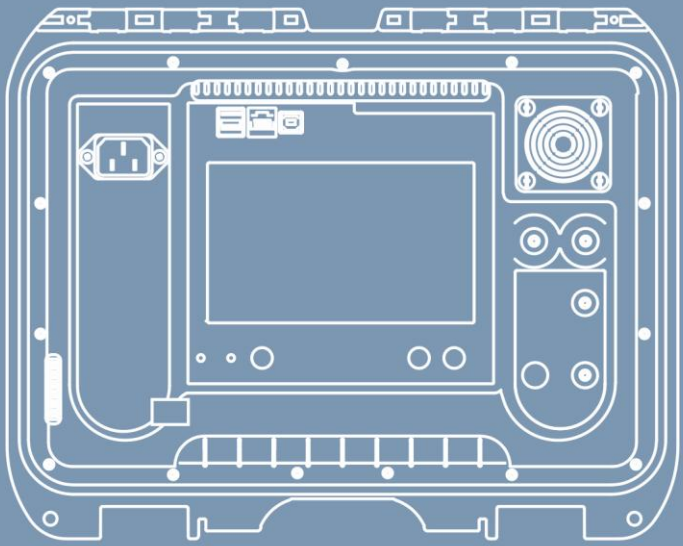
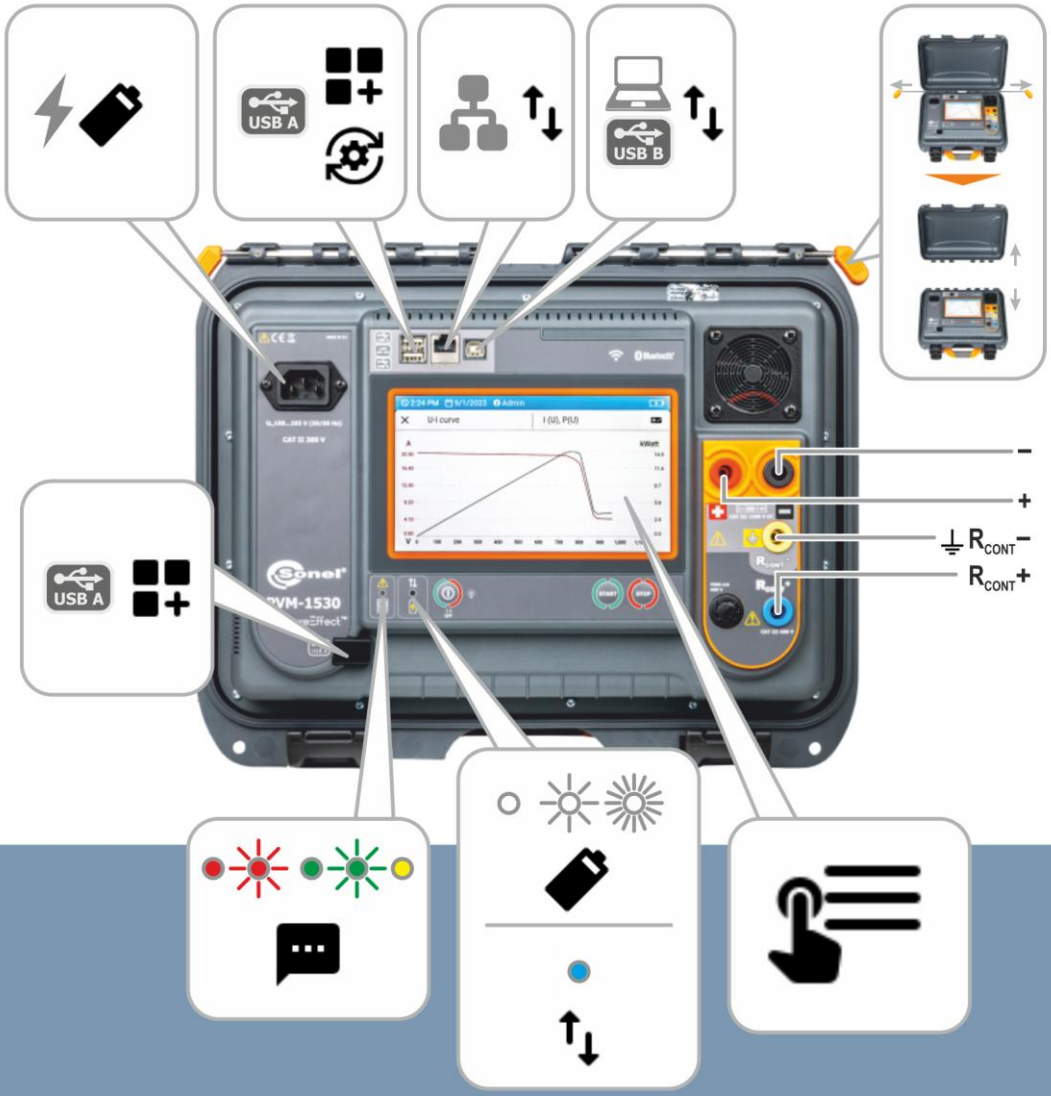


# Instrukcja obsługi

# PVM-1530

Miernik instalacji fotowoltaicznych


USB A
USB B
USB A
Sonel
PVM-1530
U-I curve
I (U), P(U)
kWatt
START
STOP
–
+
$R_{CONT}$ –
$R_{CONT}$ +

# Instrukcja obsługi

# PVM-1530

Miernik instalacji fotowoltaicznych

**SONEL S.A.**
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Wersja 1.11 20.04.2026

Miernik PVM-1530 jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze pod warunkiem stosowania się do zasad przedstawionych w niniejszej instrukcji.

MeasureEffect™

Miernik stanowi element platformy **Sonel MeasureEffect™**. Jest to kompleksowy system umożliwiający wykonywanie pomiarów, przechowywanie i zarządzanie danymi, a także wielopoziomową kontrolę nad przyrządami. Szczegółowy opis systemu znajdziesz w dedykowanej instrukcji obsługi.

Instrukcja znajduje się na stronie internetowej producenta. Sprawdź **www.sonel.com › PL › Pobierz › Instrukcje obsługi** (sekcja **Programy**) oraz stronę przyrządu (sekcja **Pliki**).

## KŁOPOTY Z POMIARAMI?

Wszystkie informacje na temat żądanego badania znajdziesz w menu pomocy danej funkcji pomiarowej.

Pobierz instrukcję obsługi platformy **Sonel MeasureEffect™** i znajdź w niej informacje na temat badania. W tym celu odwiedź:

- stronę WWW platformy Sonel MeasureEffect™,
- stronę WWW Twojego przyrządu.

