzające zagrożenie dla ludzi (ZLI, ZLII, ZLIII)	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
Zapylone	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat
Pozostałe nie wymienione	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat

Oznaczenia:
ZLI- budynki użyteczności publicznej lub ich części, w których mogą przebywać ludzie w grupach ponad 50 osób.
ZLII- budynki lub ich części przeznaczone do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się.
ZLIII- szkoły, budynki biurowe, domy studenckie, internaty, hotele, ośrodki zdrowia, otwarte przychodnie lekarskie, sanatoria, lokale handlowo-usługowe, w których może przebywać do 50 osób, koszary, pomieszczenia ETO, zakłady karne i inne podobne.

UWAGA: Rodzaj pomieszczenia powinien być określony przez inwestora, jednostkę projektową lub użytkownika decydującego o rodzaju i zakresie technologii.

POMIARY:

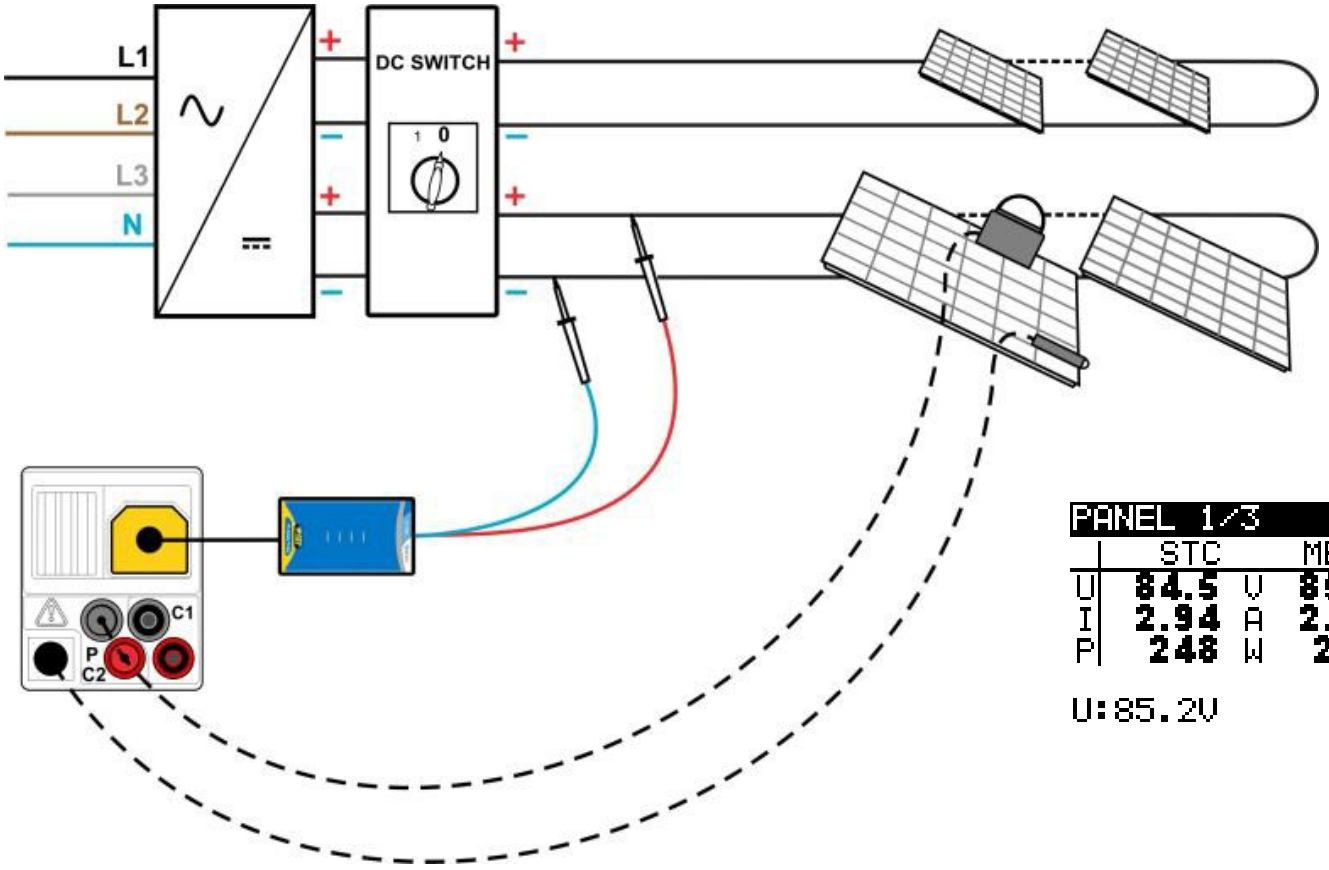


Pomiary parametrów instalacji odnawialnych źródeł energii

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

https://zpe.gov.pl/a/pomiary-parametrow-instalacji-odnawialnych-zrodel-energii/D198JZFDH?fbclid=IwAR3nIKLYMMJlrf3Xx4VzVGFxUaR8qwotXDab0NW_pibkQTyNb-nHpdn9kLI_aem_AbU5chsuYtE4oSV5-89XJFJ9TPNQc10DghYVgHbnMAH1asgAfDWhuGIX2dEYP7epfssSVW5BOLYRCh188-8HhIpu

