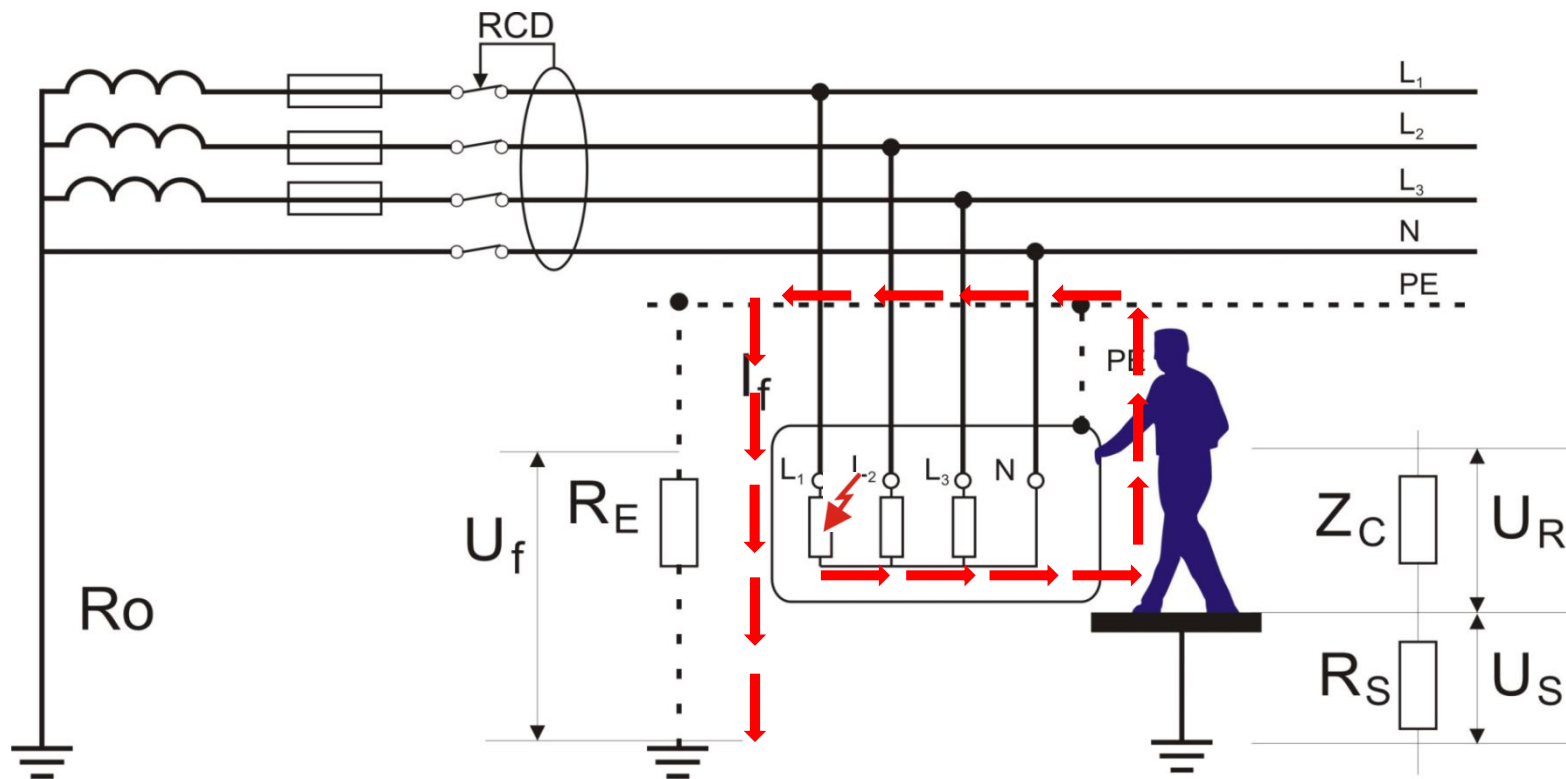


The image features a low-angle, upward-looking shot of a modern building with a curved facade. The left side of the building is covered in a brick pattern, while the right side is a smooth, curved wall with horizontal lines. The sky is filled with scattered white clouds. A large, white, stylized logo is centered in the upper half of the image. The logo consists of a large '@' symbol on the left, followed by the word 'sonel' in a bold, lowercase sans-serif font, and a registered trademark symbol (®) to the right of the word. The entire image has a cyan/blue color cast.

@sonel®

**MIERZYM
GLOBALNIE**

Schemat instalacji w przypadku wystąpienia uszkodzenia w odbiorniku



Z_C - Impedancja ciała ludzkiego

R_S - Rezystancja podłogi i obuwia

R_E - Rezystancja uziemienia części przewodzącej dostępnej

I_f - Prąd zakłócenia

U_R - Napięcie rażeniowe

U_S - Spadek napięcia na rezystancji podłoga / obuwie

U_f - Napięcie zakłócenia ($U_f = U_R + U_S$)

Co mierzyć ?

Zakres wykonywanych badań



Norma PN-HD 60364-6

1. Oględziny.

2. Próby.

6.4.3.2 Ciągłość przewodów.

6.4.3.3 Rezystancja izolacji instalacji elektrycznej.

6.4.3.5 Rezystancja izolacji podłóg i ścian.

6.4.3.6 Sprawdzenie biegunowości.

6.4.3.7 Ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenie zasilania.

6.4.3.8 Ochrona uzupełniająca (pomiar RCD).

6.4.3.9 Sprawdzenie kolejności faz.

6.4.3.11 Sprawdzenie spadku napięcia.

Jak często mierzyć ?

Częstotliwość wykonywania badań



1. Nie rzadziej niż co 5 lat

2. Nie rzadziej niż co pół roku.

w przypadku budynków o powierzchni zabudowy przekraczającej 2000 m²
oraz innych obiektów budowlanych o powierzchni dachu przekraczającej 1000 m²

Stanowi o tym treść art. 62.1 Prawa budowlanego.

3. Nie rzadziej niż co 1 rok

Jak często mierzyć ?

Częstotliwość wykonywania badań



Rodzaj pomieszczenia	Okres pomiędzy kolejnymi sprawdzeniami	
	Skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	Rezystancji izolacji
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 wilg. ok. 100% wilgotne przejściowo 75-100%	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
Gorące o temperaturze powietrza ponad 35°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 (ZL I, ZL II, ZL III)	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

Czym mierzyć ?

Przepisy dotyczące przyrządów pomiarowych



Norma PN-EN 61557

Bezpieczeństwo elektryczne w sieciach niskonapięciowych
o napięciach przemiennych do 1kV i stałych do 1,5 kV
– urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów
lub monitorowania środków ochronnych

Czym mierzyć ?

Przepisy dotyczące przyrządów pomiarowych



Błędy graniczne przyrządów. PN-EN 61557 (DIN VDE 0413):

Przyrządy do:	Błędy graniczne
Pomiaru rezystancji izolacji	±30%
Kontroli stanu izolacji sieci	±15%
Pomiaru impedancji pętli zwarcia	±30%
Niskonapięciowy pomiar rezystancji połączeń ochronnych i wyrównawczych	±30%
Pomiaru rezystancji uziemienia	±30%
Badania ochrony przeciwporażeniowej z wyłącznikami różnicowoprądowymi: <ul style="list-style-type: none">• pomiar prądu zadziałania• pomiar czasu zadziałania	±20% ±10%

Czym mierzyć ?

Zakres pomiarowy miernika cyfrowego



Zakres wyświetlania

(np.: 0,00...199)

Rozdzielczość

(np. 0,01)

Błąd podstawowy:

- błąd części analogowej
 - błąd części cyfrowej
- np. $\pm (2\% \text{ w.w.} + 4 \text{ cyfry})$

Zakres pomiarowy
Norma IEC 61557

Zakres pomiarowy

Czym mierzyć ?

Błąd pomiaru w miernikach cyfrowych



Przykład dla miernika o rozdzielczości 0,01 Ω , błąd podstawowy \pm (2% w.w. + 4 cyfry) :

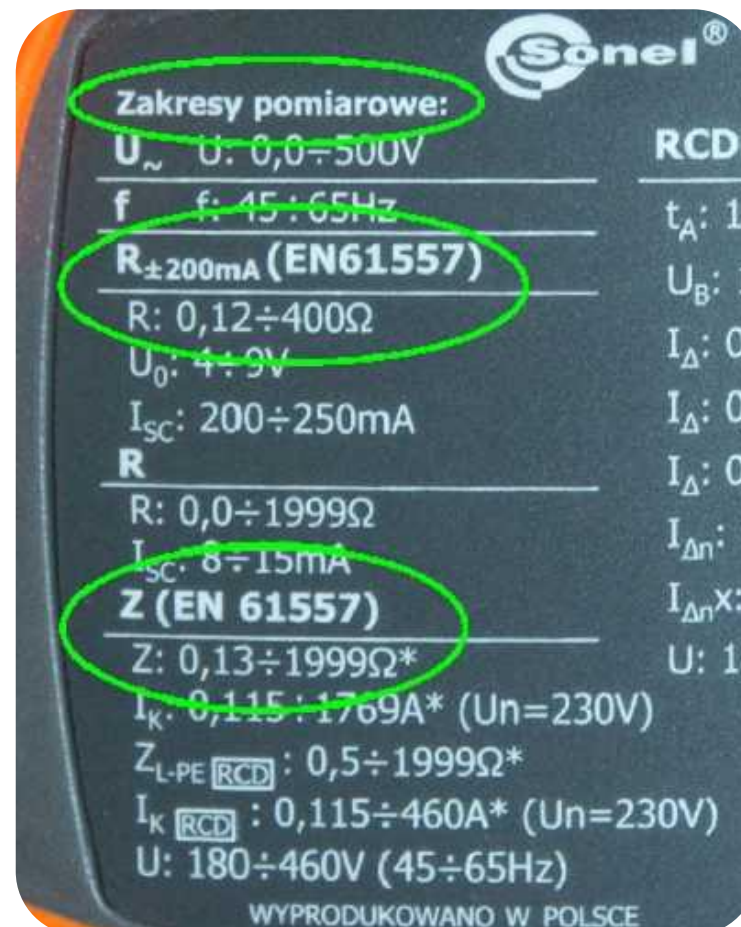
Wartość wyświetl.	Błąd „2% w.w”	Błąd „4 cyfry”	Łączny błąd	Łączny błąd jako % wartości zmierzonej
1,00 Ω	0,02 Ω	0,04 Ω	0,06 Ω	6%
0,50 Ω	0,01 Ω	0,04 Ω	0,05 Ω	10%
0,20 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	20%
0,14 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	29%
0,13 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	30%
0,10 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	40%
0,05 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	80%

Zakres wyświetlania: 0,00...200 Ω , zakres pomiarowy 0,13...200

0

Czym mierzyć ?