# SPIS TREŚCI


**1 Informacje ogólne ....4**

1.1 Symbole bezpieczeństwa ....4
1.2 Zachowanie diod sygnalizacyjnych ....4
1.3 Bezpieczeństwo ....5
1.4 Ogólna charakterystyka ....6
1.5 Zgodność z normami ....7

**2 Szybki start ....8**

**3 Interfejs ....9**

**4 Sygnalizacja pomiarów ....10**

**5 Transmisja danych ....11**

5.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem ....11
5.2 Transmisja danych przy pomocy złącza USB ....11

**6 Wymiana bezpieczników ....13**

**7 Zasilanie ....14**

7.1 Zasilanie z akumulatora ....15
7.2 Ładowanie akumulatora ....15
7.3 Zasilanie z sieci ....15
7.4 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion) ....16

**8 Czyszczenie i konserwacja ....17**

**9 Magazynowanie ....17**

**10 Rozbiórka i utylizacja ....17**

**11 Dane techniczne ....18**

11.1 Dane podstawowe ....18
11.1.1 Pomiar napięć DC ....18
11.1.2 Pomiar napięć AC True RMS ....18
11.1.3 Pomiar częstotliwości ....18
11.1.4 Pomiar prądu zwarcia $I_{SC}$ ....18
11.1.5 Pomiar rezystancji izolacji modułu / instalacji PV ....19
11.1.6 Pomiar rezystancji izolacji ....20
11.1.7 Pomiar prądu roboczego oraz mocy czynnej ....21
11.1.8 Pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem ±200 mA ....21
11.1.9 Krzywa I-U ....21
11.2 Dane eksploatacyjne ....22
11.3 Specyfikacja Bluetooth ....23
11.4 Dane dodatkowe ....23
11.4.1 Niepewności dodatkowe wg EN IEC 61557-2 ($R_{ISO}$) ....23
11.4.2 Niepewności dla wyników przeliczonych na warunki STC ....23
11.5 Charakterystyka przetwornicy ....24
11.6 Zabezpieczenie przed skokiem prądów przy pomiarze $I_{SC}$ i krzywej I-U ....25

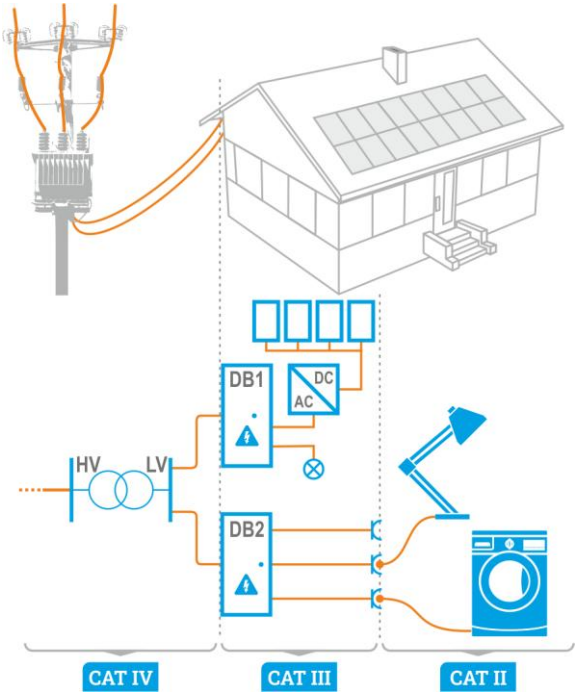
**12 Producent ....25**

# 1 Informacje ogólne

## 1.1 Symbole bezpieczeństwa

Poniższe symbole zostały użyte na przyrządzie i/lub w niniejszej instrukcji:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ⚠ | Dodatkowych informacji i wyjaśnień należy szukać w instrukcji obsługi | ⏚ | Uziemienie | ∼ | Prąd/napięcie przemienne |
| ⎓ | Prąd/napięcie stałe | ⧈ | Podwójna izolacja (klasa ochronności) | CE | Deklaracja zgodności z dyrektywami Unii Europejskiej (*Conformité Européenne*) |
| | Nie wyrzucać z innymi odpadami komunalnymi | | Uwaga, ryzyko porażenia prądem elektrycznym | ⚠ >1650 V DC | Nie podłączać przyrządu do systemów DC o napięciach powyżej 1650 V |




Kategorie pomiarowe według normy EN IEC 61010-2-030:

- **CAT II** – dotyczy pomiarów wykonywanych w obwodach bezpośrednio dołączonych do instalacji niskiego napięcia,
- **CAT III** – dotyczy pomiarów wykonywanych w instalacjach budynków,
- **CAT IV** – dotyczy pomiarów wykonywanych przy źródle instalacji niskiego napięcia.

## 1.2 Zachowanie diod sygnalizacyjnych

○ Dioda świeci światłem ciągłym

Dioda miga powoli

Dioda miga szybko

## 1.3 Bezpieczeństwo

Aby uniknąć porażenia prądem elektrycznym lub pożaru, jak również zapewnić odpowiednią obsługę i poprawność uzyskiwanych wyników, należy bezwzględnie przestrzegać poniższych zaleceń:

- Przed rozpoczęciem eksploatacji przyrządu należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją i zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.
- Zastosowanie przyrządu inne niż podane w niniejszej instrukcji może spowodować jego uszkodzenie i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Przyrząd może być używany jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do prac przy instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się przyrządem przez osoby nieuprawnione może spowodować jego uszkodzenie i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Stosowanie niniejszej instrukcji nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów BHP i innych właściwych przepisów przeciwpożarowych, wymaganych przy wykonywaniu prac danego rodzaju.
- Przed rozpoczęciem pracy należy sprawdzić, czy przyrząd, przewody, adaptery i inne akcesoria są wolne od uszkodzeń mechanicznych. Należy zwrócić szczególną uwagę na złącza.
- Niedopuszczalne jest używanie:
  - ⇒ przyrządu, który uległ uszkodzeniu i jest całkowicie lub częściowo niesprawny,
  - ⇒ przewodów z uszkodzoną izolacją,
  - ⇒ przyrządu oraz akcesoriów uszkodzonych mechanicznie,
  - ⇒ przyrządu przechowywanego zbyt długo w złych warunkach (np. zawilgoconego). Po przeniesieniu przyrządu z otoczenia zimnego do ciepłego o dużej wilgotności nie wykonywać pomiarów do czasu ogrzania urządzenia do temperatury otoczenia (ok. 30 minut).
- Przed rozpoczęciem pomiaru należy wybrać właściwą funkcję pomiarową i sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych.
- Należy regularnie sprawdzać poprawność działania przyrządu i akcesoriów, aby uniknąć zagrożenia, które mogłoby wynikać z błędnych wyników.
- W sytuacji, gdy produkt współpracuje z innymi przyrządami lub akcesoriami, stosuje się najniższą kategorię pomiarową połączonych urządzeń.
- Nie wolno zasilać miernika ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.
- Przyrząd należy użytkować w zakresie jego warunków znamionowych (**rozdz. 11.2**). Nie powinien być wystawiany na pełne słońce.

