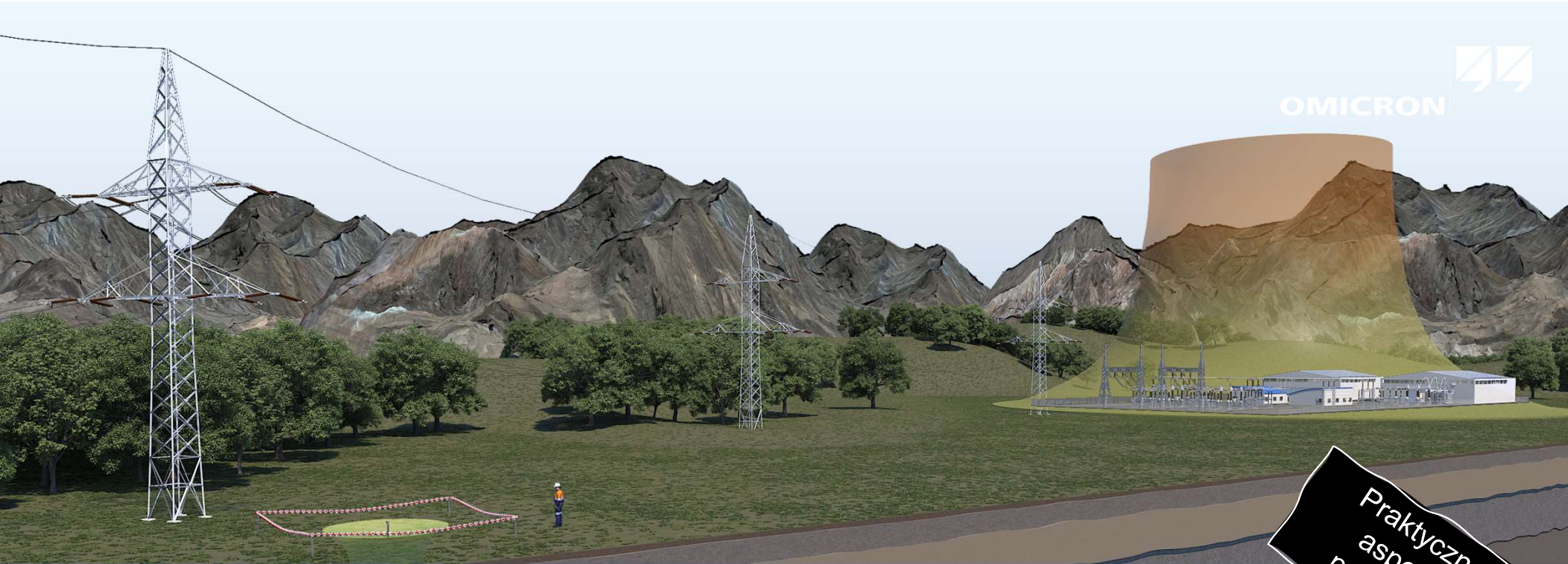




OMICRON



Praktyczne  
aspekty  
pomiarów

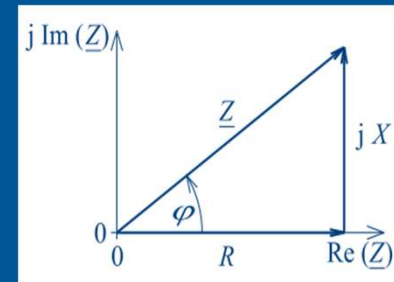
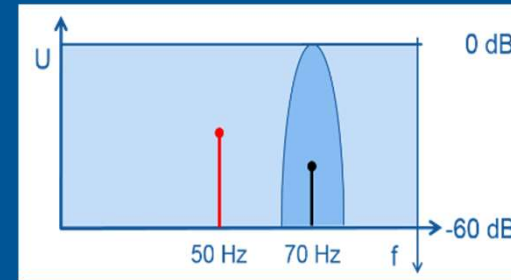
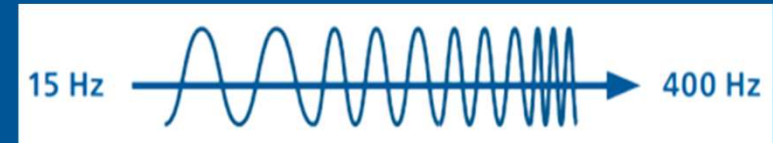
**Metoda pomiarowa selektywna częstotliwościowo stosowana do eliminacji zakłóceń z sygnału pomiarowego do oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych o napięciu  $> 1$  kV**

Tomasz Bednarczyk ([tomasz.bednarczyk@omicronenergy.com](mailto:tomasz.bednarczyk@omicronenergy.com))



## ► Zastosowanie pomiarów MSCz

- ▶ Pomiar impedancji uziemienia
- ▶ napięcia krokowe i dotykowe rażeniowe,
- ▶ współczynnik redukcji
  
- ▶ W przypadku, gdy sondę prądową stanowi linia kablowa lub napowietrzna, możliwy jest dodatkowy pomiar impedancji:
  - ▶ składowej zgodnej,
  - ▶ zerowej,
  - ▶ i wzajemnej w przypadku torów równoległych.