Przepisy dotyczące przyrządów pomiarowych



Sprawdzenia okresowe

Przepisy dotyczące przyrządów pomiarowych



PN-E 04700

Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych p. 3.2.5

„Przyrządy pomiarowe stosowane w badaniach powinny mieć świadectwa potwierdzające ich sprawność techniczną.”

Norma PN-ISO 10012-1, zał. A

- m. in. producent może zalecić czasokres przeprowadzania kontroli metrologicznej przyrządu.

Sprawdzenia okresowe

Przepisy dotyczące przyrządów pomiarowych



Ustawa z dnia 11 maja 2001

Prawo o miarach

(tekst jednolity: Dz. U. z roku 2004, nr 243, poz. 2441).

Wzorcowanie - czynności ustalające relację między wartościami wielkości mierzonej wskazanymi przez przyrząd pomiarowy, a odpowiednimi wartościami wielkości fizycznych, realizowanymi przez wzorzec jednostki miary.

Kto użytkuje przyrządy pomiarowe w dziedzinach, o których mowa w art. 8 ust.1, niezgodnie z warunkami właściwego ich stosowania
- podlega karze grzywny.



Wielofunkcyjne mierniki parametrów instalacji elektrycznej

Ekran dotykowy

MPI-540PV
MPI-540
MPI-536

Podręczne

MPI-507
MPI-506
MPI-502

Standardowe

MPI-530IT
MPI-530
MPI-525
MPI-520
MPI-520 Start

Zestawy pomiarowe

WME-6
WME-5

Mierniki rezystancji izolacji

MIC-15k1
MIC-10k1
MIC-5050

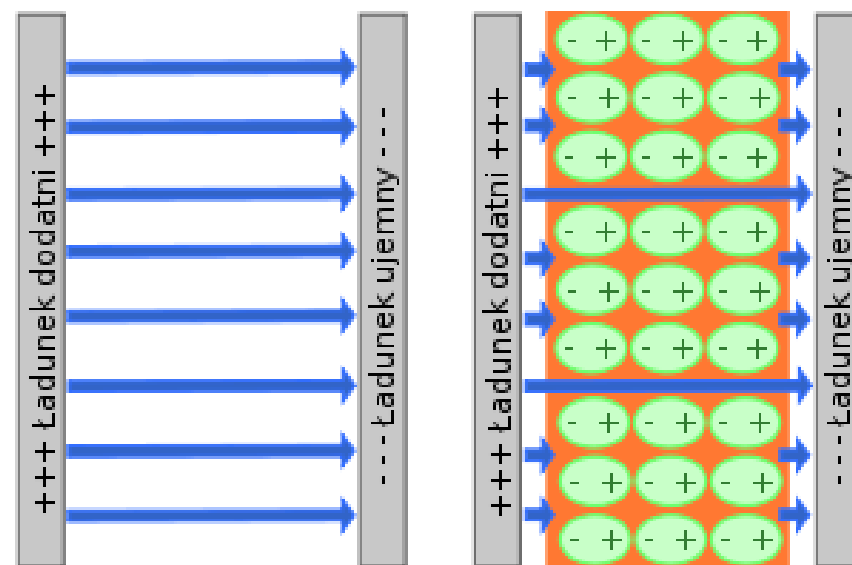
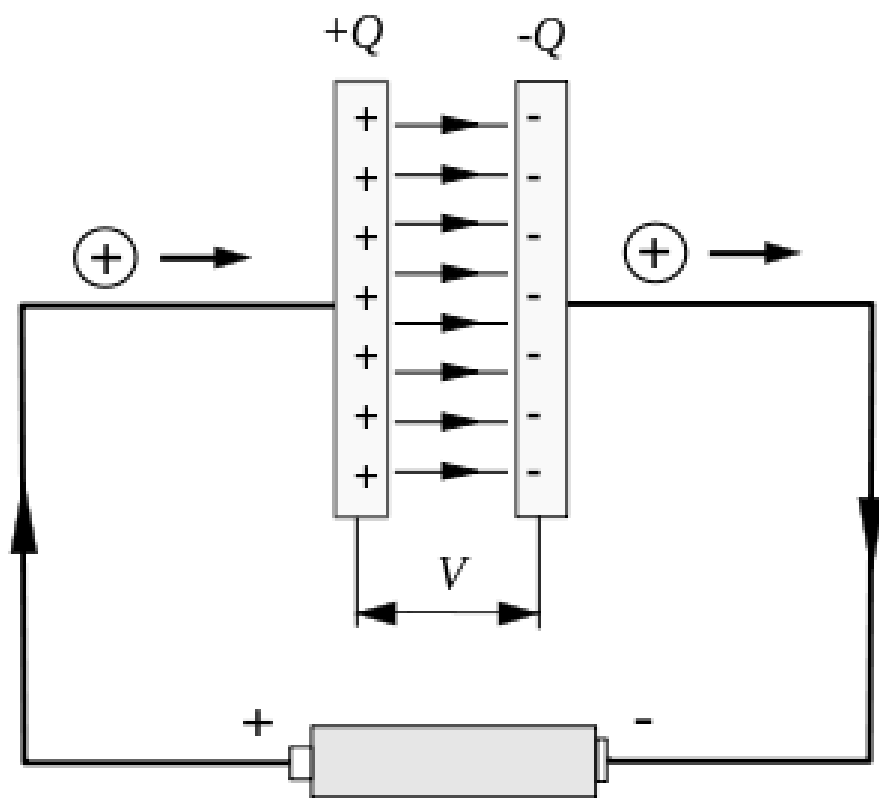
MIC-5010
MIC-5005

MIC-5001,
MIC-2510
MIC-2501

MIC-30
MIC-10

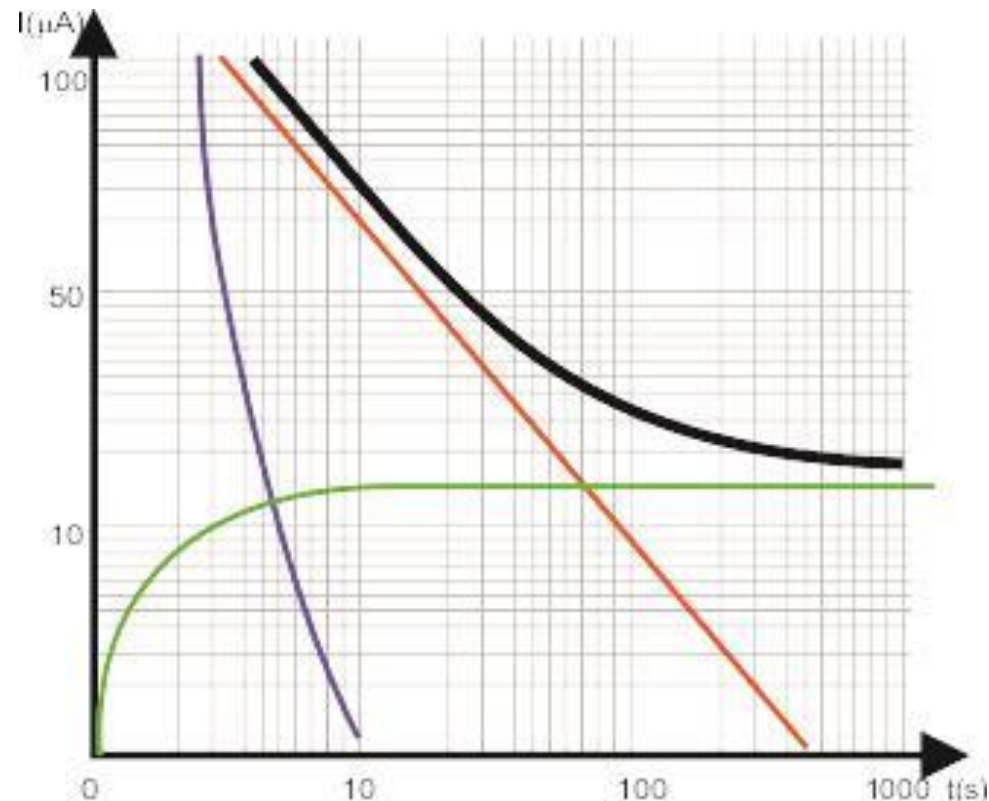
MIC-5

Pomiar rezystancji izolacji



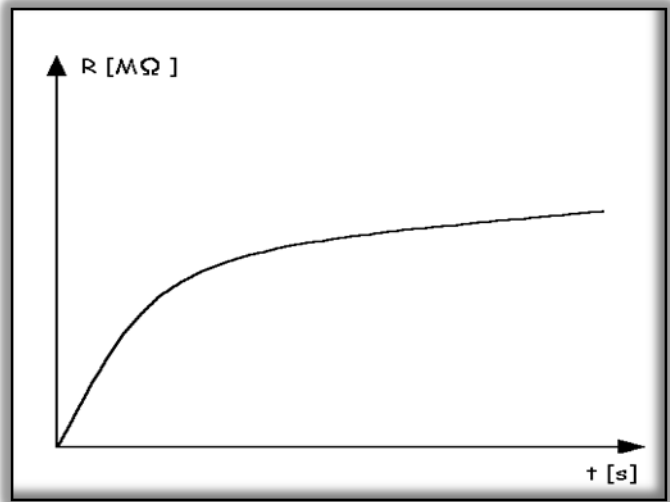
- Dielektryk
- Okładki kondensatora
- Dipole (zaindukowane i zorientowane)
- Pole elektryczne