**OSTRZEŻENIE**

- **Zakaz stosowania miernika w miejscach zagrożonych wybuchem (w strefach Ex)!**
- **Nie dotykać badanego obiektu w trakcie pomiaru rezystancji izolacji $R_{ISO}$ lub po pomiarze, zanim zostanie w pełni rozładowany. Grozi to porażeniem.**

**UWAGA!**

- Nie używać przyrządu w układach zasilania o napięciu wyższym niż 1000 V AC.
- Nie podłączać wejść przyrządu do instalacji fotowoltaicznych:
  - o napięciu przekraczającym 1000 V DC oraz prądzie zwarciowym przekraczającym 40 A,
  - o napięciu przekraczającym 1500 V DC oraz prądzie zwarciowym przekraczającym 30 A,
  - o uziemionych obwodach.
- Nie rozłączać złącz MC4 będących pod obciążeniem pod groźbą wystąpienia łuku elektrycznego.
- Zacisku PE należy używać jedynie do podłączenia uziemienia instalacji fotowoltaicznych. Nie podawać na niego napięcia!
- Nie wolno wykonywać pomiarów ciągłości $R_{CONT}$ oraz kompensacji przewodów pomia-

rowych w obwodach będących pod napięciem. Może to spowodować uszkodzenie miernika.

- Należy używać wyłącznie akcesoriów przeznaczonych dla danego przyrządu. Stosowanie innych akcesoriów może spowodować zagrożenie dla użytkownika, uszkodzenie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe błędy pomiarowe.

W związku z ciągłym rozwijaniem przyrządu, jego cechy opisane w niniejszej instrukcji mogą się różnić od stanu faktycznego. Najnowsza wersja instrukcji znajduje się na stronie internetowej producenta.

## 1.4 Ogólna charakterystyka

PVM-1530 jest wielofunkcyjnym przyrządem pomiarowym, służącym do pomiarów parametrów instalacji fotowoltaicznych oraz parametrów miejsca przyłączenia inwertera do sieci energetycznej. Pozwala wykonać niezbędne pomiary dla instalacji fotowoltaicznej według kategorii 1 oraz 2 wymienionej w normie „EN 62446-1 – Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania. Część 1: Systemy podłączone do sieci. Dokumentacja, odbiory i nadzór". Miernik umożliwia pomiar paneli fotowoltaicznych, w tym dwustronnych oraz o wysokiej sprawności.

Mierzone parametry:

- napięcie DC rozwartego modułu/łańcucha PV – $U_{OC}$,
- napięcie AC po stronie AC (podłączenie inwertera do sieci energetycznej),
- prąd stały zwarcia modułu/łańcucha PV – $I_{SC}$,
- rezystancja izolacji $R_{ISO}$ PV instalacji PV po stronie DC metodą 1 wg normy EN 62446-1 (tzn. podczas pomiaru nie następuje zwarcie modułu/łańcucha), pozwalającą na wyznaczenie rezystancji izolacji modułu/łańcucha PV na obu jego biegunach: $R_{ISO}$+ oraz $R_{ISO}$-,
- rezystancja izolacji $R_{ISO}$ instalacji PV po stronie AC (podłączenie inwertera do sieci energetycznej),
- prąd stały i moc modułu/łańcucha/instalacji PV po stronie DC,
- prąd zmienny i moc instalacji PV po stronie AC (podłączenie inwertera do sieci energetycznej),
- ciągłość obwodu ($R_{CONT}$) przewodów uziemiających i wyrównawczych modułu/łańcucha PV,
- parametry diody blokującej, wykorzystywanej w instalacjach PV,
- krzywa I-U (pomiar kategorii 2 normy EN 62446-1).

Miernik wyposażony jest w gniazda bananowe. Gniazda są używane do pomiarów funkcjonalnych instalacji (podczas pracy z włączonym inwerterem). Pomiary wykonywane są przy użyciu gniazd oznaczonych „+" oraz „–". Gniazdo ⏚ (PE) wykorzystywane jest podczas pomiarów rezystancji izolacji instalacji fotowoltaicznej. Gniazda $R_{CONT}$+ oraz $R_{CONT}$- służą do pomiaru ciągłości.

Miernik posiada interfejsy radiowe: **Bluetooth** i **Wi-Fi**.

- Moduł **Bluetooth** i **Wi-Fi** służy do komunikacji miernika z komputerem, drukarką lub urządzeniem mobilnym.
- Istnieje możliwość komunikacji z przyrządem IRM-1.

IRM-1 to miernik nasłonecznienia i temperatury ogniw fotowoltaicznych oraz otoczenia. Dostarczane przezeń dane są niezbędne do przeliczenia wartości zmierzonych przez PVM-1530 do warunków STC. Unormowane wartości pozwalają ustalić, czy instalacja fotowoltaiczna pracuje z optymalną wydajnością, a także sprawdzić, czy moduły PV w instalacji nie uległy uszkodzeniu.

## 1.5 Zgodność z normami

Przyrząd spełnia wymagania zawarte w niżej wymienionych normach:

- EN IEC 61557-1 – 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 – Część 1: Wymagania ogólne.
- EN IEC 61557-2 – 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 – Część 2: Rezystancja izolacji.
- EN IEC 61557-4 – 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 – Część 4: Rezystancja przewodów uziemiających i przewodów wyrównawczych.
- EN 61557-10 – 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 – Część 10: Wielofunkcyjne urządzenia pomiarowe do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych.

Normy dotyczące bezpieczeństwa:

- EN 61010-1 – Wymagania bezpieczeństwa dotyczące elektrycznych przyrządów pomiarowych, automatyki i urządzeń laboratoryjnych – Część 1: Wymagania ogólne.
- EN IEC 61010-2-030 – Wymagania bezpieczeństwa dotyczące elektrycznych przyrządów pomiarowych, automatyki i urządzeń laboratoryjnych – Część 2-030: Wymagania szczegółowe dotyczące urządzeń zawierających obwody badawcze lub pomiarowe.

Normy dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej:

- EN IEC 61326-1 – Wyposażenie elektryczne do pomiarów, sterowania i użytku w laboratoriach – Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) – Część 1: Wymagania ogólne.
- EN IEC 61326-2-2 Wyposażenie elektryczne do pomiarów, sterowania i użytku w laboratoriach -- Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) -- Część 2-2: Wymagania szczegółowe -- Konfiguracje badane, warunki pracy i kryteria jakości odnoszące się do przenośnego wyposażenia badawczego, pomiarowego i monitorującego do zastosowań w niskonapięciowych systemach rozdzielczych.

Normy związane:

- EN 62446-1 z dodatkiem A1 – Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci. Dokumentacja, odbiory i nadzór.
- EN IEC 60891 – Elementy fotowoltaiczne – Procedury dla korekcji zmierzonych charakterystyk I-V do określonych wartości temperatury i natężenia promieniowania.
- EN 61829 – Panele fotowoltaiczne (PV). Pomiar charakterystyki prądowo-napięciowych na miejscu ich instalacji.

# 2 Szybki start

Przy pierwszym uruchomieniu przyrządu musisz ustawić język interfejsu oraz założyć profil użytkownika (konto lokalne użytkownika). Na koniec ustaw datę, godzinę i strefę czasową.

1 Włącz miernik.

2 Utwórz lub zaloguj się na profil użytkownika (konto lokalne użytkownika).

3 Wprowadź ustawienia miernika.

4 Wybierz pomiar. Informacje na jego temat znajdziesz pod ikoną ⓘ i w instrukcji platformy **Sonel MeasureEffect™**.

5 Jeżeli chcesz mierzyć prąd z pomocą miernika CMP-1015-PV, nawiąż z nim połączenie. W tym celu włącz transmisję Bluetooth w CMP-1015-PV oraz w PVM-1530. Nie musisz ich parować!