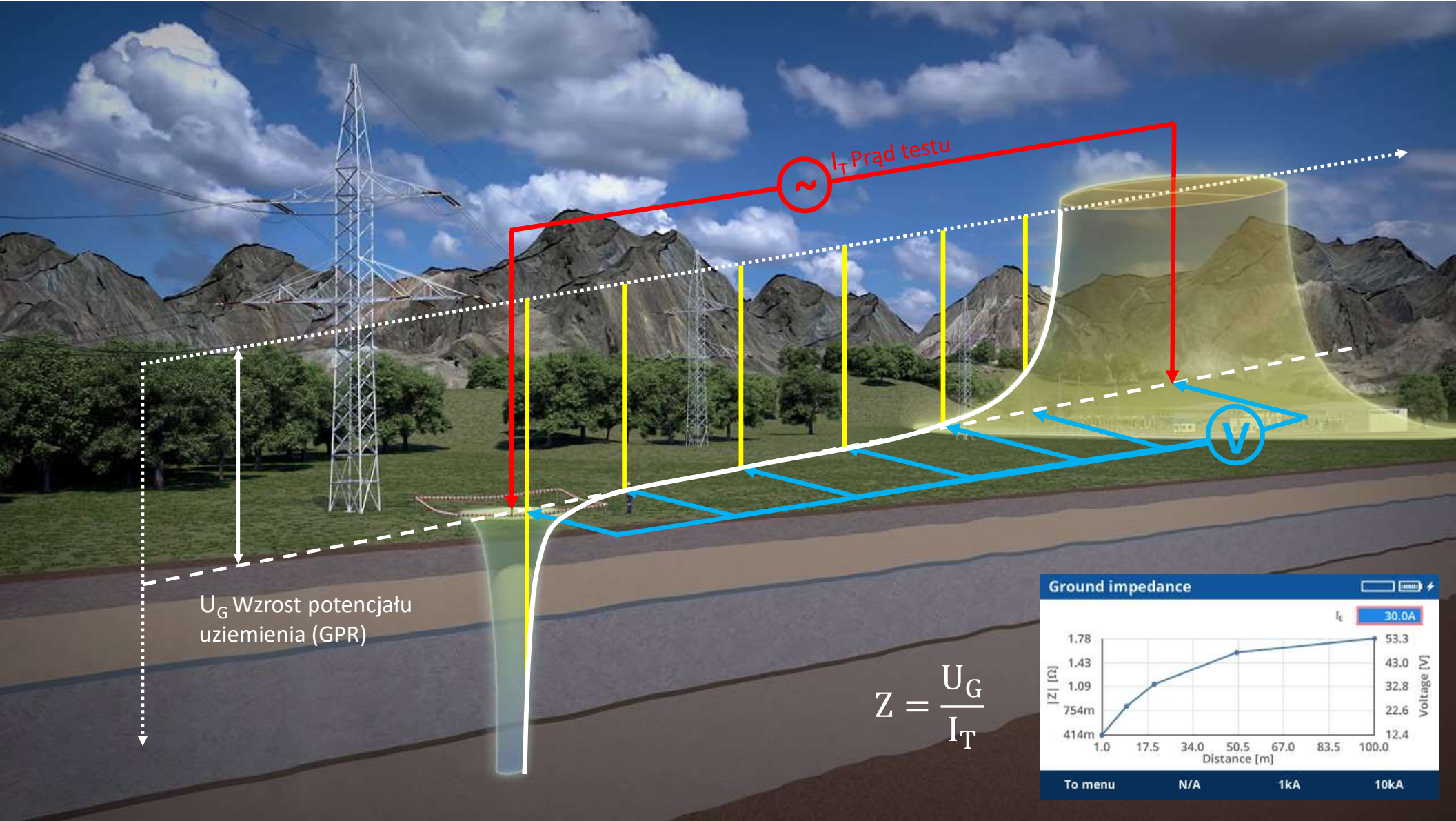
# Pomiary impedancji uziemienia PN EN 50522:2022 (załącznik L)

## L.2 Pomiary rezystancji i impedancji uziemienia

L2.1 Te rezystancje i impedancje można wyznaczyć różnymi sposobami. To, która metoda jest odpowiednia zależy od rozmiaru instalacji uziemiającej i stopnia zakłócenia (patrz rozdział L4).