Pomiar rezystancji izolacji

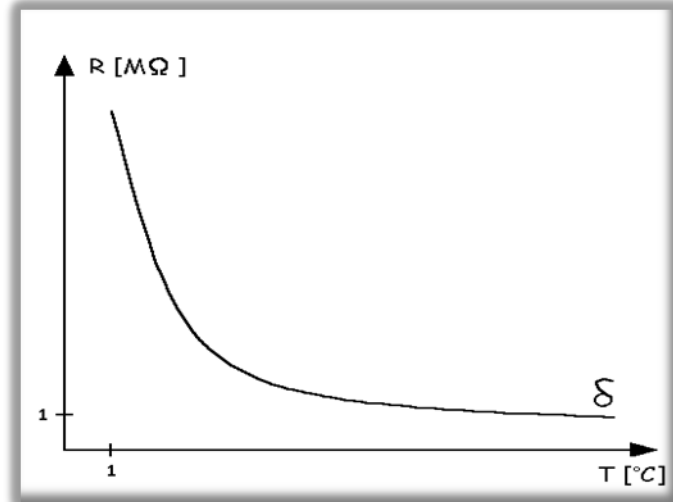


1. prąd całkowity
2. prąd ładowania pojemności
3. prąd absorpcji (polaryzacji)
Powodowany przez ładunki w materiale izolatora poruszane pod wpływem pola elektrycznego lub dipole molekuł ustawiające się zgodnie z liniami przyłożonego pola. Zjawisko to jest w dużej mierze powodowane przez wilgoć lub zanieczyszczenia w izolacji
4. prąd przewodzenia (upływu) – suma prądów płynących przez materiał oraz po powierzchni

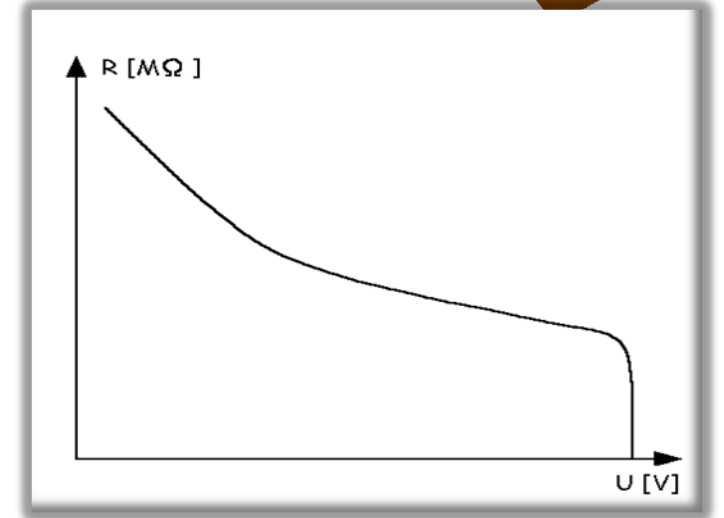
Pomiar rezystancji izolacji



Zmiana wskazań rezystancji izolacji w czasie



Zmiana wartości rezystancji przy zmianach temperatury



Zmiana wartości rezystancji przy zmianie napięcia

Pomiar rezystancji izolacji



Dobry izolator wykazuje wzrost rezystancji po czasie 10 minut, gdyż w zanieczyszczonym izolatorze efekty polaryzacji są maskowane przez wysokie prądy upływności i w związku z tym przebieg charakterystyki jest bardziej płaski.

Stan izolacji	DD	PI	DAR
definicja	$I(60\text{ s}) / (V \times C)$	<u>10 minut</u> 1 minuta	<u>30 sekund</u> 15 sekund
słaby	< 1	< 1	> 4
niejasny	1 do 2	1 do 1,4	2 do 4
OK	2 do 4	1,4 do 1,6	< 2
dobry	> 4	> 1,6	

więcej znajdziesz na: www.sonel.pl



może identyfikować zaabsorbowaną przez izolację wilgoć ponieważ ma ona wpływ na zachowanie się absorpcji dielektryka - jest natomiast maskowana przez wpływ upływności, jeżeli próbujemy mierzyć absorpcję w cyklu ładowania.

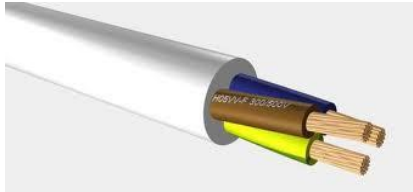
Pomiar rezystancji izolacji należy przeprowadzać:

- w temperaturze od 10 do 25 °C,
- przy wilgotności względnej od 40% do 70%,
- po przygotowaniu izolacji badanej (powierzchnia izolatora powinna być czysta i niezawilgocona),
- w stanie nagrzanym uzwojeń maszyn nagrzewających się w czasie pracy.

Temperatura °C	4	8	10	12	16	20	24	26	28
izolacja uzwojenia silnika	0,63	0,67	0,70	0,77	0,87	1,00	1,13	1,21	1,30
izolacja papierowa kabla	0,21	0,30	0,37	0,42	0,61	1,00	1,57	2,07	2,51
izolacja gumowa kabla	0,47	0,57	0,62	0,68	0,83	1,00	1,18	1,26	1,38
Izolacja polwinitowa kabla	0,11	0,19	0,26	0,33	0,62	1,00	1,85	2,38	3,12

$$R_{obl.} = R_x \cdot K_p$$

Pomiar rezystancji izolacji



Napięcie nominalne obwodu (V)	Napięcie probiercze DC (V)	Rezystancja izolacji (MΩ)
SELV i PELV	250	≥ 0,5
do 500 V włącznie, w tym FELV	500	≥ 1,0
powyżej 500 V	1000	≥ 1,0

Minimalne wartości rezystancji izolacji (PN-HD 60364-6)

Pomiar rezystancji izolacji



Rezystancja izolacji każdej żyły kabla zmierzona względem pozostałych zwartych i uziemionych, przeliczona na temperaturę odniesienia 20 °C, w linii o długości do 1 km, nie powinna być mniejsza niż:

1) w linii kablowej o napięciu znamionowym do 1 kV:

- 75 MΩ – w przypadku kabla o izolacji gumowej,
- 20 MΩ – w przypadku kabla o izolacji papierowej,
- 20 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polwinitowej,
- 100 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polietylenowej;

2) linii kablowej o napięciu znamionowym powyżej 1 kV:

- 50 MΩ – w przypadku kabla o izolacji papierowej,
- 40 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polwinitowej,
- 100 MΩ – w przypadku kabla o izolacji polietylenowej,
- 1000 MΩ – w przypadku kabla o napięciu znamionowym 110 kV.



Pomiar rezystancji izolacji



Aktor załączający z 2 wejściami binarnymi



Aktor ściemniający z 2 wejściami binarnymi



Aktor sterujący klimatyzatorami z czujnikami pilotów IR



Aktor żaluzjowy z 4 wej. binarnymi i wejściem czujnika temperatury



Aktor załączający z 2 wyjściami



Sensor z 4 wejściami binarnymi lub czujników ruchu lub temperatury



61.3.3 Rezystancja izolacji instalacji elektrycznej

Rezystancję izolacji należy zmierzyć między przewodami czynnymi a przewodem ochronnym, przyłączonym do układu uziemiającego. Do tego pomiaru przewody czynne można połączyć razem.

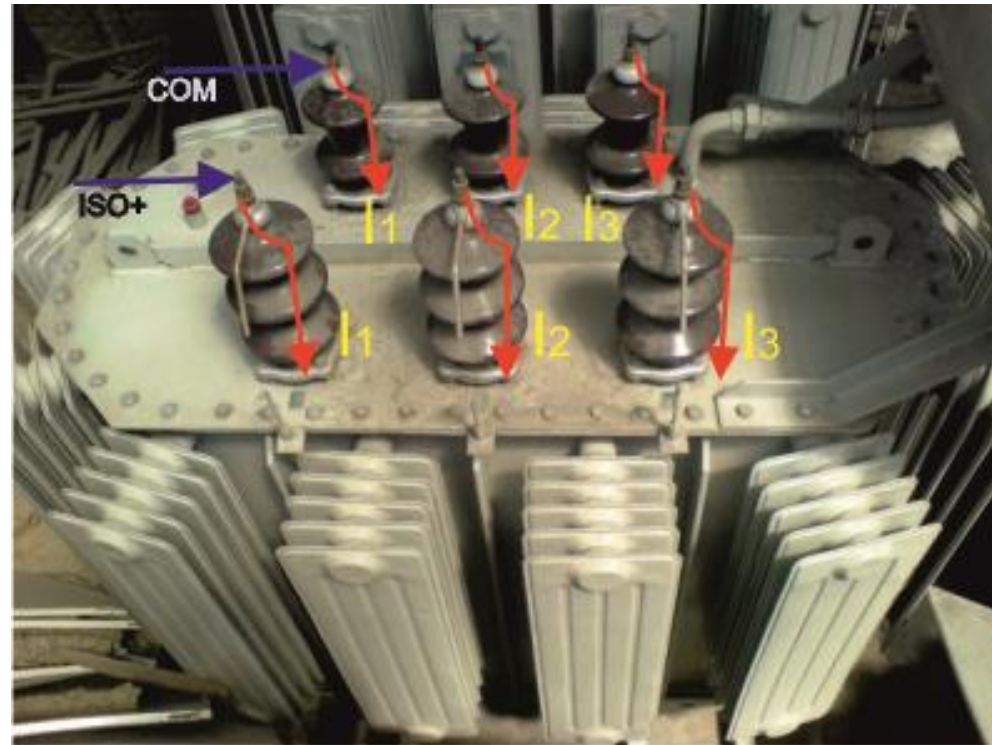
UWAGA 1 Do celów pomiarowych przewód neutralny odłącza się od przewodu ochronnego.