POMIARY ŚRODOWISKOWE



PANEL 1/3

	STC		MEAS	
U	84.5	V	85.3	V
I	2.94	A	2.44	A
P	248	W	208	W

U:85.2V

PANEL 2/3

Module: DE

Pstc = 248 W

Pmax = 240 W

η1 = 100.0 %

U:85.2V

PANEL 3/3

Module: DE

Pmeas = 208 W

Ptheo = 209 W

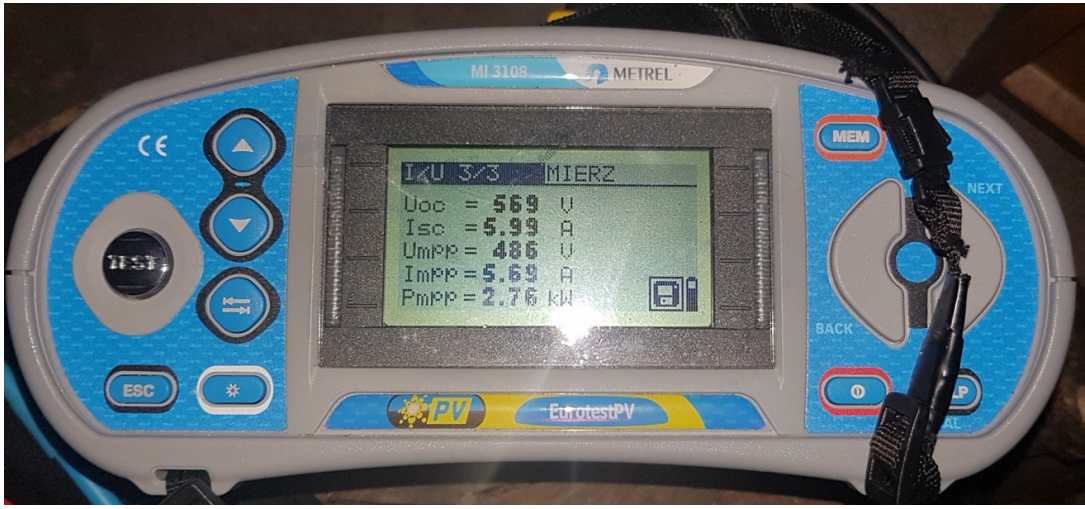
η2 = 99.4 %

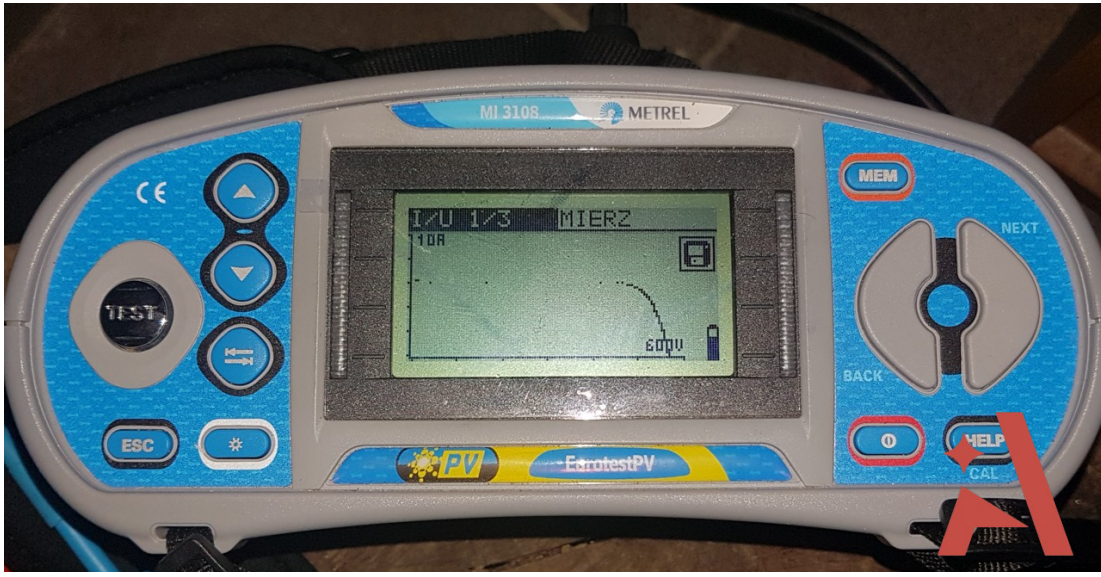
U:85.2V

Na podstawie instrukcji do miernika
MI 3108 EurotestPV

POMIARY ŚRODOWISKOWE I CHARAKTERYSTYKA I-U







Aparatura pomiarowa









- Benning
- https://www.youtube.com/watch?v=Su-bXzxoKBE
- Metrel
- https://www.youtube.com/watch?v=astZxfez1uU
- Sonel
- https://www.youtube.com/watch?v=Qsvowah_oao

BADANIA TERMOWIZYJNE