6 Wprowadź ustawienia pomiaru.

7 Podłącz miernik do badanego obiektu.

8 Uruchom pomiar.

9 Zakończ pomiar lub poczekaj, aż dobiegnie on końca. Wówczas możesz wprowadzić dodatkowe informacje o pomiarze.

10 Zapisz wynik do pamięci.

11 1 s Wyłącz miernik.

Pomiary możesz zapisywać na dwa sposoby:

- wykonując pomiar, a następnie przypisując go do obiektu w strukturze pamięci,
- wchodząc do obiektu w strukturze pamięci i z tego poziomu wykonując pomiar.

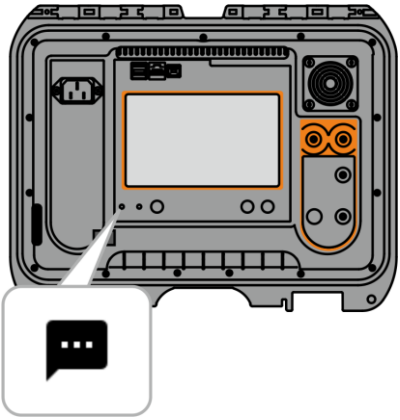
# 3 Interfejs

- Włącz miernik (naciśnij krótko)
- Wyłącz miernik (naciśnij i przytrzymaj)
- Wywołaj menu jasności i głośności (naciśnij krótko, gdy miernik jest włączony)

START Uruchom pomiar

STOP Zatrzymaj pomiar / wstecz

# 4 Sygnalizacja pomiarów



| Przed pomiarem | | | |
|---|---|---|---|
| | **$R_{ISO}$** | | **$R_{ISO}$ PV** |
| | Napięcie na obiekcie występuje w sposób ciągły i nie przekracza 50 V. Pomiar jest możliwy, jednak może być obarczony dodatkowym błędem. | | Dioda nie świeci. |
| | • Napięcie na obiekcie występuje w sposób ciągły i jest większe od 50 V. Pomiar jest blokowany.<br>• Stan awaryjny miernika. | | |
| **W trakcie pomiaru** | | | |
| | **$R_{ISO}$** | | **$R_{ISO}$ PV** |
| | Miernik jest w trakcie pomiaru rezystancji izolacji. | | Miernik jest w trakcie pomiaru rezystancji izolacji. |
| ▼ | | ▼ | |
| | Miernik zakończył pomiar rezystancji izolacji i właśnie rozładowuje badany obiekt. | | Miernik zakończył pomiar rezystancji izolacji i właśnie rozładowuje badany obiekt. |
| ▼ | | ▼ | |
| **3x** | Pomiar jest zakończony, a badany obiekt rozładowany. | **3x** | Pomiar jest zakończony, a badany obiekt rozładowany. |

# 5 Transmisja danych

PVM-1530 jest wyposażony w kanały komunikacyjne:

- przewodowy USB,
- przewodowy LAN,
- bezprzewodowy Bluetooth,
- bezprzewodowy Wi-Fi.

**Komunikacja przez USB** służy do przesyłania do komputera wyników z pamięci przyrządu.

**Komunikacja przez LAN** służy do celów serwisowych.

**Komunikacja przez Bluetooth i Wi-Fi** służy do współpracy z drukarką i urządzeniami mobilnymi.

Ponadto istnieje możliwość odbierania wyników pomiarów z miernika IRM-1. Ewentualne zerwanie komunikacji nie skutkuje utratą danych. Odczyty są wówczas rejestrowane w pamięci tymczasowej IRM-1 i transmitowane do miernika PVM-1530 po odzyskaniu łączności.

## 5.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem

Do współpracy miernika z komputerem niezbędny jest przewód USB i odpowiednie oprogramowanie:

- Sonel Reader,
- Sonel Pomiary Elektryczne.

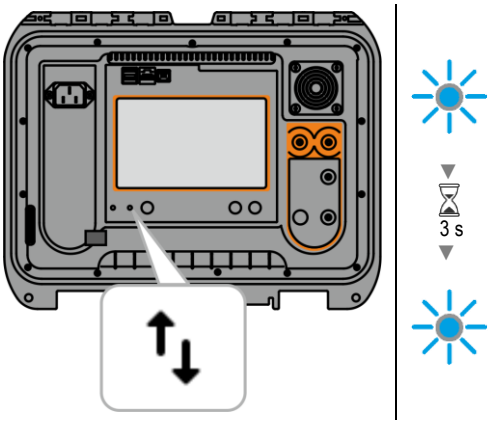
Oprogramowanie można wykorzystać do współpracy z wieloma przyrządami produkcji SONEL S.A. wyposażonymi w interfejs USB. Szczegółowe informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

Jeżeli oprogramowanie nie zostało zakupione wraz z miernikiem, można je nabyć u producenta lub autoryzowanego dystrybutora.

## 5.2 Transmisja danych przy pomocy złącza USB

| | | |
|---|---|---|
| 1 | | W mierniku wejdź w tryb USB. |
| 2 | USB B | Za pomocą przewodu USB podłącz miernik do komputera. |
| 3 | Sonel | Uruchom program od transferu danych. Podczas transmisji danych zablokowane są wszystkie przyciski miernika oprócz tych odpowiadających za przerwanie transmisji i wyłączenie urządzenia. |

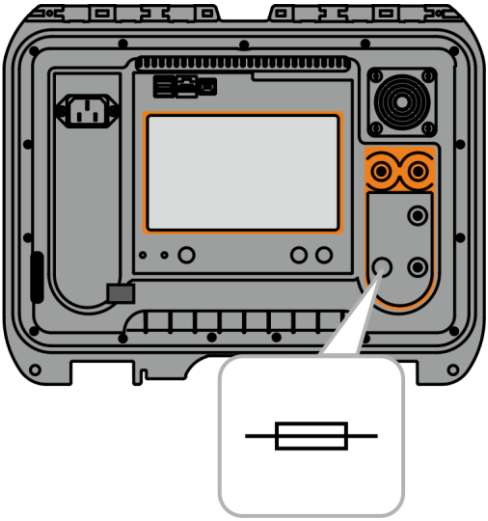
# Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik




Komunikacja przez USB, transfer danych.

# 6 Wymiana bezpieczników

Przyrząd jest zabezpieczony przez bezpiecznik szybki 6,3 x 32 mm 500 mA / 1000 V AC/DC. W celu wymiany bezpiecznika należy odkręcić główkę gniazda, w miejscu uszkodzonego bezpiecznika umieścić sprawny, a następnie przykręcić główkę gniazda.



**UWAGA!**

Nie wolno używać bezpieczników innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.

# 7 Zasilanie

**UWAGA!**

Przed rozpoczęciem eksploatacji miernika należy rozładować akumulator, a następnie całkowicie go naładować, aby wskazanie stanu jego naładowania było prawidłowe.