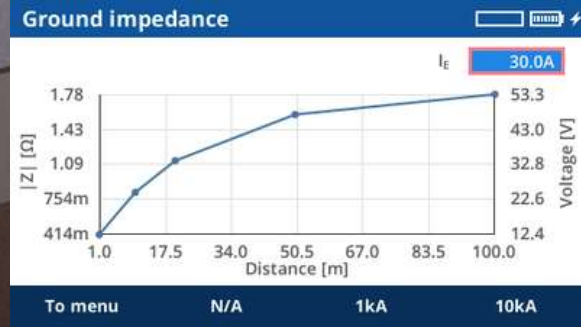
L2.2 Przykładami odpowiednich metod pomiarów i typów przyrządów pomiarowych są:

- a) Metoda spadku potencjału z testerem uziemień
- b) Tester uziemień wysokiej częstotliwości
- c) Metoda wymuszenia prądu o dużym natężeniu
- d) Wyznaczenie na podstawie poszczególnych rezystancji



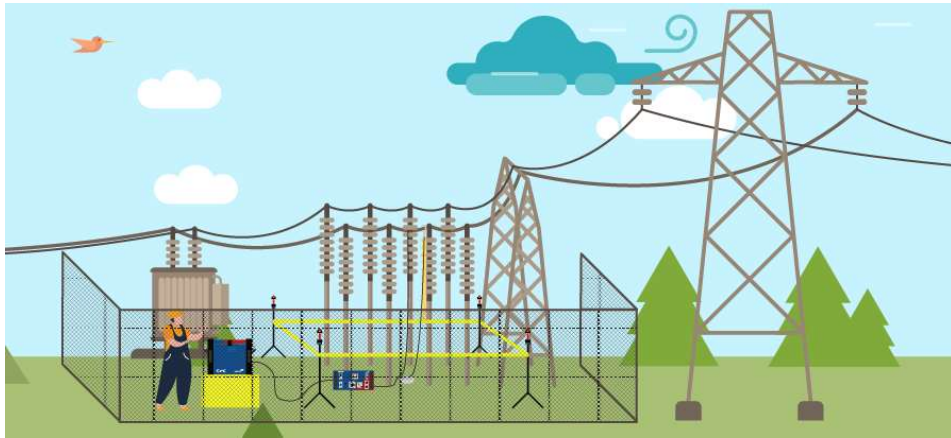
$U_G$  Wzrost potencjału uziemienia (GPR)

$$Z = \frac{U_G}{I_T}$$



# ► Sposoby wymuszenia prądu testowego

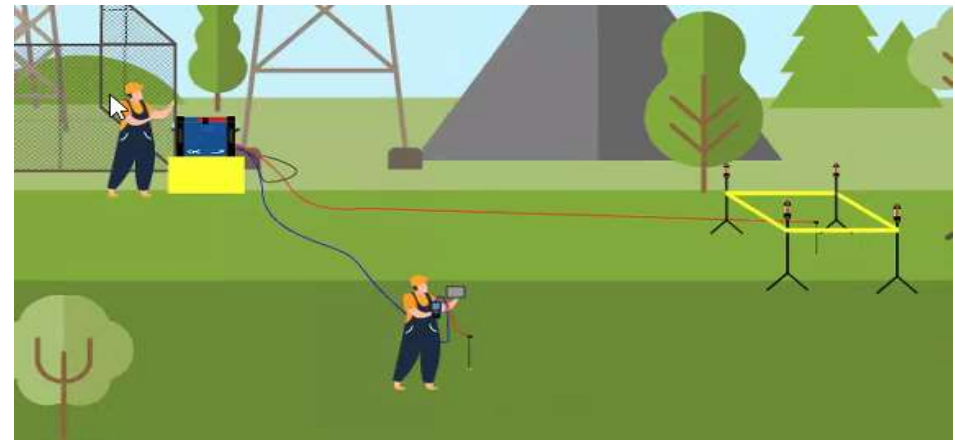
## Duża instalacja uziemiająca $\geq 30 \times 30$ m



### Wymuszenie przez linie napowietrzną / kablową

- ▶ wyłączona zasilająca linia napowietrzna lub kablowa wykorzystana do wymuszenia prądu testowego za pośrednictwem zdalnego systemu uziemienia.
- ▶ Nie wymaga długiego przewodu lub sondy prądowej.
- ▶ Odzwierciedla rzeczywisty rozkład prądu, dzięki czemu zapewnia bardzo dokładne wyniki.
- ▶ Umożliwia pomiar impedancji linii za pomocą tej samej konfiguracji pomiarowej + 10 min.