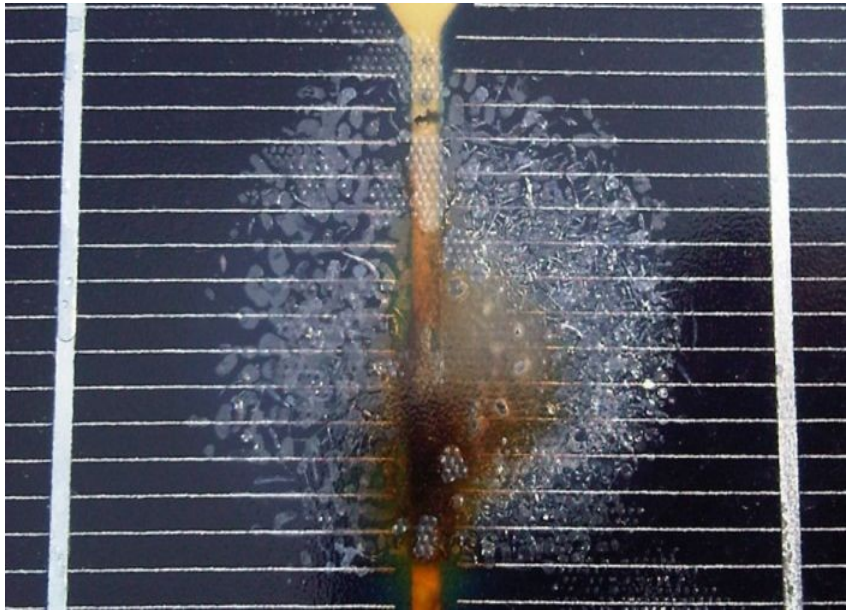
Kamera termowizyjna, kamera termalna, termowizor: urządzenie do rejestracji i wizualizacji rozkładu temperatury na powierzchniach obiektów (odwzorowania obrazu termalnego obiektów);

Kamera przetwarza promieniowanie podczerwone, emitowane lub odbite na sygnał elektryczny, a następnie na obraz oglądany na ekranie, tzw. termogram. Składa się z układu optycznego, detektora promieniowania podczerwonego (zwykle półprzewodnikowego, głównie z krzemu Si, tellurku kadmu i rtęci CdHgTe lub antymonku indu InSb) wraz z układem chłodzenia, elektronicznego toru wzmacniania, przetwarzania i wizualizacji (w kolorach lub w odcieniach szarości).