UWAGA 2 W układach TN-C pomiar wykonuje się między przewodami czynnymi a przewodem PEN.

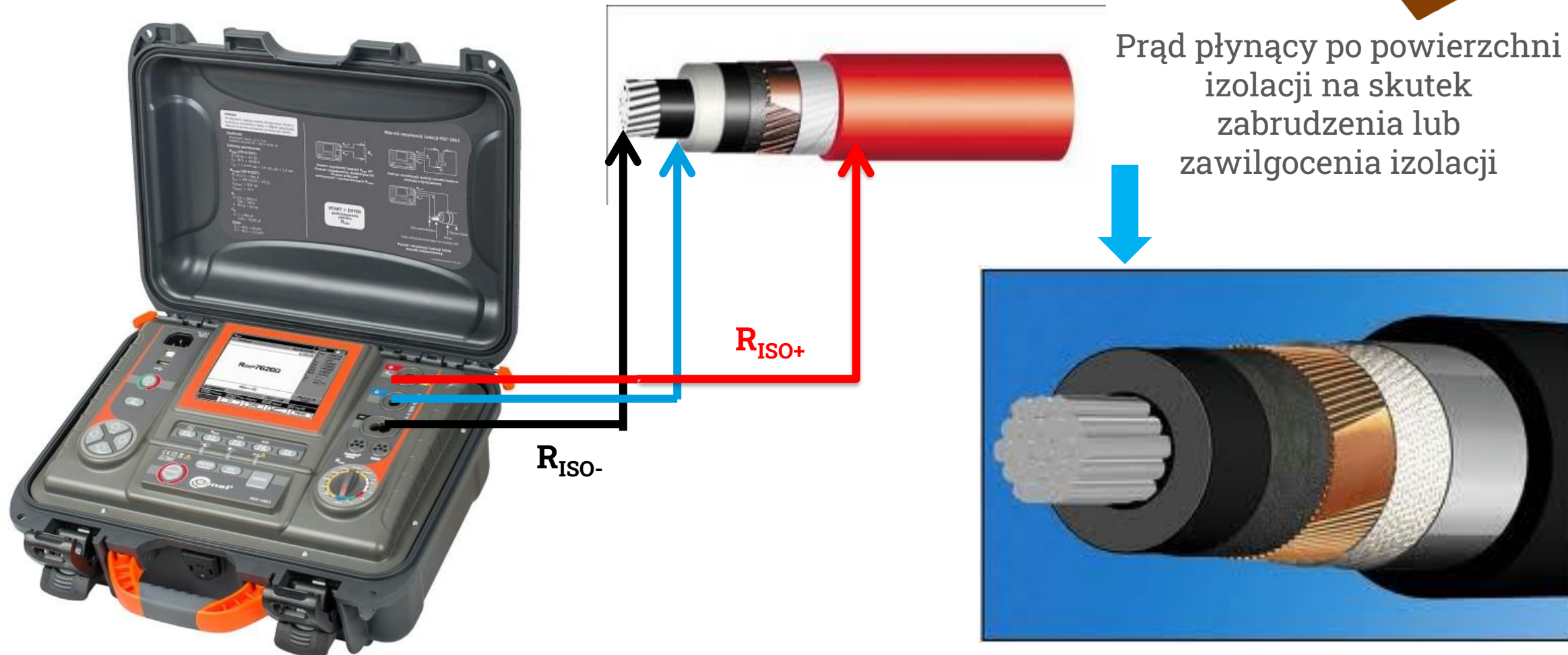
Patrz: PN-HD 60364-6



Pomiar rezystancji izolacji



Pomiar rezystancji izolacji



Mierniki impedancji pętli zwarcia



MZC-330S
MZC-320S

MZC-20E

MZC-306
MZC-304



Pomiary impedancji pętli zwarcia

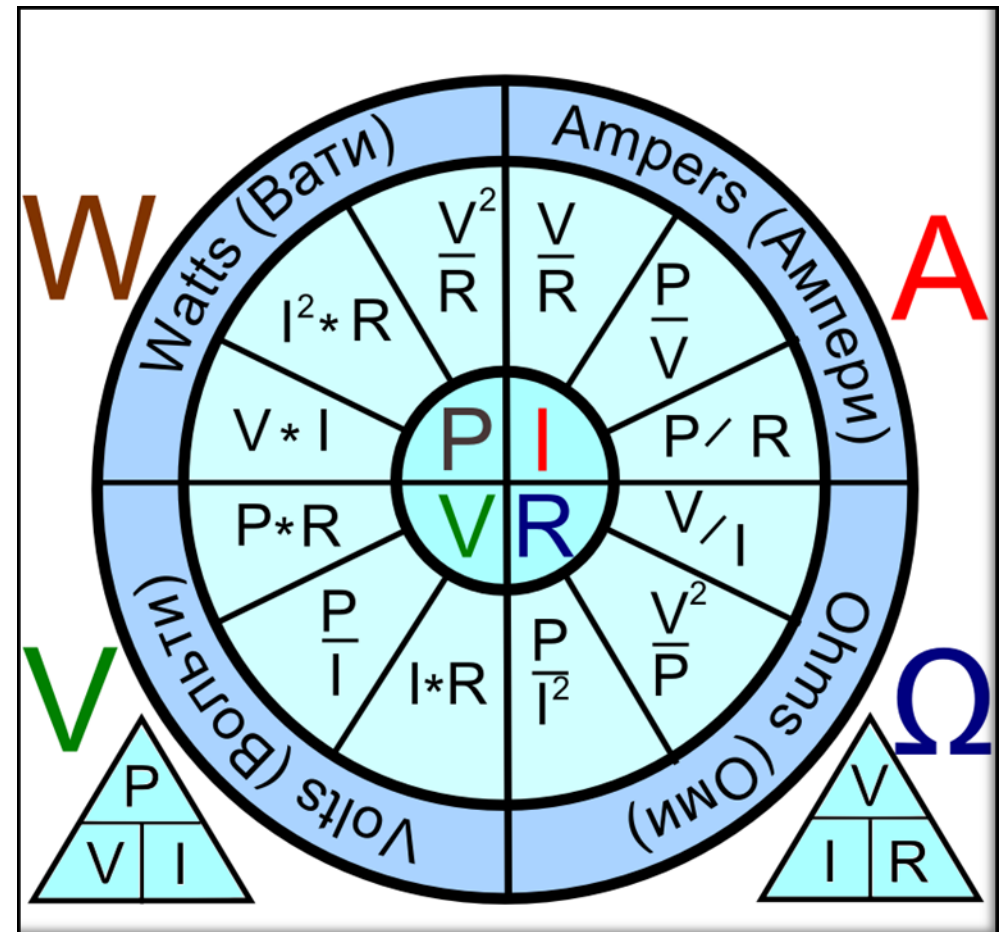


Spodziewany prąd zwarciaowy

$$I_k = \frac{U_n}{Z_s}$$

U_n – napięcie nominalne

Z_s – zmierzona impedancja pętli zwarcia



Pomiar impedancji pętli zwarcia

Maksymalne czasy wyłączenia wg PN-HD 60364-4-41



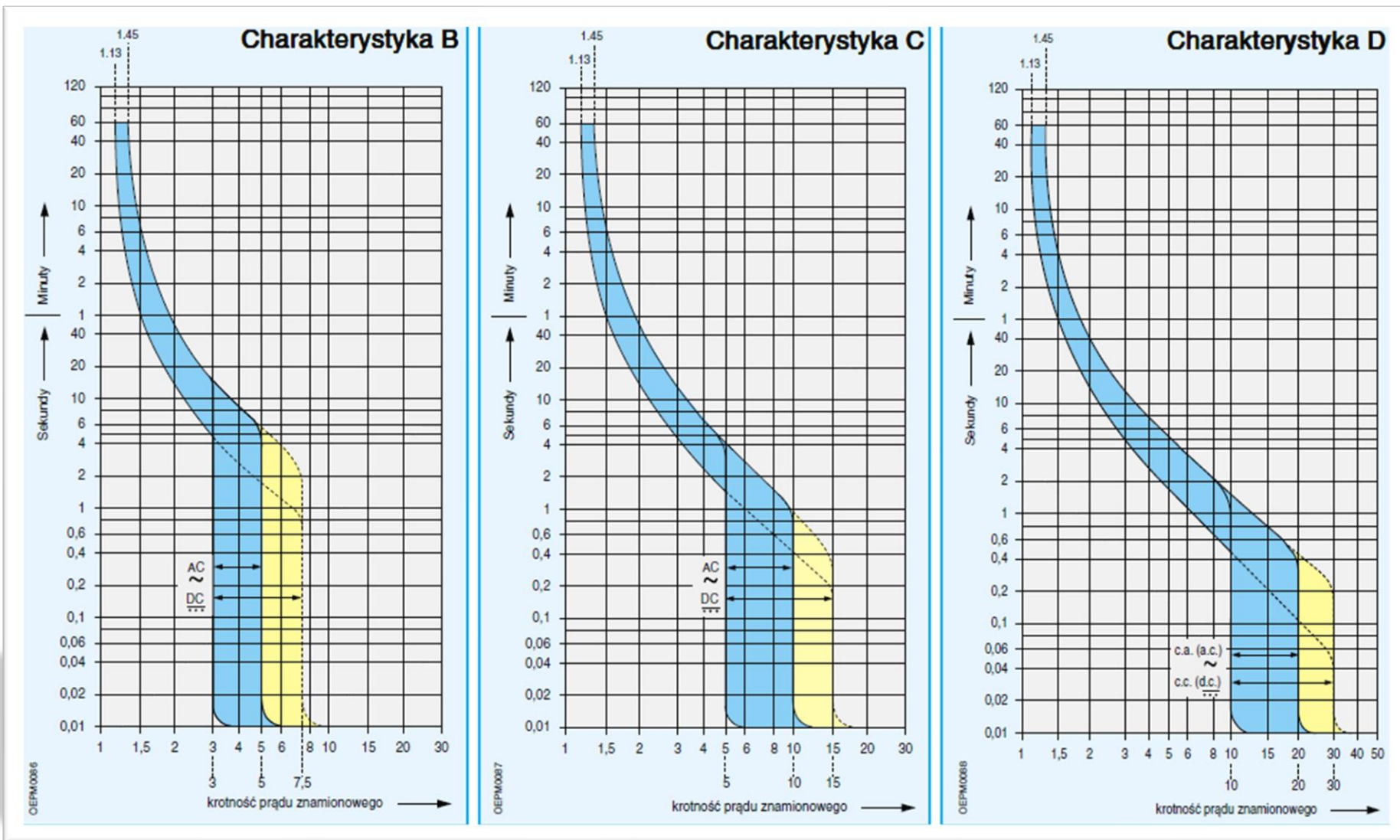
UKŁAD	50 V < U ₀ ≤ 120 V		120 V < U ₀ ≤ 230 V		230 V < U ₀ ≤ 400 V		U ₀ > 400 V	
	A.C.	D.C.	A.C.	D.C.	A.C.	D.C.	A.C.	D.C.
TN	0,8 s	<i>Uwaga 1</i>	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s	<i>Uwaga 1</i>	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

Uwaga 1. Wyłączanie może być wymagane z powodu innego niż ochrona przeciwporażeniowa.

Dla obwodów rozdzielczych oraz obwodów zabezpieczonych wyłącznikami nadprądowymi dla prądów ponad 32 A dopuszczalny maksymalny czas wyłączenia wynosi 5 s.

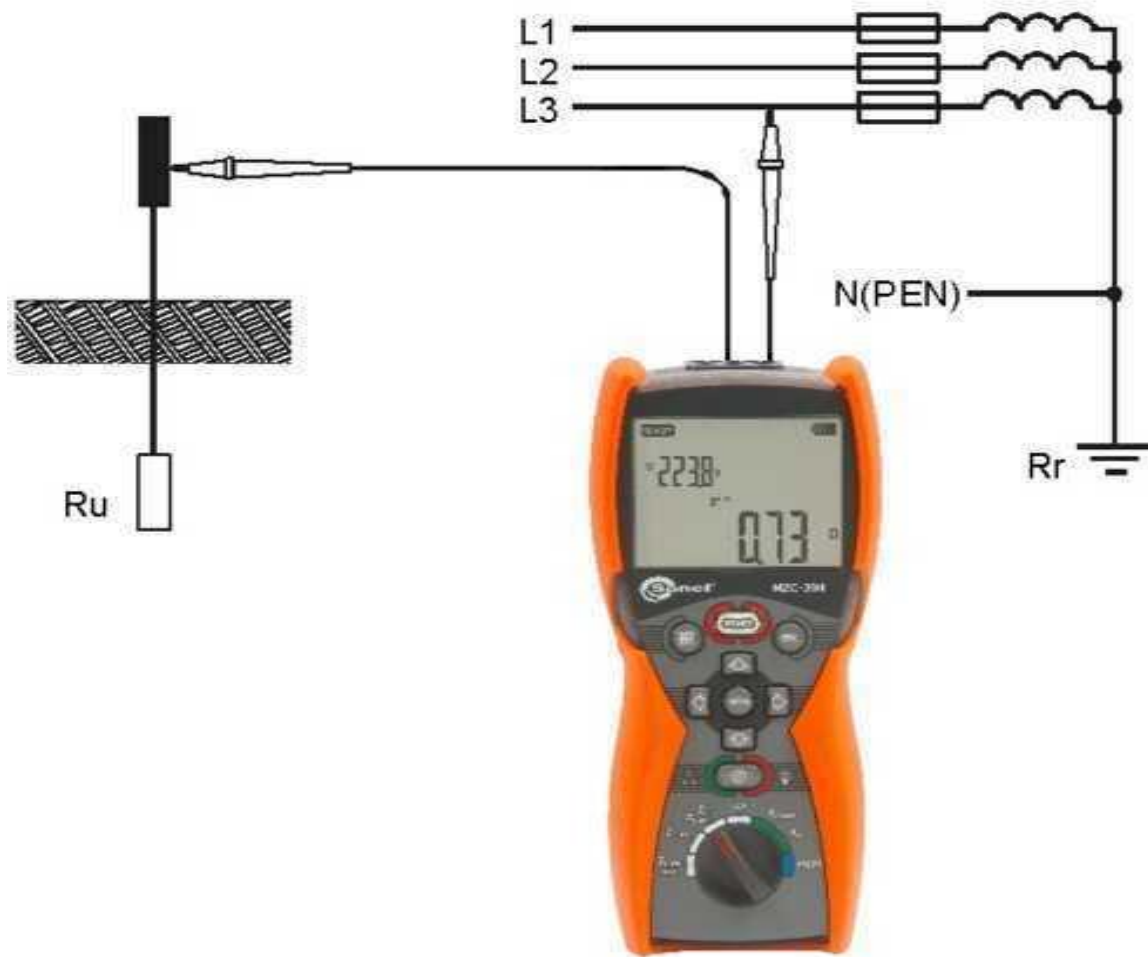
Mierniki impedancji pętli zwarcia

Charakterystyka czasowo-prądowa wyłączników nadprądowych



Pomiary impedancji pętli zwarcia

- rezystancja uziemienia



Pomiary wyłączników RCD

- podział wyłączników RCD ze względu na kształt prądu



Typ	Oznaczenie	Przeznaczenie
AC		Reaguje tylko na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne
A		Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne i prądy pulsujące 1-połówkowe ze składową stałą do 6 mA
F		Reaguje na prądy różnicowe przemienne i 1-połówkowe ze składową stałą
B		Reaguje na prądy różnicowe przemienne (do 1 kHz), 1-połówkowe ze składową stałą do 6 mA i na prądy wyprostowane (DC)
B+		Reaguje na prądy różnicowe przemienne (do 20 kHz), 1-połówkowe ze składową stałą do 6 mA i na prądy wyprostowane (DC)
EV	<p>Type EV</p> 	Reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne i prądy pulsujące 1-połówkowe ze składową stałą do 6 mA. Wykrywa prądy upływu DC od 6mA

Pomiary wyłączników RCD

- podział wyłączników RCD ze względu na zastosowanie



Typ	Oznaczenie	Przeznaczenie
Ogólnego przeznaczenia		Działa bezzwłocznie
S		Działa z opóźnieniem ≥ 40 ms (200 ms przy $I_{\Delta n}$). Odporny na udary 8/20 μ s do 5000 A
G		Działa z opóźnieniem ≥ 10 ms (1 półokres). Odporny na udary 8/20 μ s do 3000 A

Pomiary wyłączników RCD



- F - reagują na prąd różnicowy sinusoidalny, jednokierunkowy pulsujący (dodatkowo ze składową stałą) dla przebiegów do 1kHz



- Typ B – reagują na prąd różnicowy sinusoidalny, jednokierunkowy pulsujący (dodatkowo ze składową stałą) dla przebiegów do 1kHz oraz prąd stały; prąd zadziałania w zakresie 50...200% prądu znamionowego $I_{\Delta n}$.



- Typ B+ - reagują na prąd różnicowy sinusoidalny, jednokierunkowy pulsujący (dodatkowo ze składową stałą) dla przebiegów do 20kHz oraz prąd stały; prąd zadziałania w zakresie 50...200% prądu znamionowego $I_{\Delta n}$.