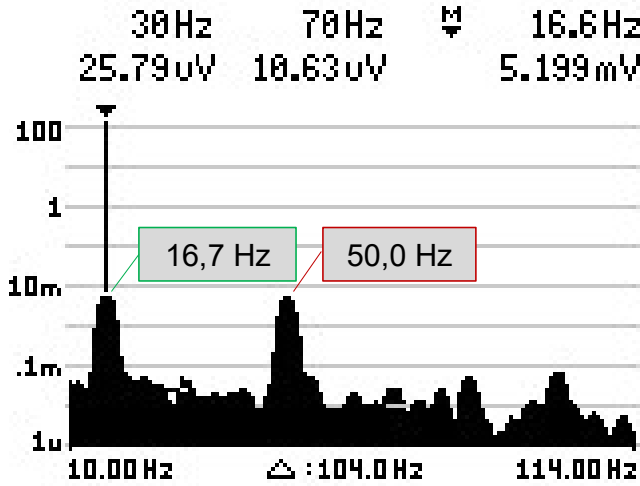
## Mała instalacja uziemiająca $< 30 \times 30$ m



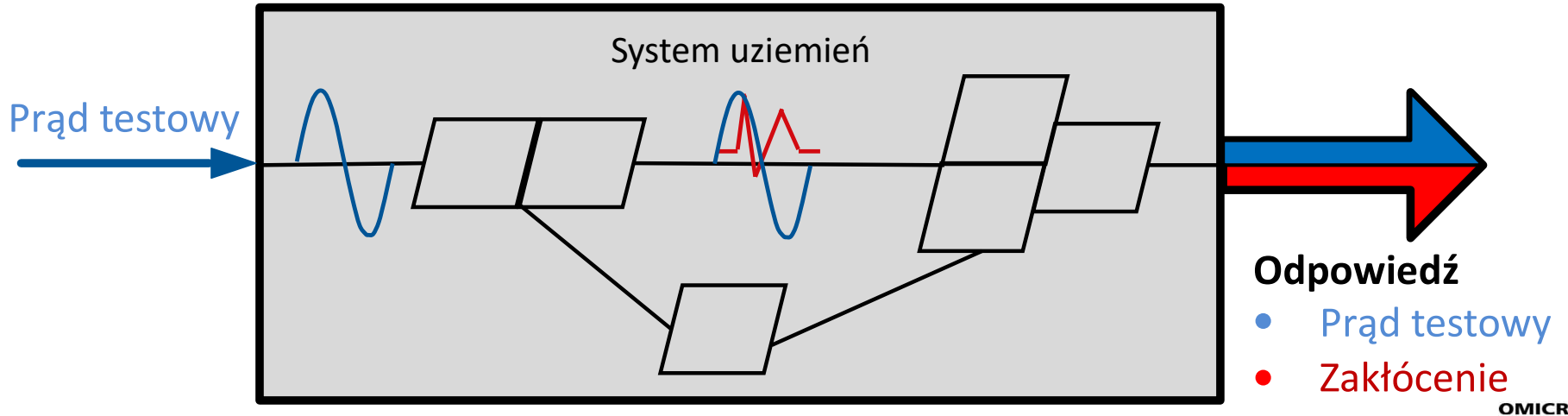
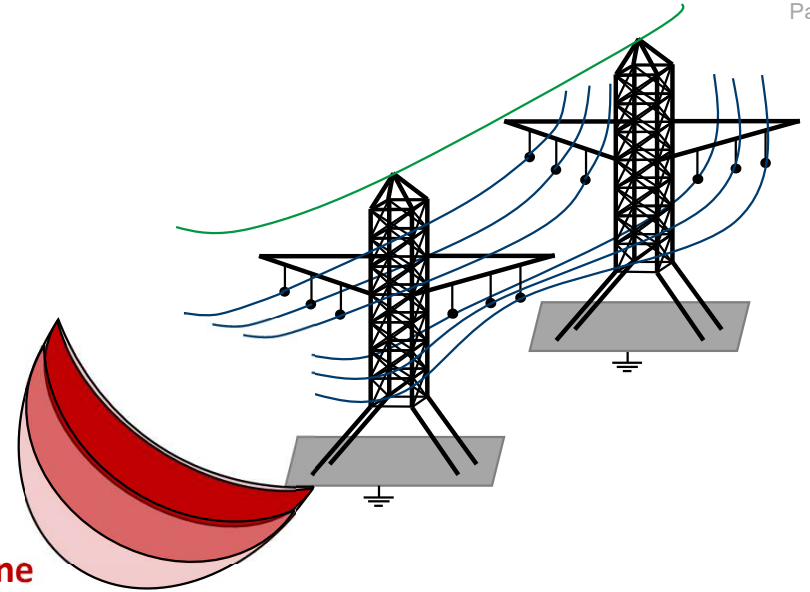
### Wymuszenie przez pomocniczą sondę prądową