Encyklopedia PWN



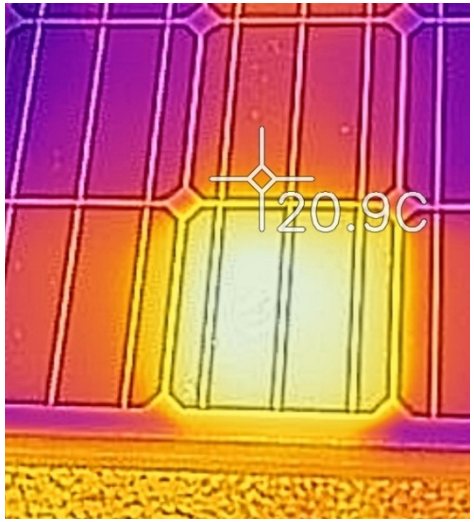


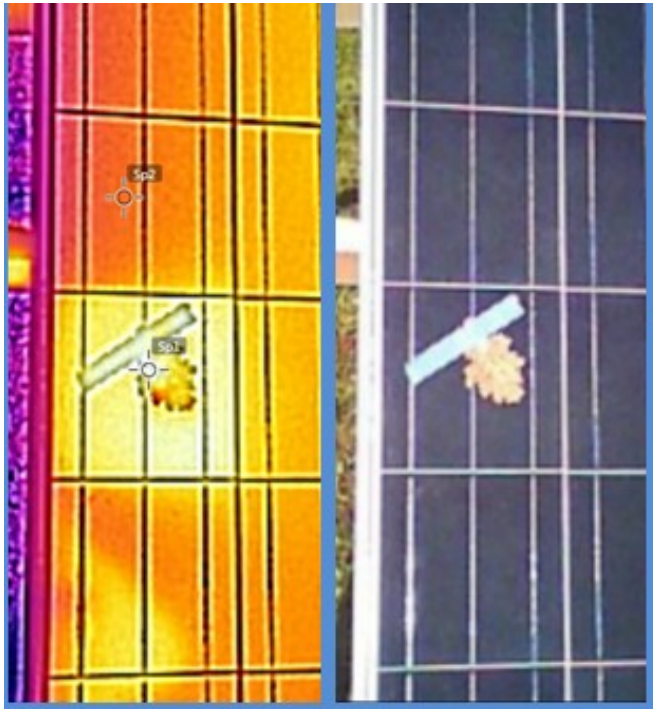


POMIARY TERMOWIZYJNE

„HOT-SPOT”

Hot- spot to nie tylko straty energii, ale także możliwość trwałego uszkodzenia modułu.