Stopień naładowania akumulatora jest na bieżąco wskazywany przez symbol umieszczony w prawym górnym rogu ekranu.

100% Akumulator naładowany.

1% Akumulator wyczerpany – naładuj go. Wszystkie pomiary są blokowane. Miernik wyłączy się samoczynnie, gdy naładowanie akumulatora spadnie do poziomu krytycznego.

Trwa ładowanie akumulatora.

Awaria akumulatora. Zalecana jest wymiana na nowy.

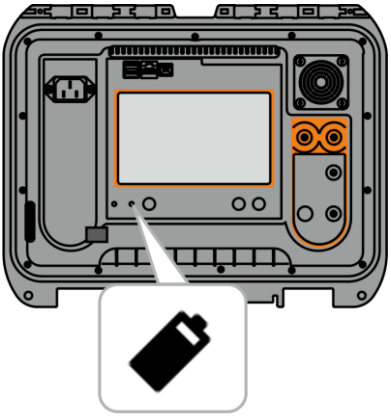
Zbyt wysokie napięcie ładowania. Zmień ładowarkę lub źródło zasilania.

Temperatura akumulatora poza dopuszczalnym zakresem. Jeśli akurat trwa ładowanie, zostaje ono przerwane.

Brak akumulatora. Miernik pracuje na zasilaniu zewnętrznym.

Nieznany stan akumulatora. Skontaktuj się z serwisem.

## Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik



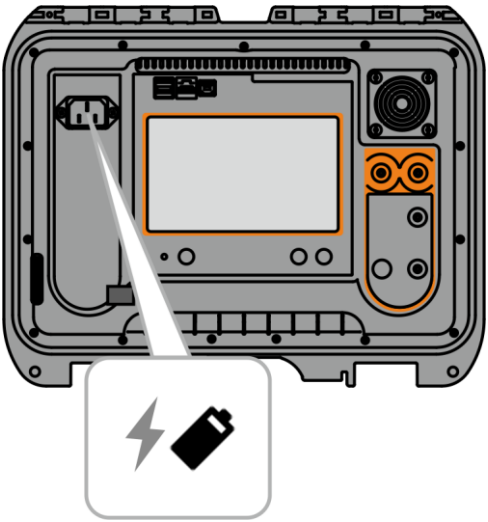
Niski poziom naładowania akumulatora

Problem z akumulatorem

Trwa ładowanie akumulatora

## 7.1 Zasilanie z akumulatora

Miernik jest zasilany z akumulatora Li-Ion. Całość zasilana jest z przewodu zasilającego.



**UWAGA!**

Nie wolno zasilać miernika ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.

## 7.2 Ładowanie akumulatora

Ładowanie rozpoczyna się po dołączeniu zasilania do miernika, niezależnie od tego, czy jest on wyłączony, czy nie. Status ładowania jest sygnalizowany na wyświetlaczu oraz świeceniem diody.

Algorytm ładowania pozwala na naładowanie akumulatora:

- do ok. 90% w czasie poniżej 5 godzin,
- do ok. 100% w czasie poniżej 6,5 godzin.

Wyłączenie miernika przyciskiem lub przez **AUTO-OFF** nie przerywa ładowania akumulatora.

Sygnalizacja zakończonego ładowania: 100%.

## 7.3 Zasilanie z sieci

Możliwe jest ładowania akumulatora podczas prowadzenia pomiarów. W tym celu wystarczy podłączyć do miernika przewód zasilający.

Wyłączenie miernika przyciskiem lub przez **AUTO-OFF** nie przerywa ładowania akumulatora.

## 7.4 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion)

- Przechowuj miernik z akumulatorami naładowanymi min. do 50%. Akumulator przechowywany w stanie całkowitego rozładowania może ulec uszkodzeniu. Temperatura miejsca długiego składowania powinna być utrzymywana w granicach 5°C…25°C. Otoczenie powinno być suche i dobrze wentylowane. Chroń przyrząd przed bezpośrednim nasłonecznieniem.
- Ładuj akumulatory w chłodnym i przewiewnym miejscu w temperaturze 10°C…28°C. Nowoczesne szybkie ładowarki wykrywają zarówno zbyt niską, jak i zbyt wysoką temperaturę akumulatorów i odpowiednio reagują na te sytuacje. Zbyt niska temperatura uniemożliwi rozpoczęcie procesu ładowania, który mógłby nieodwracalnie uszkodzić akumulator.
- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukują żywotność akumulatorów. Bezwzględnie przestrzegaj znamionowej temperatury pracy. Nie wrzucaj akumulatorów do ognia.
- Ogniwa Li-Ion są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Takie uszkodzenia mogą przyczynić się do jego trwałego uszkodzenia, a co za tym idzie – zapłonu lub wybuchu. Jakakolwiek ingerencja w strukturę akumulatora Li-Ion może doprowadzić do jego uszkodzenia. Skutkiem tego może być jego zapalenie się lub wybuch. W przypadku zwarcia biegunów akumulatora + i – może dojść do jego trwałego uszkodzenia, a nawet zapłonu lub wybuchu.
- Nie zanurzaj akumulatora Li-Ion w cieczach ani nie przechowuj w warunkach wysokiej wilgotności.
- W razie kontaktu elektrolitu, który znajduje się w akumulatorze Li-Ion z oczami lub skórą niezwłocznie przepłucz te miejsca dużą ilością wody i skontaktuj się z lekarzem. Chroń akumulator przed osobami postronnymi i dziećmi.
- W momencie zauważenia jakichkolwiek zmian w akumulatorze Li-Ion (m.in. kolor, puchnięcie, zbyt duża temperatura) zaprzestań używania akumulatora. Akumulatory Li-Ion uszkodzone mechanicznie, przeładowane lub nadmiernie wyładowane nie nadają się do użytkowania.
- Używanie akumulatora niezgodnie z przeznaczeniem może spowodować jego trwałe uszkodzenie. Może to skutkować jego zapłonem. Sprzedawca wraz z producentem nie ponoszą odpowiedzialności za ewentualne szkody powstałe w wyniku nieprawidłowego obchodzenia się akumulatorem Li-Ion.

# 8 Czyszczenie i konserwacja

**UWAGA!**

Należy stosować jedynie metody konserwacji podane przez producenta w niniejszej instrukcji.

Obudowę miernika można czyścić miękką, wilgotną szmatką używając ogólnie dostępnych detergentów. Nie należy używać żadnych rozpuszczalników ani środków czyszczących, które mogłyby uszkodzić obudowę (proszki, pasty itp.).

Sondy można umyć wodą i wytrzeć do sucha.

Przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.

Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

# 9 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody,
- dokładnie wyczyścić miernik i wszystkie akcesoria,
- przewody pomiarowe zwinąć,
- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatora przy długim przechowywaniu, należy go naładować **minimum raz na pół roku**.

# 10 Rozbiórka i utylizacja

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy gromadzić selektywnie, tj. nie umieszczać z odpadami innego rodzaju.