- ▶ Wykorzystuje pomocniczą sondę prądową do wprowadzania prądu testowego.
- ▶ Ułatwia konfigurację testu dla małych systemów uziemienia, takich jak wieże przesyłowe lub małe podstacje dystrybucyjne.

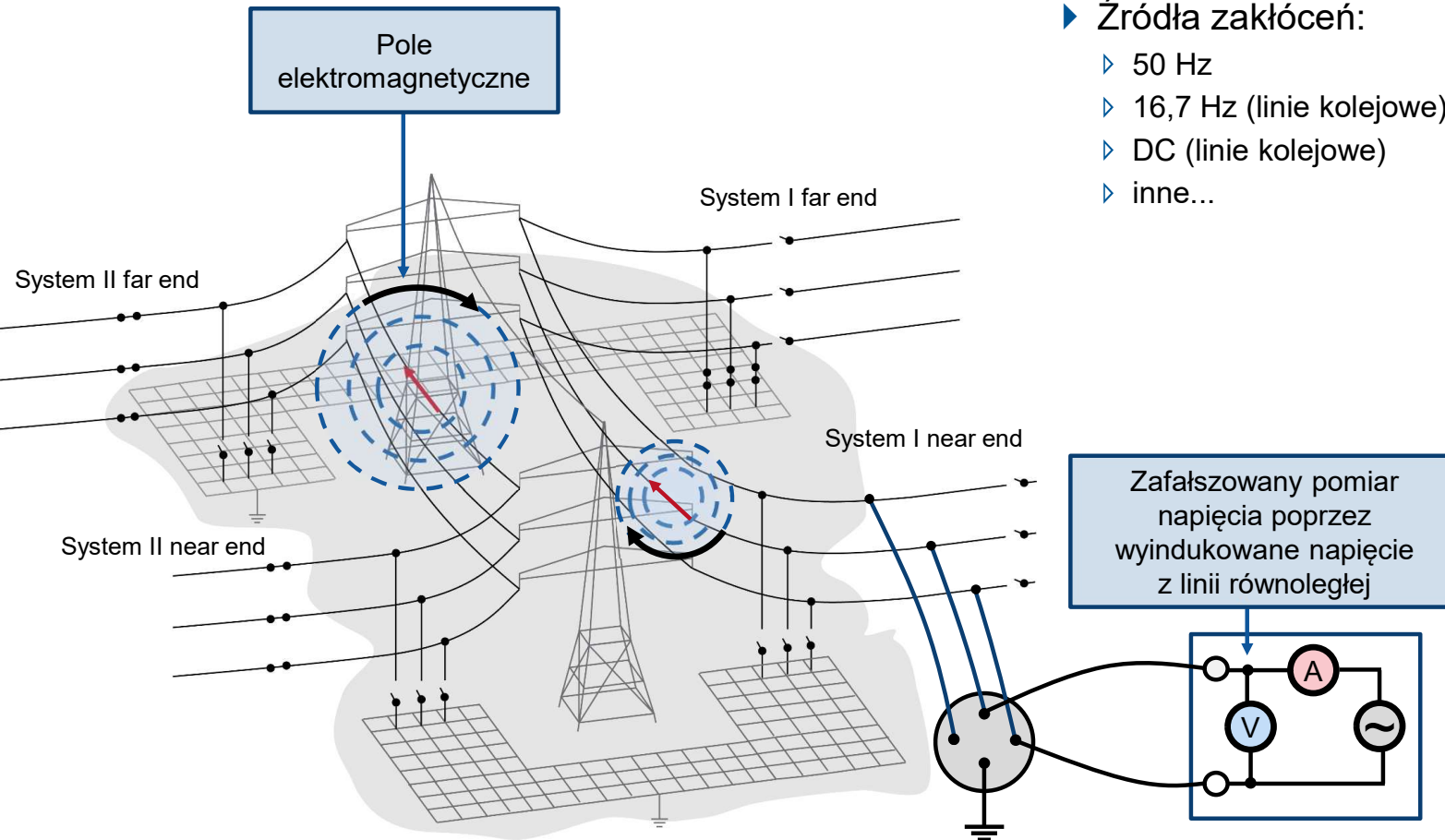