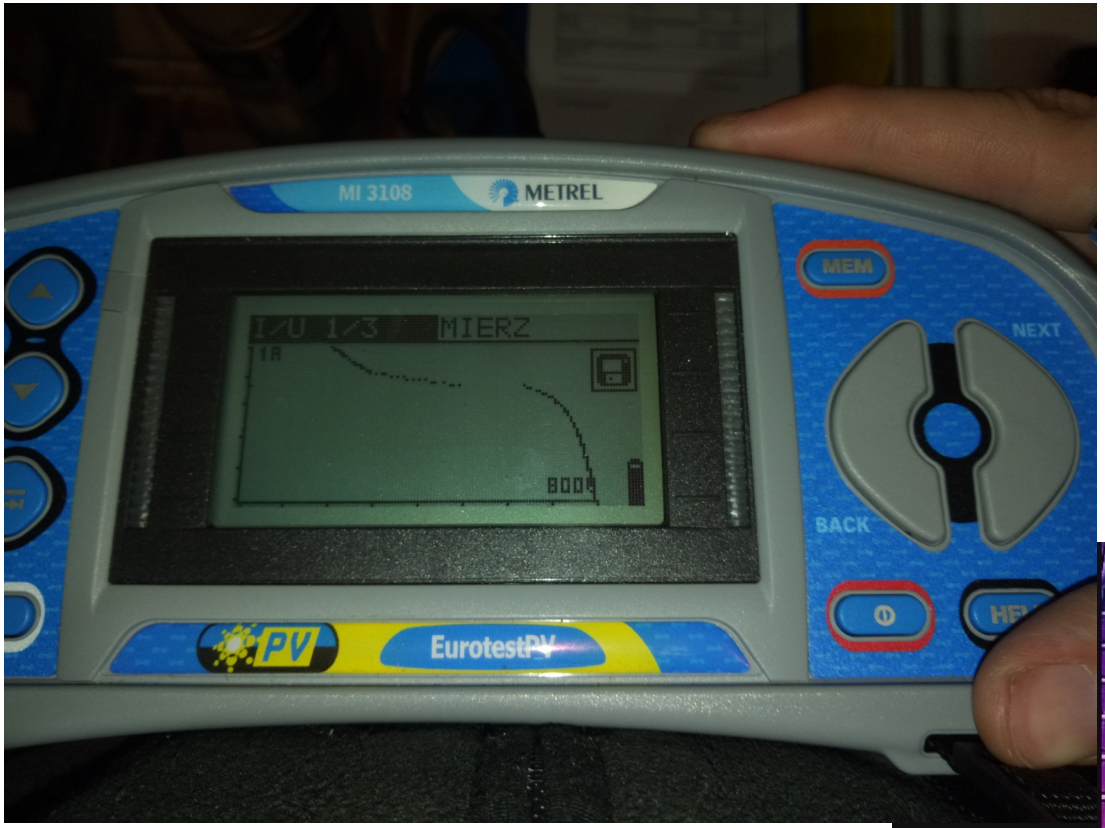


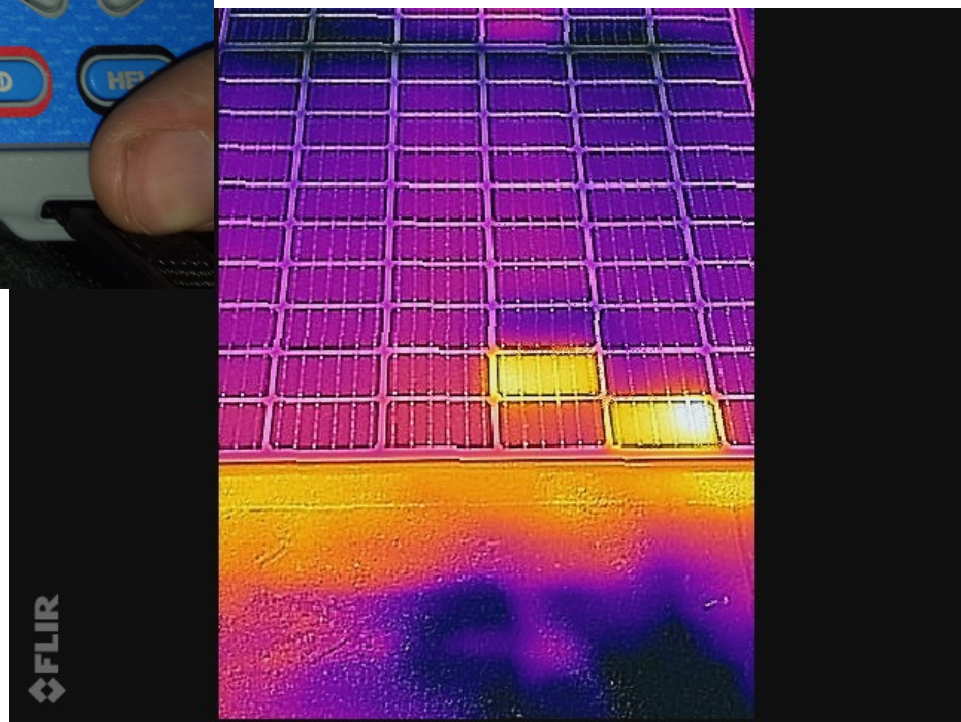


Hot-spot powstały na skutek spadnięcia liścia, pomiar po 15 min, różnica temperatury 10°C, spadek wydajności instalacji o 6%.