Zużyty sprzęt elektroniczny należy przekazać do punktu zbiórki zgodnie z wytycznymi obowiązującymi na danym obszarze.

Przed przekazaniem sprzętu do punktu zbiórki nie należy samodzielnie demontować żadnych części z tego sprzętu.

Należy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących wyrzucania opakowań, zużytych baterii i akumulatorów.

# 11 Dane techniczne

## 11.1 Dane podstawowe

⇒ skrót „w.m.” w określeniu dokładności oznacza wartość mierzoną

### 11.1.1 Pomiar napięć DC

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…1500,0 V | 0,1 V | ±(0,5% w.m. + 2 cyfry) |

### 11.1.2 Pomiar napięć AC True RMS

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…1000,0 V | 0,1 V | ±(2% w.m. + 6 cyfr) |

- Zakres częstotliwości: 45…65 Hz

### 11.1.3 Pomiar częstotliwości

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…100,0 Hz | 0,1 Hz | ±(0,5% w.m. + 2 cyfry) |

- Zakres napięć: 10…1000 V

### 11.1.4 Pomiar prądu zwarcia $I_{SC}$

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,00…30,00 A dla 1500 V DC<br>0,00…40,00 A dla 1000 V DC | 0,01 A | ±(1% w.m. + 2 cyfry) |

- W zakresie napięcia 1000…1500 V DC maksymalny mierzalny prąd jest niższy o 1 A na każde 50 V powyżej 1000 V. Przykładowo dla 1050 V DC jest to 39 A, a dla 1100 V DC jest to 38 A
- Maksymalna pojemność mierzonej instalacji przy napięciu 1500 V DC: 30 µF

### 11.1.5 Pomiar rezystancji izolacji modułu / instalacji PV

**Pomiar rezystancji $R_{ISO}$**

Zakres pomiarowy wg EN IEC 61557-2 dla $U_{ISO}$ = 250 V / 500 V / 1000 V / 1500 V: **250 kΩ…500 MΩ**

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…999,9 kΩ | 0,1 kΩ | ±(8% w.m. + 8 cyfr)* |
| 1,000…9,999 MΩ | 0,001 MΩ | |
| 10,00…99,99 MΩ | 0,01 MΩ | |
| 100,0…500,0 MΩ | 0,1 MΩ | |

* Jeśli wartości $R_{ISO}PV+$ i $R_{ISO}PV-$ różnią się od siebie o ponad 20%, to:

1. rezystancja mniejsza ($R_{ISO}PV_1$) jest mierzona z podaną dokładnością,
2. rezystancja większa ($R_{ISO}PV_2$) jest wartością niepewną, zmierzoną z nieokreśloną dokładnością,
3. suma rezystancji większej i jej nieokreślonej dokładności jest większa lub równa rezystancji mniejszej: $R_{ISO}PV_2 + \Delta(R_{ISO}PV_2) \geq (R_{ISO}PV_1)$.

- Rodzaj napięcia pomiarowego: DC
- Napięcia pomiarowe: 250 V, 500 V, 1000 V, 1500 V
- Dokładność zadawania napięcia ($R_{LOAD}$ [Ω] ≥ 1000*$U_N$ [V]): 0…+5% od ustawionej wartości
- Wykrywanie niebezpiecznego napięcia przed pomiarem
- Rozładowanie mierzonego obiektu
- Pomiar napięcia na zaciskach „+”, „–” w zakresie: 0…1000 V AC, 0…1500 V DC
- Prąd pomiarowy: 3 mA

Dla wartości rezystancji izolacji poniżej $R_{ISOmin}$ nie specyfikuje się dokładności ze względu na pracę miernika z ograniczeniem prądu przetwornicy zgodnie ze wzorem:

$$R_{ISO\,min} = \frac{U_{ISO\,nom}}{I_{ISOnom}}$$

gdzie:
$R_{ISOmin}$ – minimalna rezystancja izolacji mierzona bez ograniczenia prądu przetwornicy
$U_{ISOnom}$ – nominalne napięcie pomiarowe
$I_{ISOnom}$ – nominalny prąd przetwornicy (3 mA)

**Pomiar prądu upływu**

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0…$I_{Lmax}$ | mA, µA, nA | Obliczana na podstawie wskazań rezystancji |

- $I_{Lmax}$ – maksymalny prąd przy zwarciu przewodów
- Rozdzielczość i jednostki wynikają z zakresu pomiarowego rezystancji izolacji

### 11.1.6 Pomiar rezystancji izolacji

Zakres pomiarowy wg EN IEC 61557-2 dla $U_{ISO}$ = 250 V: **250 kΩ…200 MΩ**

| Zakres wyświetlania dla $U_N$ = 250 V | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…999,9 kΩ | 0,1 kΩ | ±(3% w.m. + 8 cyfr) |
| 1,000…9,999 MΩ | 0,001 MΩ | |
| 10,00…99,99 MΩ | 0,01 MΩ | |
| 100,0…200,0 MΩ | 0,1 MΩ | |

Zakres pomiarowy wg EN IEC 61557-2 dla $U_{ISO}$ = 500 V: **500 kΩ…500 MΩ**

| Zakres wyświetlania dla $U_N$ = 500 V | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…999,9 kΩ | 0,1 kΩ | ±(3% w.m. + 8 cyfr) |
| 1,000…9,999 MΩ | 0,001 MΩ | |
| 10,00…99,99 MΩ | 0,01 MΩ | |
| 100,0…500,0 MΩ | 0,1 MΩ | |

Zakres pomiarowy wg EN IEC 61557-2 dla $U_{ISO}$ = 1000 V: **1000 kΩ…1,000 GΩ**

| Zakres wyświetlania dla $U_N$ = 1000 V | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…999,9 kΩ | 0,1 kΩ | ±(3% w.m. + 8 cyfr) |
| 1,000…9,999 MΩ | 0,001 MΩ | |
| 10,00…99,99 MΩ | 0,01 MΩ | |
| 100,0…1000,0 MΩ | 0,1 MΩ | |

- Rodzaj napięcia pomiarowego: DC
- Napięcia pomiarowe: 250 V, 500 V, 1000 V
- Dokładność zadawania napięcia ($R_{LOAD}$ [Ω] ≥ 1000*$U_{ISO}$ [V]): 0…+5% od ustawionej wartości
- Wykrywanie niebezpiecznego napięcia przed pomiarem
- Rozładowanie mierzonego obiektu
- Pomiar napięcia na zaciskach „+”, „–” w zakresie: 0…1000 V AC, 0…1500 V DC
- Prąd pomiarowy: <3 mA
- Czas rozładowania pojemności C=2 μF naładowanej do 1000 V: ≤6 s

Dla wartości rezystancji izolacji poniżej $R_{ISOmin}$ nie specyfikuje się dokładności ze względu na pracę miernika z ograniczeniem prądu przetwornicy zgodnie ze wzorem:

$$R_{ISO\,min} = \frac{U_{ISO\,nom}}{I_{ISOnom}}$$

gdzie:
$R_{ISOmin}$ – minimalna rezystancja izolacji mierzona bez ograniczenia prądu przetwornicy
$U_{ISOnom}$ – nominalne napięcie pomiarowe
$I_{ISOnom}$ – nominalny prąd przetwornicy (3 mA)