# ► Sygnał testowy i zakłócenia



Zakłócenia elektromagnetyczne



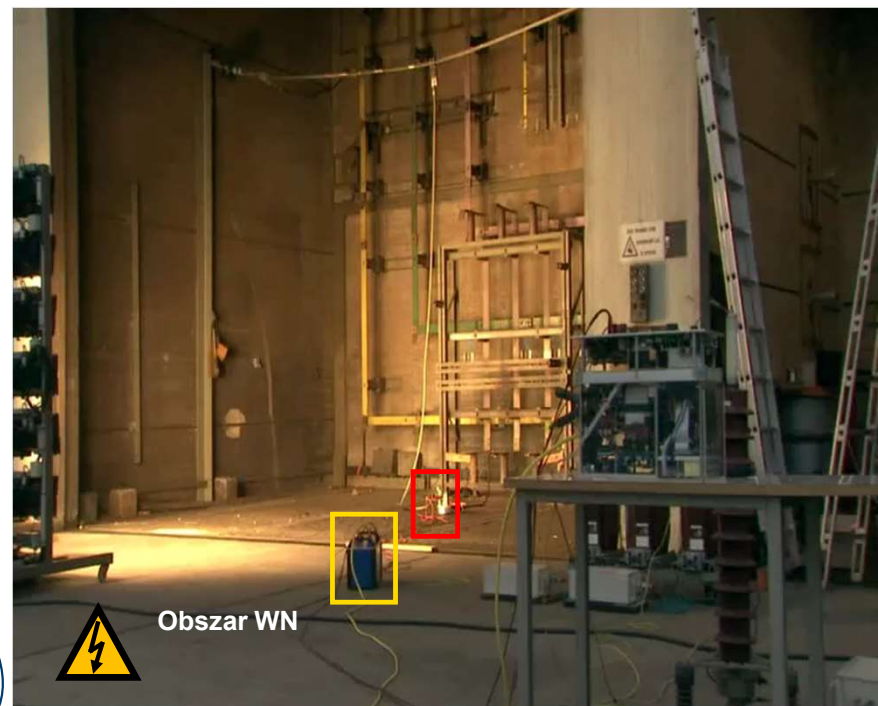
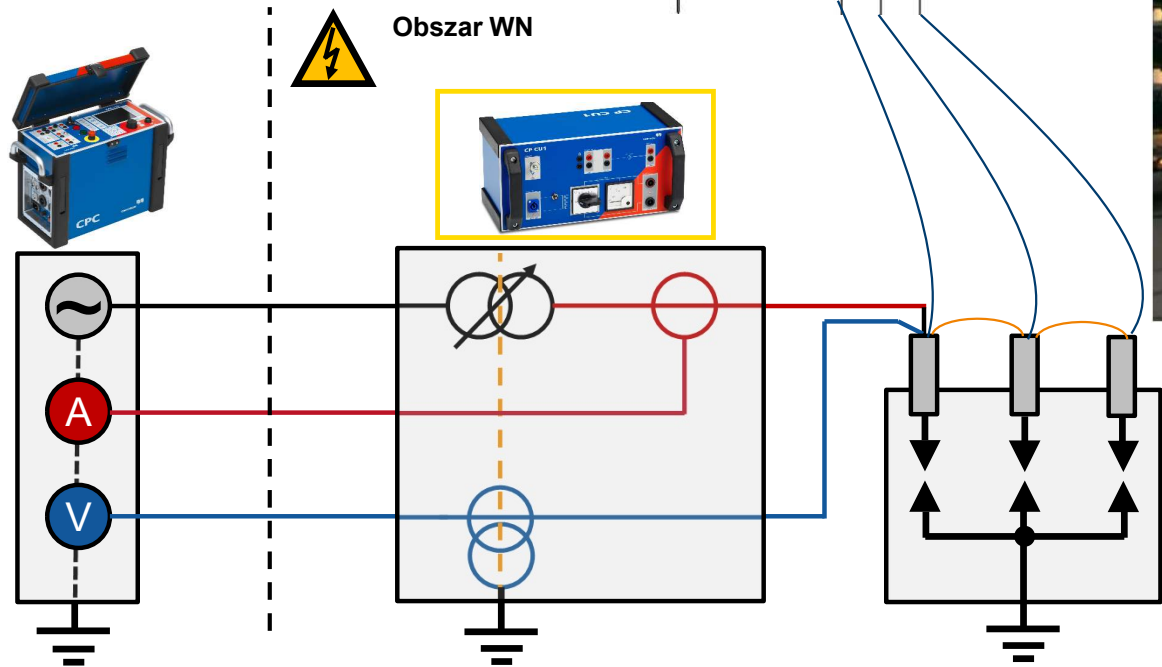
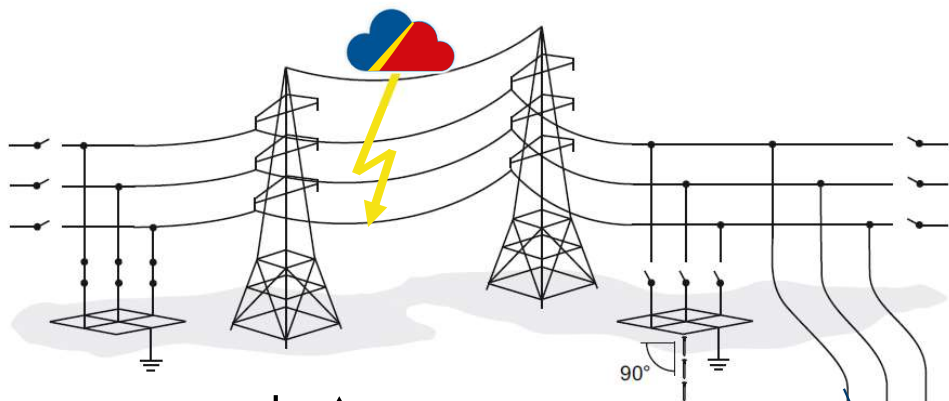
# ► Sygnał testowy i zakłócenia