Pomiary	
Sp1	51,4 °C
Sp2	40,9 °C
Parametry	
Emisyjność	0,95
Temp. odbita	20,0°C

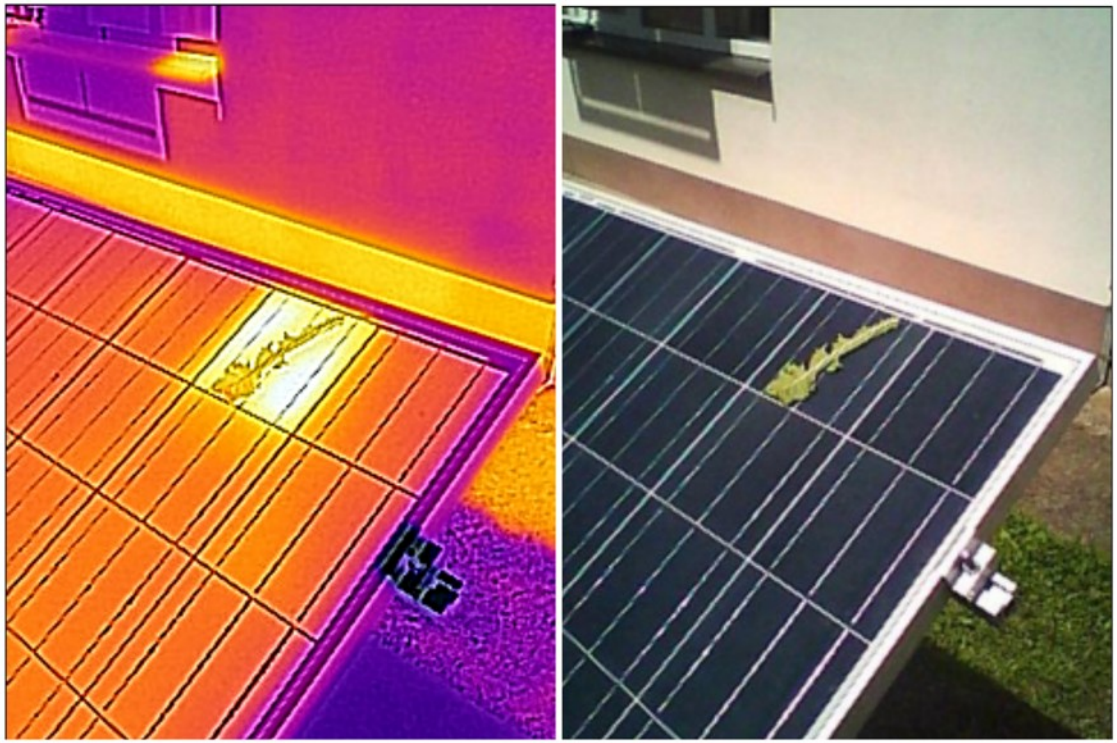
ANALIZA POMIARÓW





KONSERWACJA SYSTEMÓW PV

Badania termowizyjne



Różnica temperatury po 10 minutach: 20°C

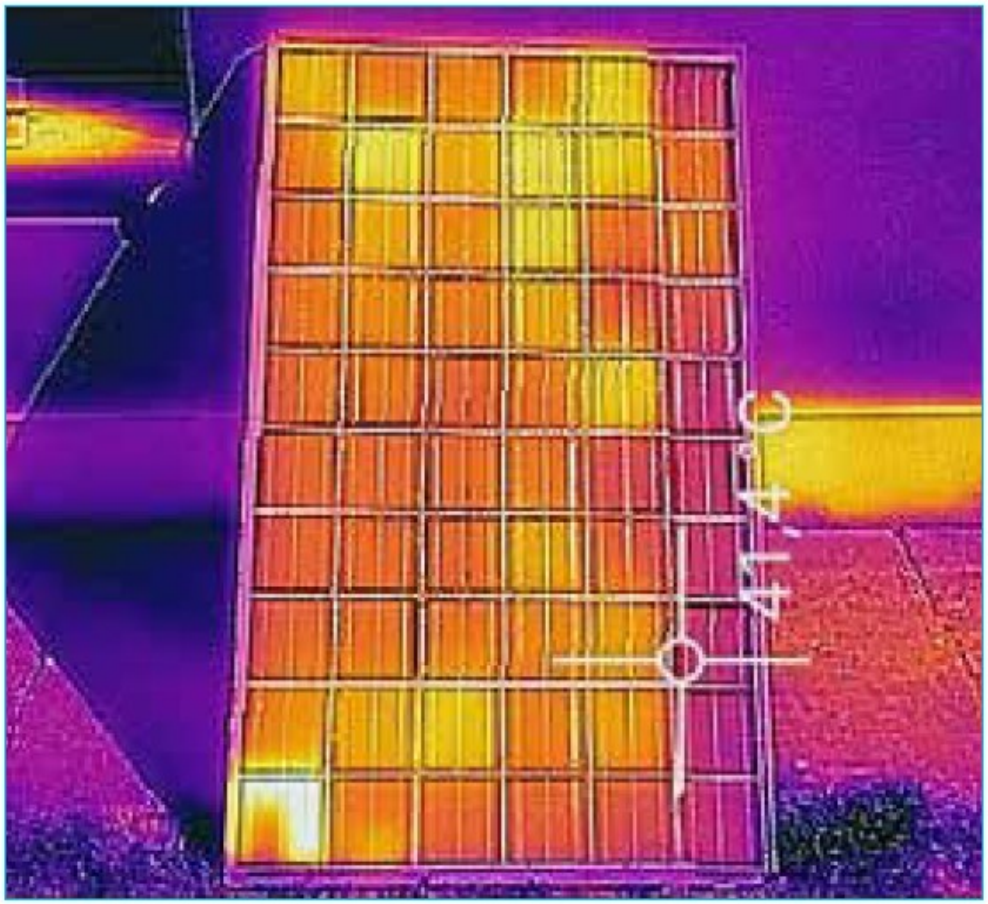
KONSERWACJA SYSTEMÓW PV