Maksymalny czas zadziałania wyłączników RCD dla prądu znamionowego ($I_{\Delta n}$) – zgodnie z normą IEC/EN 6008

Typ wyłącznika RCD	Maksymalny czas zadziałania
Krótkozwłoczny, bezzwłoczny	300 ms
Selektywny	500 ms

Mierniki rezystancji uziemienia



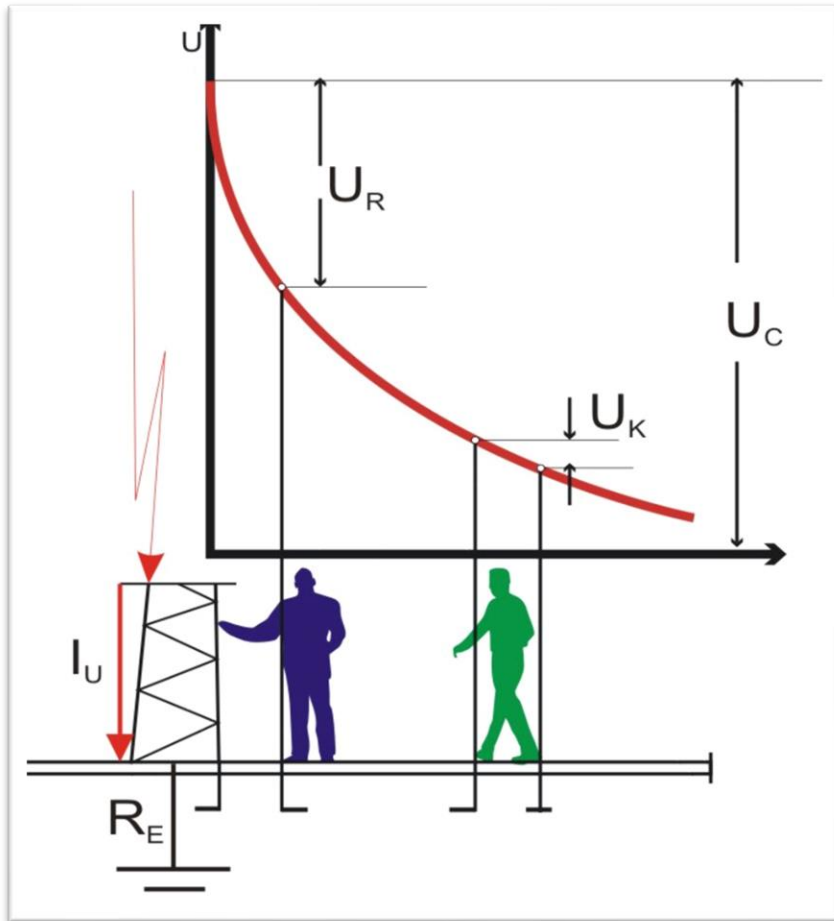
MRU-200GPS
MRU-200

MRU-21

MRU-120HD
MRU-120
MRU-30

MRU-10

Pomiar rezystancji uziemienia

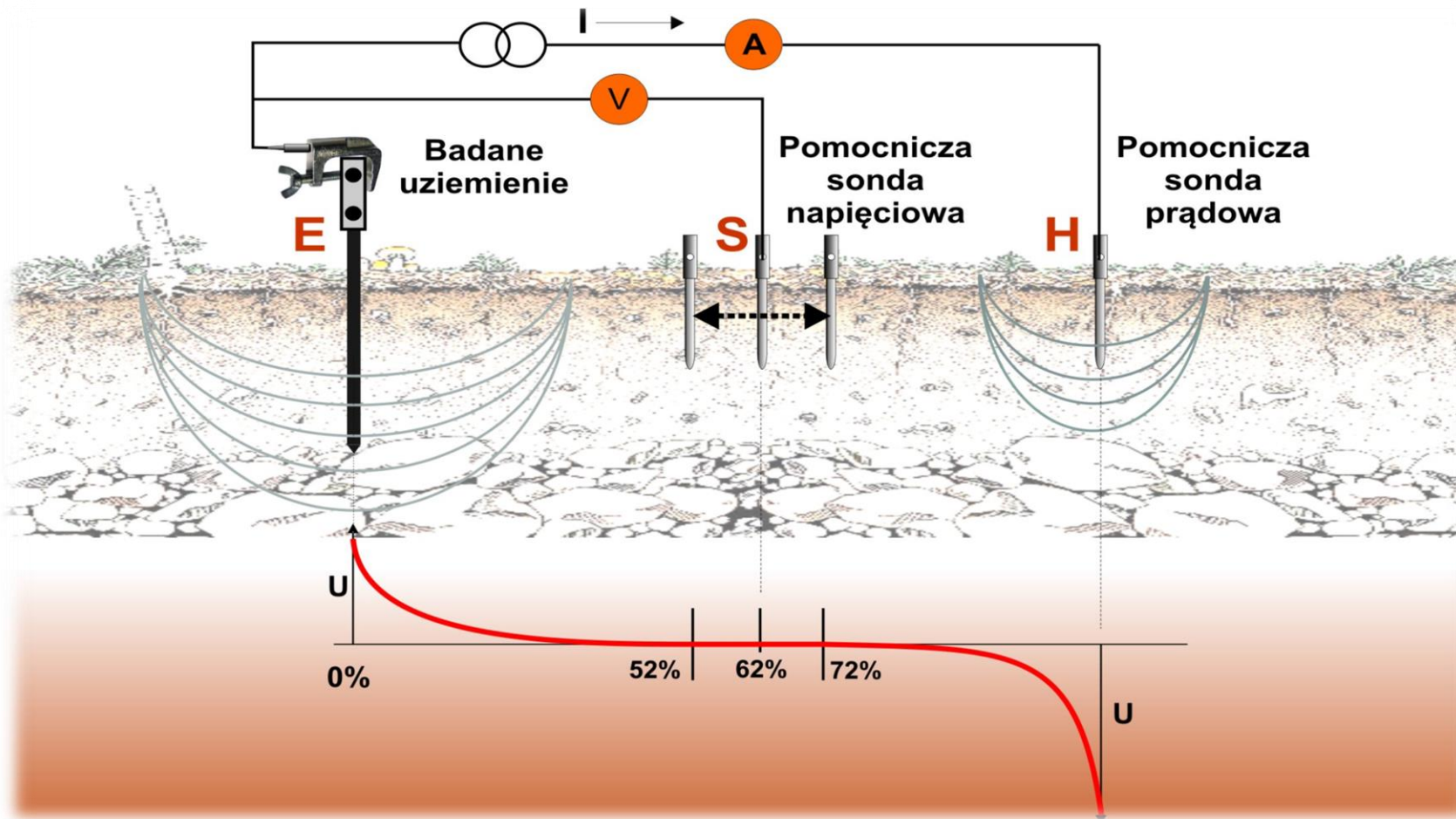


Rozkład napięć wokół uziemienia

- I_U – prąd uszkodzeniowy
- U_K – napięcie rażeniowe krokowe
- U_R – napięcie rażeniowe dotykowe
- U_C – napięcie całkowite
- R_E – rezystancja uziemienia