## ► Źródła zakłóceń:

- ▶ 50 Hz
- ▶ 16,7 Hz (linie kolejowe)
- ▶ DC (linie kolejowe)
- ▶ inne...

# ▶ Przykład pomiarów z użyciem linii napowietrznej **BEZPIECZEŃSTWO**







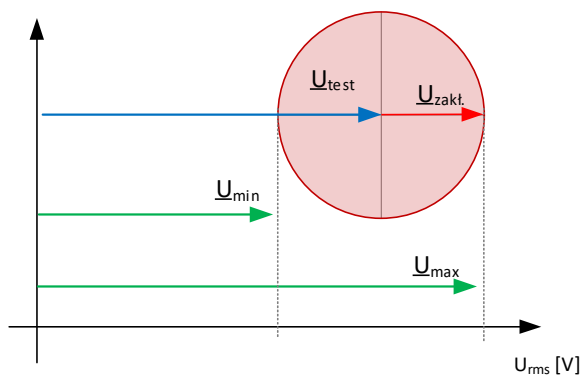
# Metody tłumienia zakłóceń

# Metody eliminacji zakłóceń

## a) Metoda dudnieniowa (BM)

- ▶ Częstotliwość napięcia probierczego:

$$f_{test} = \pm(0,2 \div 0,9) 50 \text{ Hz}$$



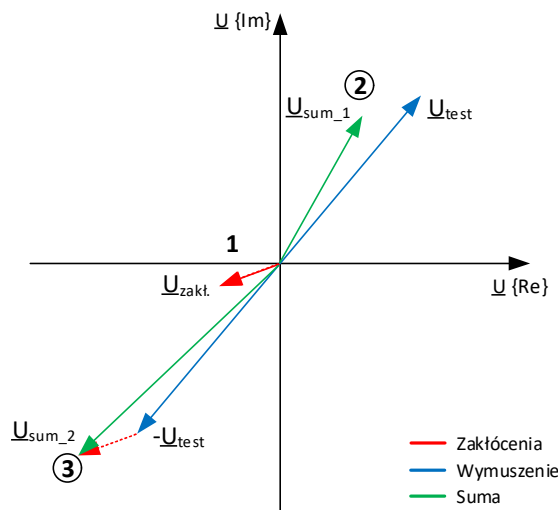
$$U_{uz.} = \frac{|U_{min}| + |U_{max}|}{2} \quad 2U_{zakł.} < U_{max}$$

$$U_{uz.} = \frac{|U_{min}| - |U_{max}|}{2} \quad 2U_{zakł.} > U_{max}$$

$$U_{uz.} = \frac{|U_{max}|}{2} \quad 2U_{zakł.} < U_{max}$$

## b) Metoda odwracania biegunowości (PRM)

- ▶ Źródło napięcia probierczego o zmiennej polaryzacji (biegunowości):