Badania termowizyjne



KONSERWACJA SYSTEMÓW PV

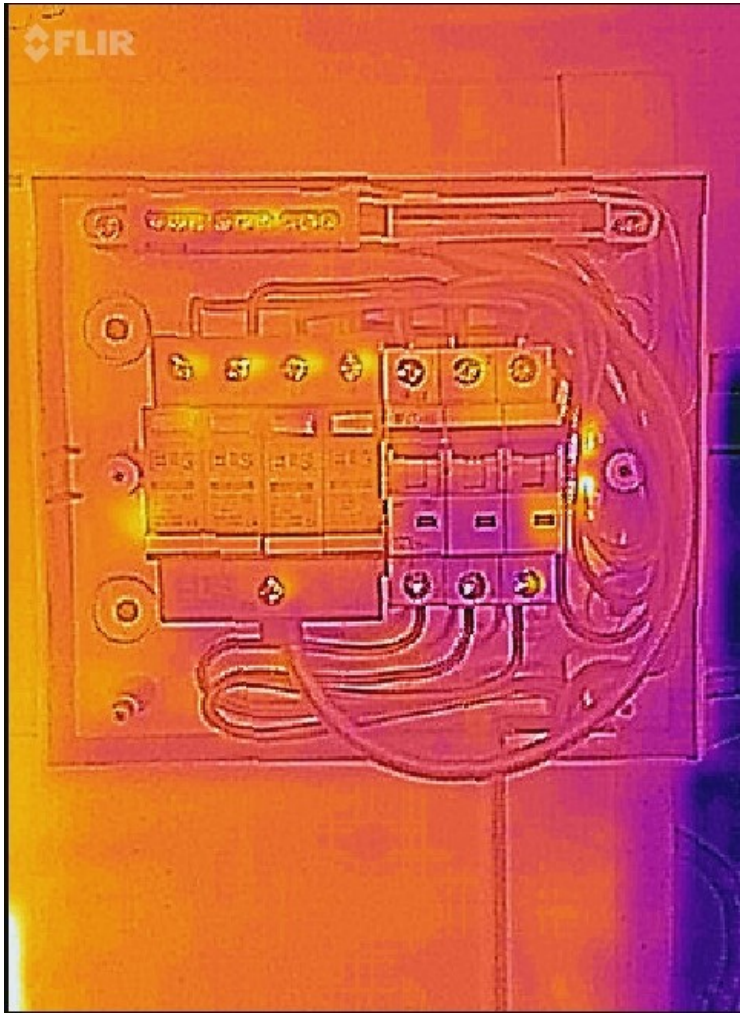
Badania termowizyjne

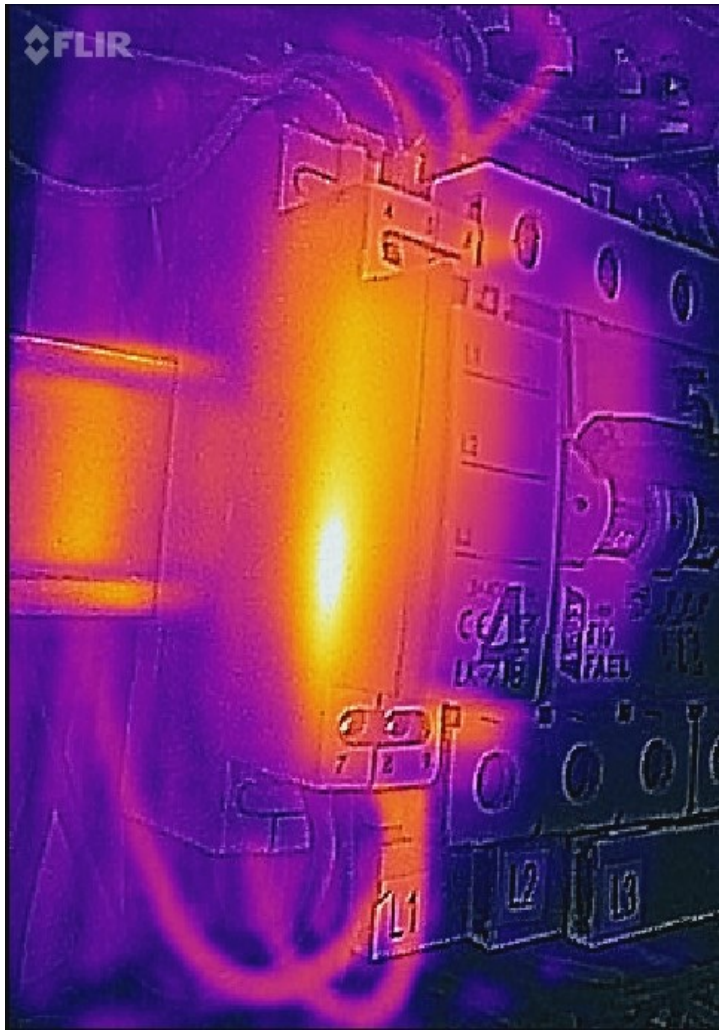




KONSERWACJA SYSTEMÓW PV

Badania termowizyjne





DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!



dr inż. Marcin Michalski

Linkedin:
https://www.linkedin.com/in/energetykamichalski

Prezentacja powstała na podstawie:

„Praktyczny Poradnik Instalatora” Atum Sp z o.o.; Szymański B. „Instalacje fotowoltaiczne”
Karty katalogowe producentów systemów fotowoltaicznych:
KENO, CORAB, LONGI SOLAR, HEWALEX, DEHN, Karcher, METREL,FoxEss, Fronius, Materiały własne