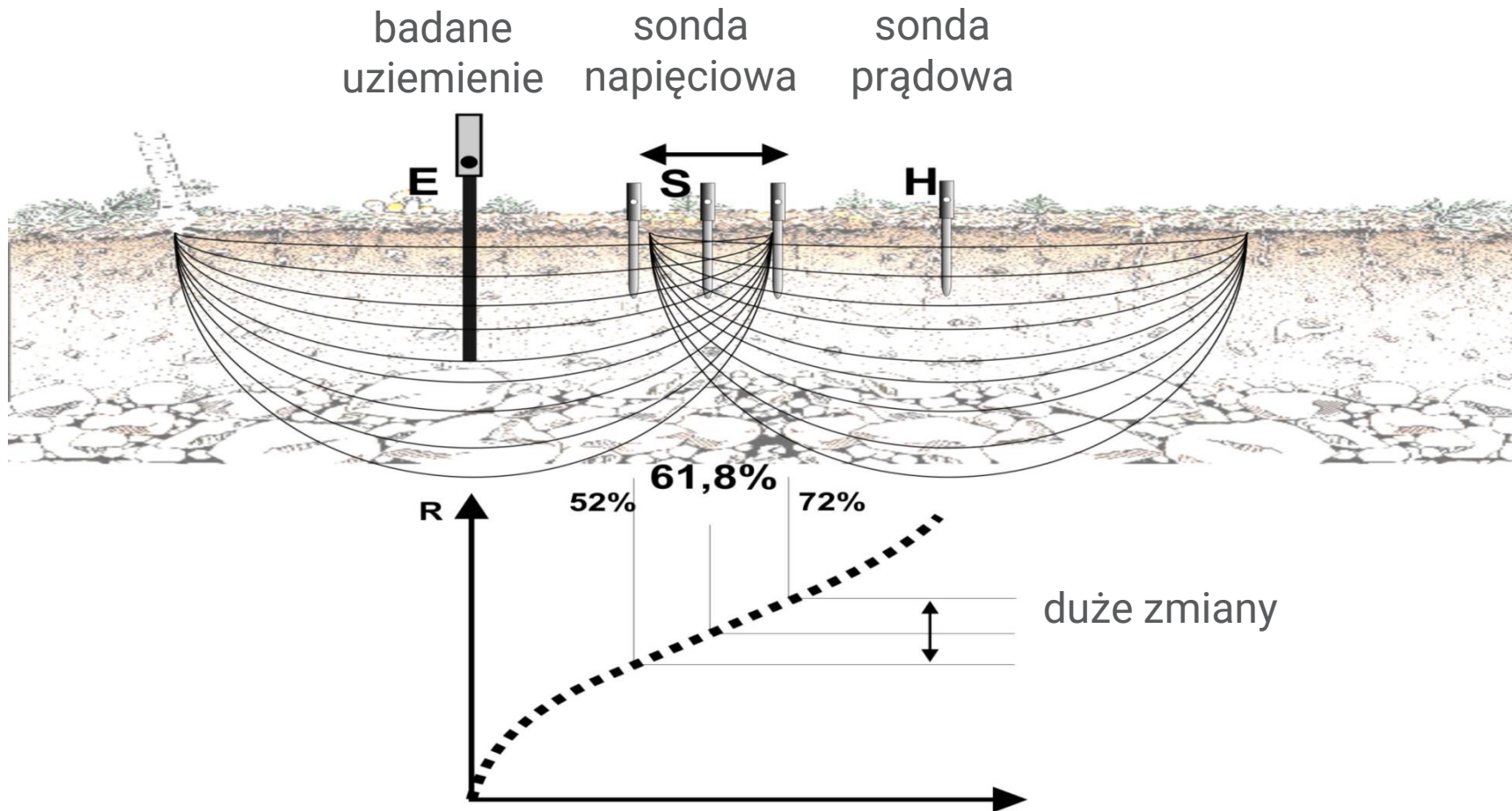
Pomiar rezystancji uziemienia

Metoda techniczna spadku potencjału



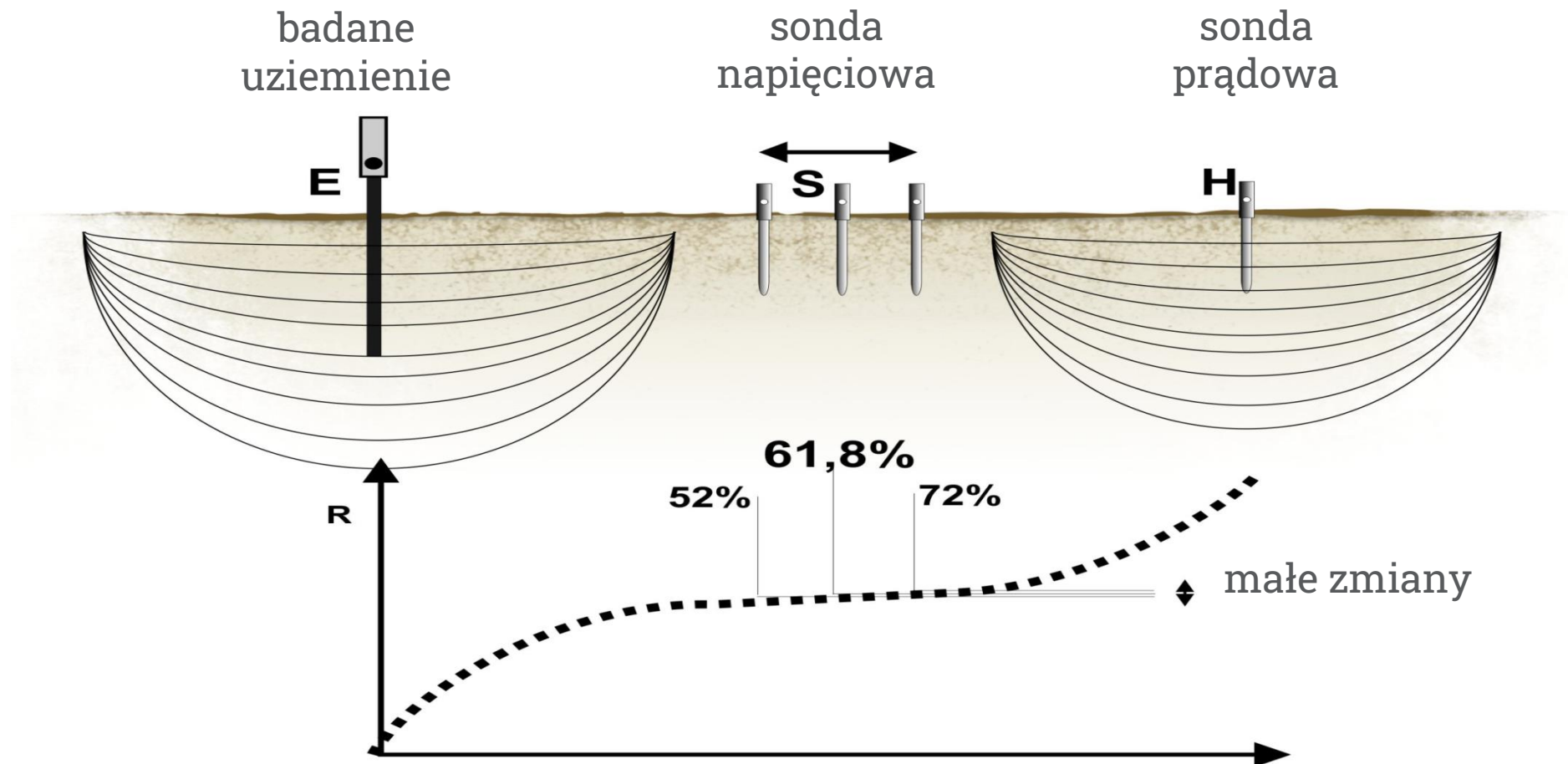
Pomiar rezystancji uziemienia

Metoda techniczna spadku potencjału



Pomiar rezystancji uziemienia

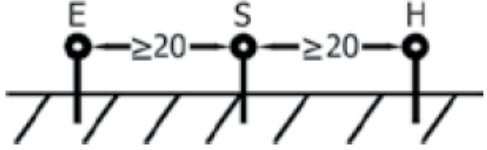
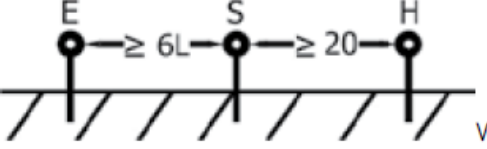
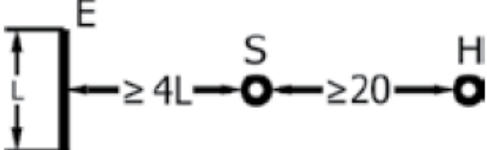
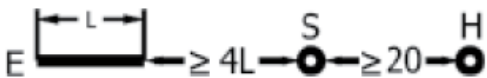
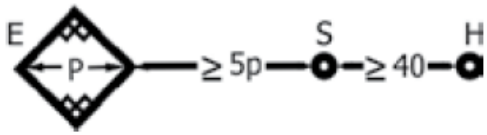
Metoda techniczna spadku potencjału



Pomiar rezystancji uziemienia

Metoda techniczna spadku potencjału

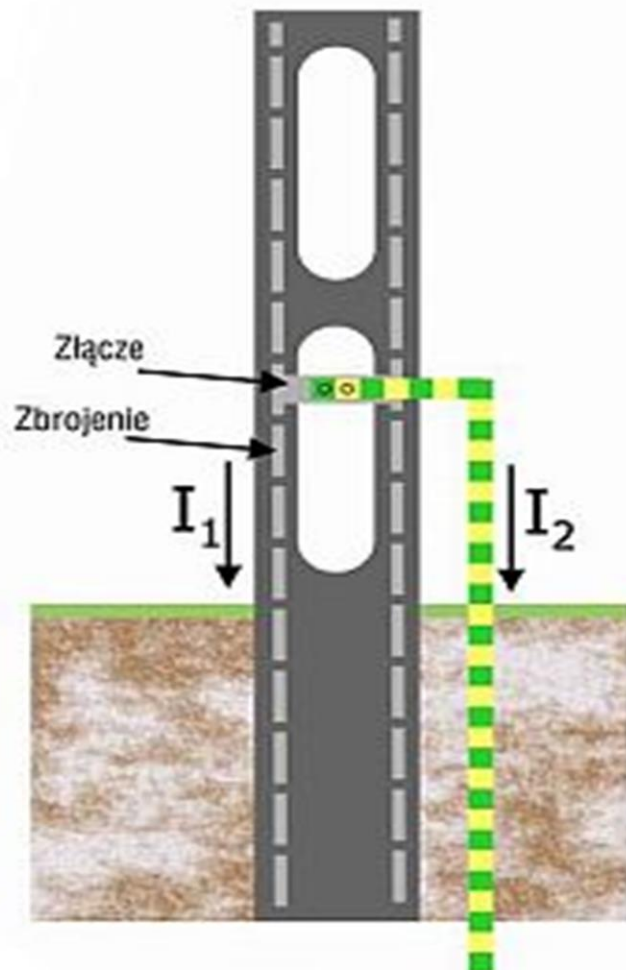


Budowa uziomu badanego pomocniczego	Najmniejsze odległości w m lub odległości względne przy przełożeniu sondy w jednej linii z uziomem badanym E
Uziom badany E pojedynczy pionowy o długości $L \leq 3$	
Uziom badany E pionowy o długości $L \geq 3$	
Uziom badany E poziomy o długości $L \leq 3\text{m}$	
Uziom badany E poziomy o długości $L \geq 10\text{m}$	
Uziom badany E wielokrotny poziomy w kształcie kwadratu o przekątnej p	