**Pomiar prądu upływu**

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0…$I_{Lmax}$ | mA, μA, nA | Obliczana na podstawie wskazań rezystancji |

- $I_{Lmax}$ – maksymalny prąd przy zwarciu przewodów
- Rozdzielczość i jednostki wynikają z zakresu pomiarowego rezystancji izolacji

### 11.1.7 Pomiar prądu roboczego oraz mocy czynnej

**Pomiar mocy czynnej P – napięcie AC i DC**

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,0…999,00 kW | 0,01 kW | Zależna od dokładności pomiaru napięcia i prądu |

**Pomiar prądu AC i DC przy pomiarze mocy czynnej P**

- Jak w mierniku Sonel CMP-1015-PV

### 11.1.8 Pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem ±200 mA

Zakres pomiarowy wg EN IEC 61557-4: **0,11…1999 Ω**

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,00…19,99 Ω | 0,01 Ω | ±(2% w.m. + 3 cyfry) |
| 20,0…199,9 Ω | 0,1 Ω | |
| 200…1999 Ω | 1 Ω | ±(4% w.m. + 3 cyfry) |

- Napięcie DC na otwartych zaciskach: 4…24 V
- Prąd wyjściowy przy R < 2 Ω: $I_{SC}$ > 200 mA DC
- Kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych
- Pomiary dla obu polaryzacji prądu

### 11.1.9 Krzywa I-U

- Pomiar $I_{SC}$, $I_{mpp}$ – zakresy i dokładności jak w sekcji „Pomiar prądu zwarcia $I_{SC}$”
- Pomiar $U_{OC}$, $U_{mpp}$ – zakresy i dokładności jak w sekcji „Pomiar napięć DC”
- Pomiar $P_{MAX}$ – zakresy i dokładności:

| Zakres wyświetlania | Rozdzielczość | Dokładność |
|---|---|---|
| 0,00…999,9 W | 0,1 W | Zależna od dokładności pomiaru napięcia $U_{OC}$ i prądu $I_{SC}$ |
| 1,00…45,00 kW | 0,01 kW | |

- Wykres krzywej I-U składa się ze 100 punktów
- Liczba pomiarów krzywej I-U, która poskutkuje zadziałaniem zabezpieczenia temperaturowego miernika, wynosi 30 dla warunków:
  - Moc badanej instalacji: 15 kW
  - Panele jednostronne
  - Temperatura otoczenia i wnętrza miernika: 26°C
  - Odstęp między pomiarami: 30 sekund
- Czas trwania pomiaru:
  - Bez podłączonego IRM-1: ok. 8 s
  - Z podłączonym IRM-1: od ok. 15 s do ok. 40 s w zależności od zmienności nasłonecznienia

## 11.2 Dane eksploatacyjne

a) rodzaj izolacji wg EN 61010-1 i EN IEC 61557 ..... podwójna
b) kategoria pomiarowa wg EN IEC 61010-2-030
- grupa gniazd „–”, „+”, ⏚ – znamionowa wysokość pracy ≤2000 m ..... CAT III 1500 V DC
- grupa gniazd $R_{CONT}$-, $R_{CONT}$+ – znamionowa wysokość pracy ≤2000 m ..... CAT III 600 V

c) stopień ochrony obudowy wg EN 60529
- otwarta obudowa ..... IP40
- zamknięta obudowa ..... IP65

d) zasilanie miernika ..... akumulator Li-Ion 7,2 V 9,8 Ah
e) wymiary ..... 390 x 308 x 172 mm
f) waga ..... ok. 8,8 kg
g) temperatura przechowywania ..... -20°C…+60°C
h) temperatura pracy ..... -10°C…+45°C
i) wilgotność ..... 20%…90%
j) temperatura odniesienia ..... +23°C ± 2°C
k) wilgotność odniesienia ..... 40…60%
l) wyświetlacz ..... LCD, kolorowy, dotykowy pojemnościowy 7”
..... rozdzielczość 1280x720 punktów, maks. jasność 800 cd/m$^2$
m) ilość pomiarów przy zasilaniu z akumulatora (częstotliwość 1 pomiar/minuta)
- krzywa I-U (miernik włączony, bez działających modułów radiowych, podświetlenie ekranu 50%, bez IRM-1) ..... ok. 400
- $R_{ISO}$ PV (miernik włączony, bez działających modułów radiowych, podświetlenie ekranu 50%, $U_{ISO}$=1500 V) ..... ok. 500

n) czas pracy na pojedynczym ładowaniu akumulatora
- miernik włączony, nieużywany, bez działających modułów radiowych, podświetlenie ekranu 50% ..... ok. 9,5 h

o) pamięć wyników pomiarów ..... 9999 wyników
p) transmisja wyników – przewodowa ..... USB-B, RJ-45
q) transmisja wyników – bezprzewodowa
- interfejs ..... Bluetooth, Wi-Fi
- zasięg ..... do 10 m

r) komunikacja z urządzeniem zewnętrznym – przewodowa ..... USB-A
s) komunikacja z IRM-1
- maksymalna liczba połączonych mierników ..... 2
- zasięg ..... do 300 m

t) częstotliwość pasma Wi-Fi ..... 2,4 GHz, 5 GHz
u) standard jakości ..... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
v) przyrząd spełnia wymagania normy ..... EN 61010-1, EN IEC 61557, EN IEC 61010-2-030
w) wyrób spełnia wymagania EMC (odporność dla środowiska przemysłowego) wg norm .....
..... EN IEC 61326-1, EN IEC 61326-2-2

**UWAGA**

***Informacja o użytkowaniu miernika na wysokości od 2000 m n.p.m. do 5000 m n.p.m.**

Dla wejść napięciowych należy przyjąć, że kategoria pomiarowa zostaje obniżona do następujących wartości względem ziemi:

- –, +, ⏚: CAT III 600 V
- $R_{CONT}$-, $R_{CONT}$+: CAT IV 300 V

Oznaczenia i symbole umieszczone na przyrządzie należy uważać za obowiązujące podczas używania go na wysokości ≤2000 m.

**UWAGA!**

Miernik zakwalifikowano z punktu widzenia EMC do przyrządów klasy A (do stosowania w środowiskach przemysłowych – wg EN 55011). Należy liczyć się z możliwością zakłócania pracy innych urządzeń przy stosowaniu mierników w innych środowiskach (np. domowym).

SONEL S.A. niniejszym oświadcza, że typ urządzenia radiowego PVM-1530 jest zgodny z dyrektywą 2014/53/UE. Pełny tekst deklaracji zgodności UE jest dostępny pod następującym adresem internetowym: https://www.sonel.pl/pl/pobierz/deklaracje-zgodnosci/

## 11.3 Specyfikacja Bluetooth

a) wersja ..... v4.2 Classic, BLE
b) zakres częstotliwości ..... 2412 MHz…2472 MHz
c) metoda modulacji ..... GFSK/π/4DQPSK/8DPSK/LE
d) czułość odbiornika ..... do -92 dBm
e) maksymalna moc częstotliwości radiowej (EIRP) ..... 8,3 dBm (ok. 6,8 mW)

## 11.4 Dane dodatkowe

Dane o niepewnościach dodatkowych są przydatne głównie w przypadku używania miernika w niestandardowych warunkach oraz dla laboratoriów pomiarowych przy wzorcowaniu.

### 11.4.1 Niepewności dodatkowe wg EN IEC 61557-2 ($R_{ISO}$)

| Wielkość wpływająca | Oznaczenie | Niepewność dodatkowa |
|---|---|---|
| Położenie | $E_1$ | 0% |
| Napięcie zasilania | $E_2$ | 1% (nie wyświetla się 1%) |
| Temperatura 0°C…35°C | $E_3$ | 6% |

### 11.4.2 Niepewności dla wyników przeliczonych na warunki STC

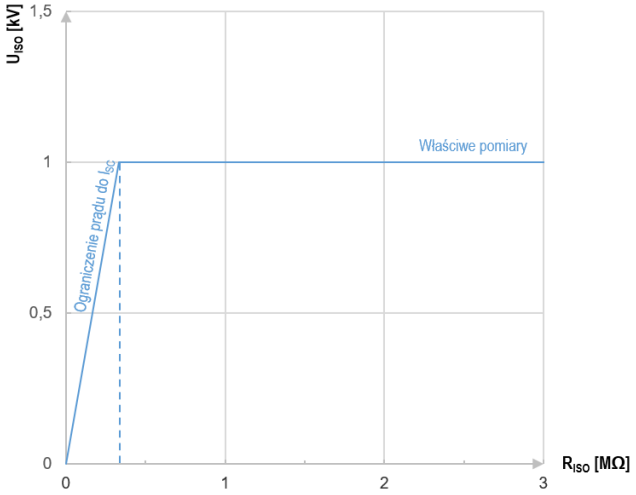
| Wielkość | Niepewność |
|---|---|
| $P_{MAX\ STC}$ | ±4% w.m. |
| $I_{SC\ STC}$ | ±6,5% w.m. + 2 cyfry |
| $U_{OC\ STC}$ | ±4% w.m. + 2 cyfry |
| $U_{MPP\ STC}$ | ±4% w.m. |
| $I_{MPP\ STC}$ | ±7% w.m. |

- Poziom ufności U = 95%
- Współczynnik rozszerzenia k = 2
- Temperatura modułu PV w zakresie (-20…+100)ºC
- Irradiancja E ≥ 500 W/m$^2$
- Dla irradiancji E < 500 W/m$^2$ niepewność nie jest specyfikowana

## 11.5 Charakterystyka przetwornicy

Przyrząd mierzy rezystancję izolacji podając na badaną rezystancję $R_{ISO}$ napięcie pomiarowe $U_{ISO}$ i mierząc przepływający przez nią prąd I, kontrolowany od strony zacisku **+**. Przy obliczaniu wartości rezystancji izolacji miernik korzysta z technicznej metody pomiaru rezystancji ($R_{ISO}=U_{ISO}/I$).

Prąd wyjściowy przetwornicy $\mathbf{I_{SC}}$ wynosi 3 mA Załączenie ograniczenia prądowego sygnalizowane jest ciągłym sygnałem dźwiękowym. Wynik badania jest wówczas prawidłowy, ale na **zaciskach** pomiarowych występuje **napięcie niższe niż nastawione**. Ograniczenie prądu występuje w pierwszej fazie pomiaru wskutek ładowania pojemności badanego obiektu.




**Rzeczywiste napięcie pomiarowe $U_{ISO}$ w funkcji mierzonej rezystancji izolacji $R_{ISO}$ (dla maksymalnego napięcia pomiarowego)**

## 11.6 Zabezpieczenie przed skokiem prądów przy pomiarze $I_{SC}$ i krzywej I-U

Miernik przeprowadza wieloetapowy, kontrolowany proces pomiarowy, który umożliwia bezpieczne zarządzanie energią zgromadzoną w instalacji fotowoltaicznej oraz ograniczenie wpływu impulsów prądowych.

Wspomniane impulsy prądowe to tzw. prąd rozruchowy, ang. *inrush current*. W przypadku instalacji PV zjawisko to nie jest związane z uruchamianiem, lecz wynika z właściwości pojemnościowych badanego obiektu. Z tego względu bardziej precyzyjnym określeniem jest prąd udarowy lub transjent prądowy.

Na początku pomiaru instalacja PV jest podłączana do układu ograniczającego prąd, który inicjuje kontrolowany przepływ energii oraz weryfikuje możliwość wykonania pomiaru. Energia zgromadzona w instalacji zostaje skierowana do układu wysokowydajnych rezystorów mocy i rozproszona w nim. Na tym etapie ograniczana jest wartość impulsu prądowego oraz jego dynamika (dI/dt), a jednocześnie realizowane jest kontrolne rozładowanie pojemności elektrycznej instalacji, podczas którego zdecydowana większość energii (ponad 95%) zostaje rozproszona poza właściwym torem pomiarowym. Dzięki temu układ zostaje doprowadzony do stabilnych warunków pracy. Dopiero po obniżeniu poziomu energii wykonywany jest właściwy pomiar.

- W **pomiarze prądu zwarcia $I_{SC}$** energia oddawana do elementów półprzewodnikowych (klucza pomiarowego) jest ograniczona do minimalnych wartości, co znacząco zwiększa bezpieczeństwo obsługi i trwałość miernika.
- W **pomiarze krzywej I-U** energia instalacji jest w całości przejmowana przez układ rezystorów mocy o wysokiej zdolności rozpraszania energii, wspomagany przez elementy o dużej masie termicznej i przez aktywne chłodzenie. Całość procesu wspierana jest przez zaawansowane algorytmy, które nadzorują przebieg pomiaru, dobierają czas próbkowania danych oraz zapewniają powtarzalność i wysoką wiarygodność wyników.

Powyższe sprawia, że PVM-1530 zapewnia bezpieczny i stabilny pomiar nawet w instalacjach PV o wysokiej energii wejściowej.

# 12 Producent

Producentem przyrządu prowadzącym serwis gwarancyjny i pogwarancyjny jest:

**SONEL S.A.**
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
tel. +48 74 884 10 53 (Biuro Obsługi Klienta)
e-mail: bok@sonel.pl
internet: www.sonel.pl

**UWAGA!**

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.

## NOTATKI

## NOTATKI

## NOTATKI

## KŁOPOTY Z POMIARAMI?

Wszystkie informacje na temat żądanego badania znajdziesz w menu pomocy danej funkcji pomiarowej.

Pobierz instrukcję obsługi platformy **Sonel MeasureEffect™** i znajdź w niej informacje na temat badania. W tym celu odwiedź:

- stronę WWW platformy Sonel MeasureEffect™,
- stronę WWW Twojego przyrządu.

**SONEL S.A.**
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

**Biuro Obsługi Klienta**
tel. +48 74 884 10 53
e-mail: bok@sonel.pl

**www.sonel.pl**