Zalecane odległości między elektrodami pomocniczymi

Pomiar rezystancji uziemienia

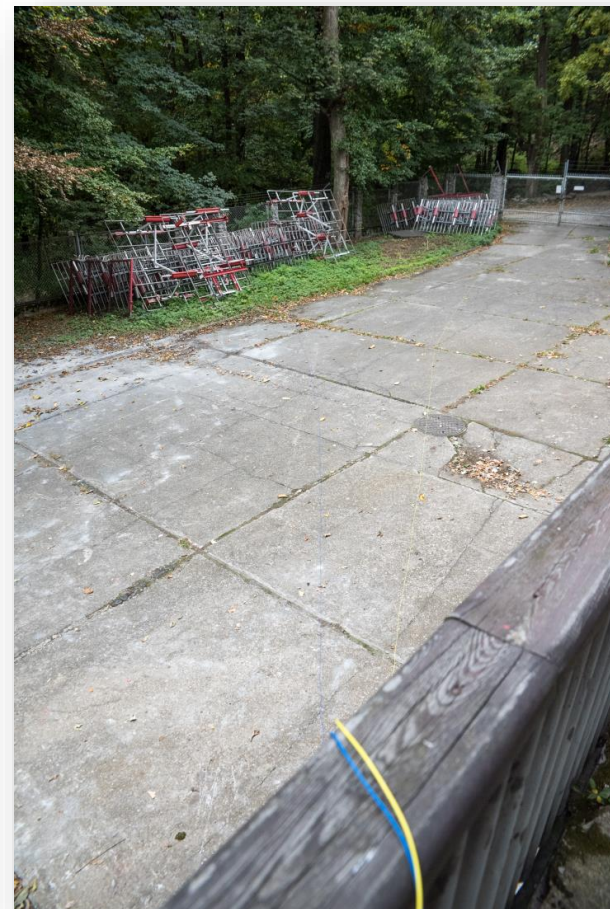
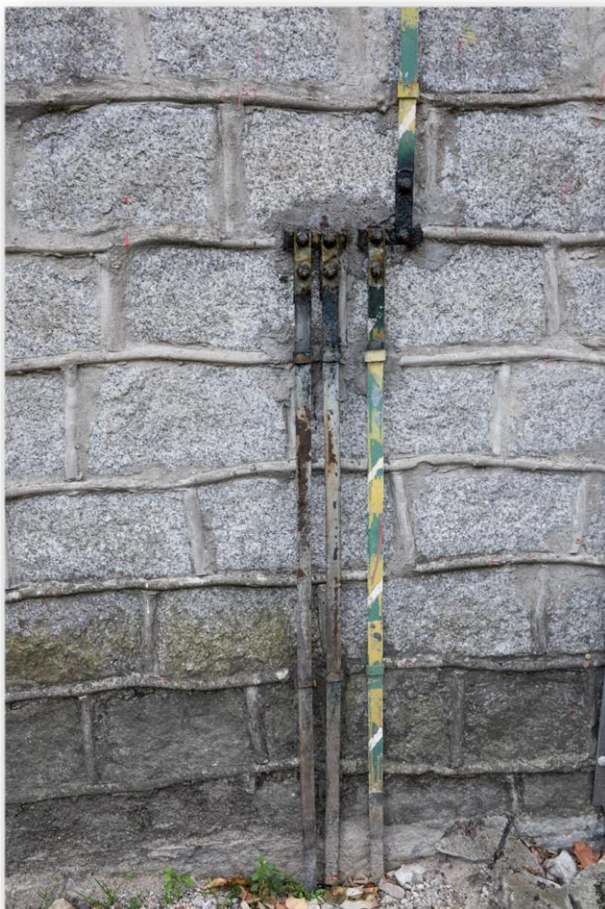
Metoda 3-przewodowa



Uziom pojedynczy
Linia SN

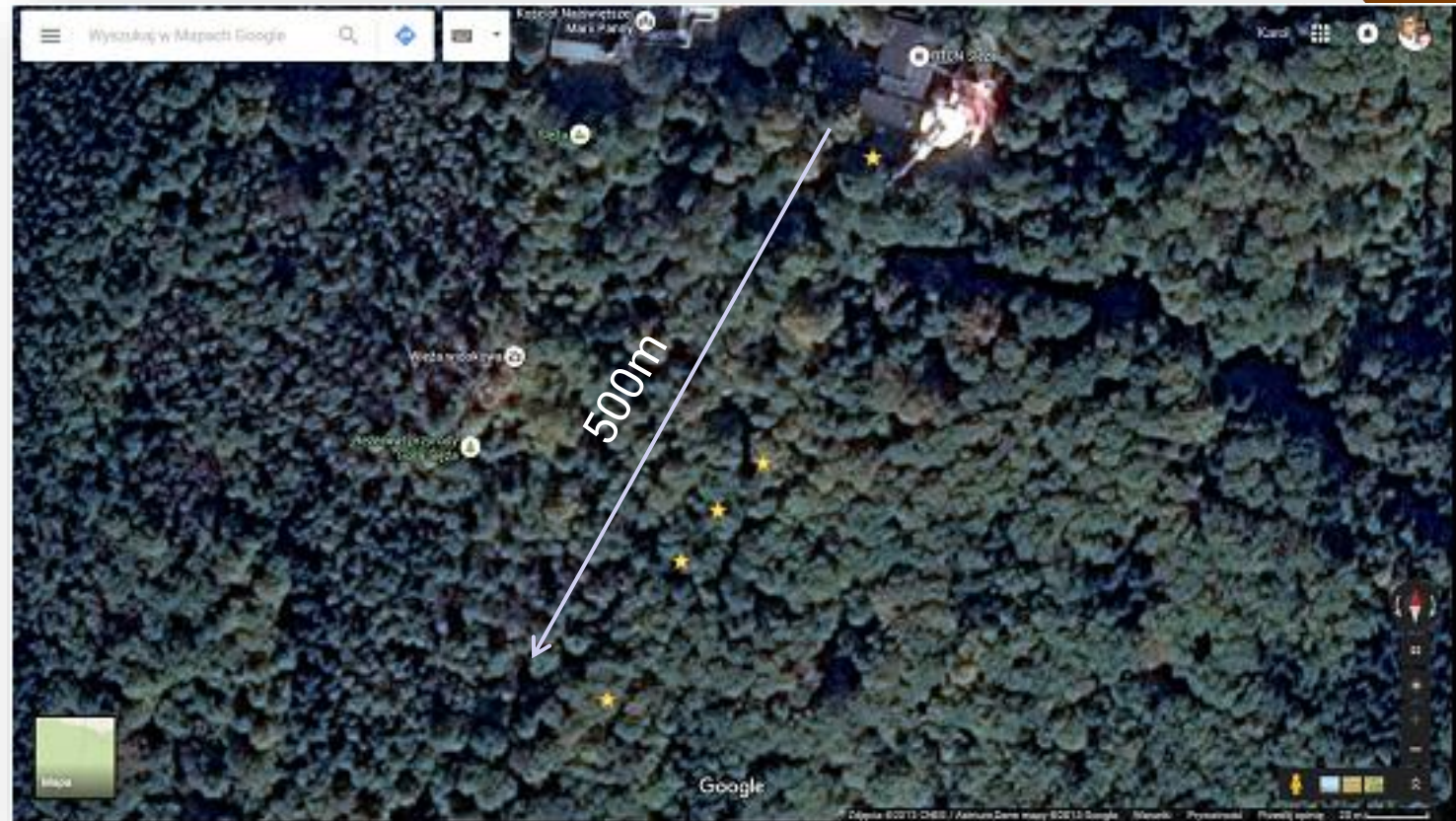
Pomiar rezystancji uziemienia

Metoda techniczna – przykład



Pomiar rezystancji uziemienia

Metoda techniczna – przykład



Grunt – zasadowe skały głębinowe, diorytoidy i gabroidy.
Rezystywność – 2000 Ωm do 8000 Ωm

Oprogramowanie

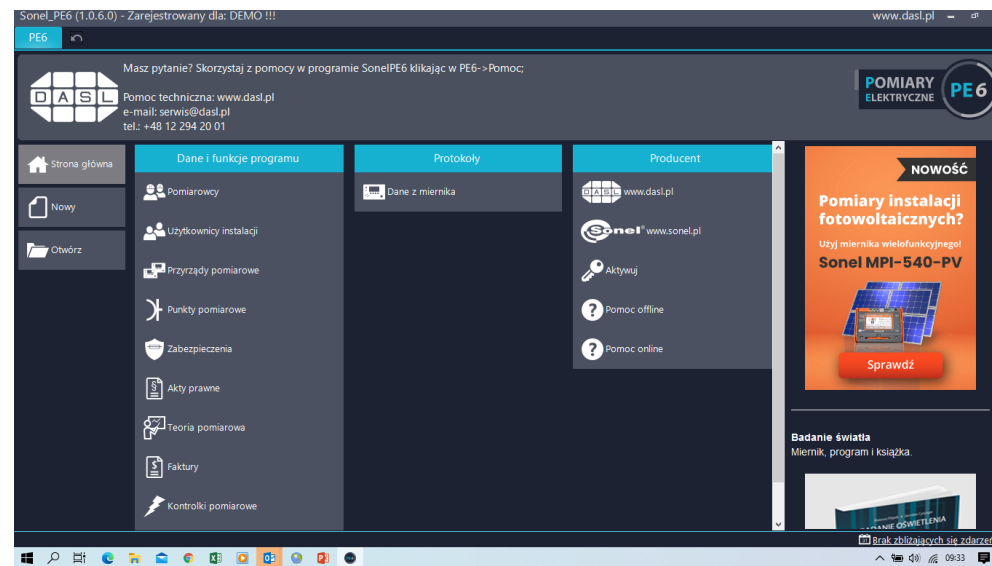
Sonel Pomiary Elektryczne 6



Podstawowym zadaniem programu jest maksymalne skrócenie czasu niezbędnego na wykonanie protokołu z pomiarów.

Cechy programu:

- zgodność drukowanego protokołu z nową normami PN-HD 60364-6, PN-HD 60364-4-41
- współpraca z miernikami firmy Sonel S.A.
- drzewiasta struktura dokumentu
- rozbudowane bazy zabezpieczeń i punktów pomiarowych
- automatyczne obliczanie wartości wymaganych
- automatyczna ocena wyników zmierzonych
- harmonogram pomiarów
- wstawianie zdjęć i rysunków do protokołów
- drukowanie kontrolek pomiarowych oraz tabliczek opisowych tablic
- kalkulacja wykonanych pomiarów
- drukowanie faktur
- automatyczne wypełnianie protokołów serią danych



Sonel S.A
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

74 85 83 800
sonel@sonel.pl

Jarosław Karp
697 661 183
j.karp@sonel.pl