$$U_{uz.} = \sqrt{\frac{|U_{sum_1}^2| + |U_{sum_2}^2|}{2}} - |U_{zakł.}^2|$$

## c) Pomiar wektorowy

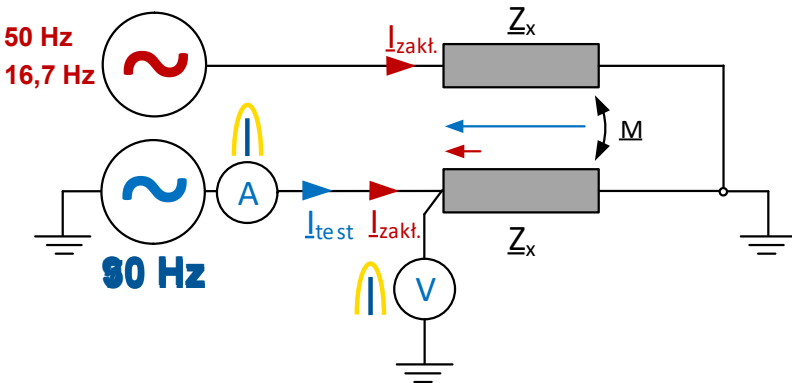
## d) Blokowanie prądów stałych

## e) Metoda selektywna częstotliwościowo (FSM)

IEC 50522 – 11.2023!

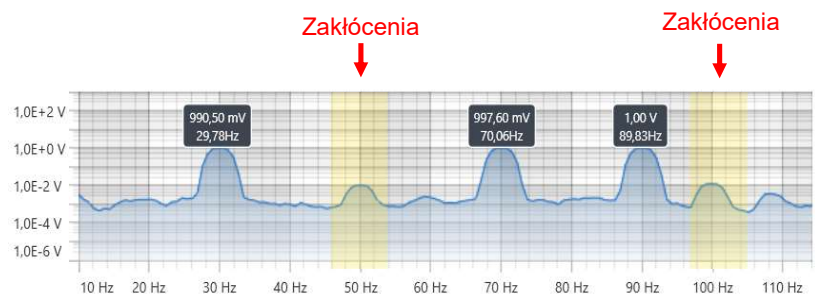
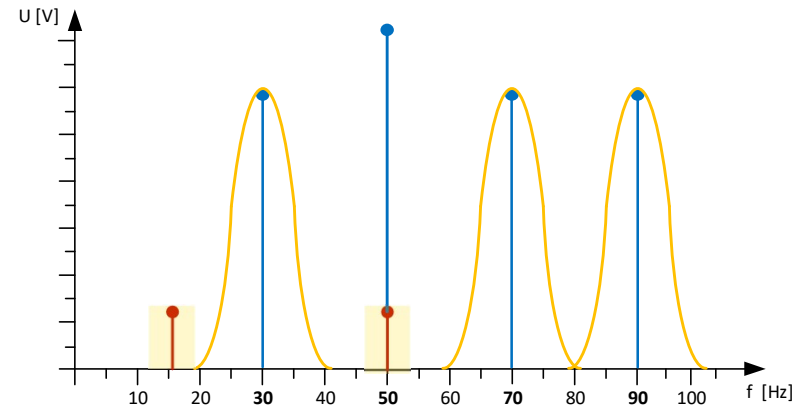
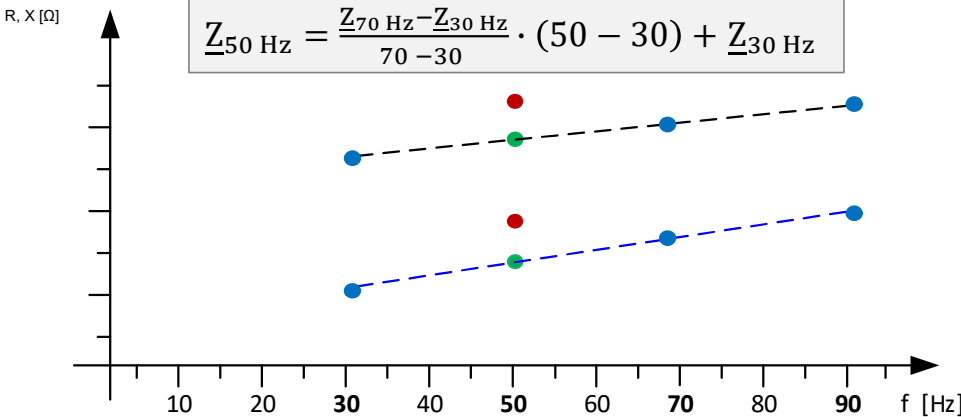
# ► e) Metoda selektywna częstotliwościowo (50522: 2023)

- Źródło napięcia probierczego o zmiennej częstotliwości ( $\pm 20$  Hz) wraz z układem pomiarowym umożliwiającym dokładny pomiar w zakresie generowanych sygnałów (filtr pasmowo-przepustowy).



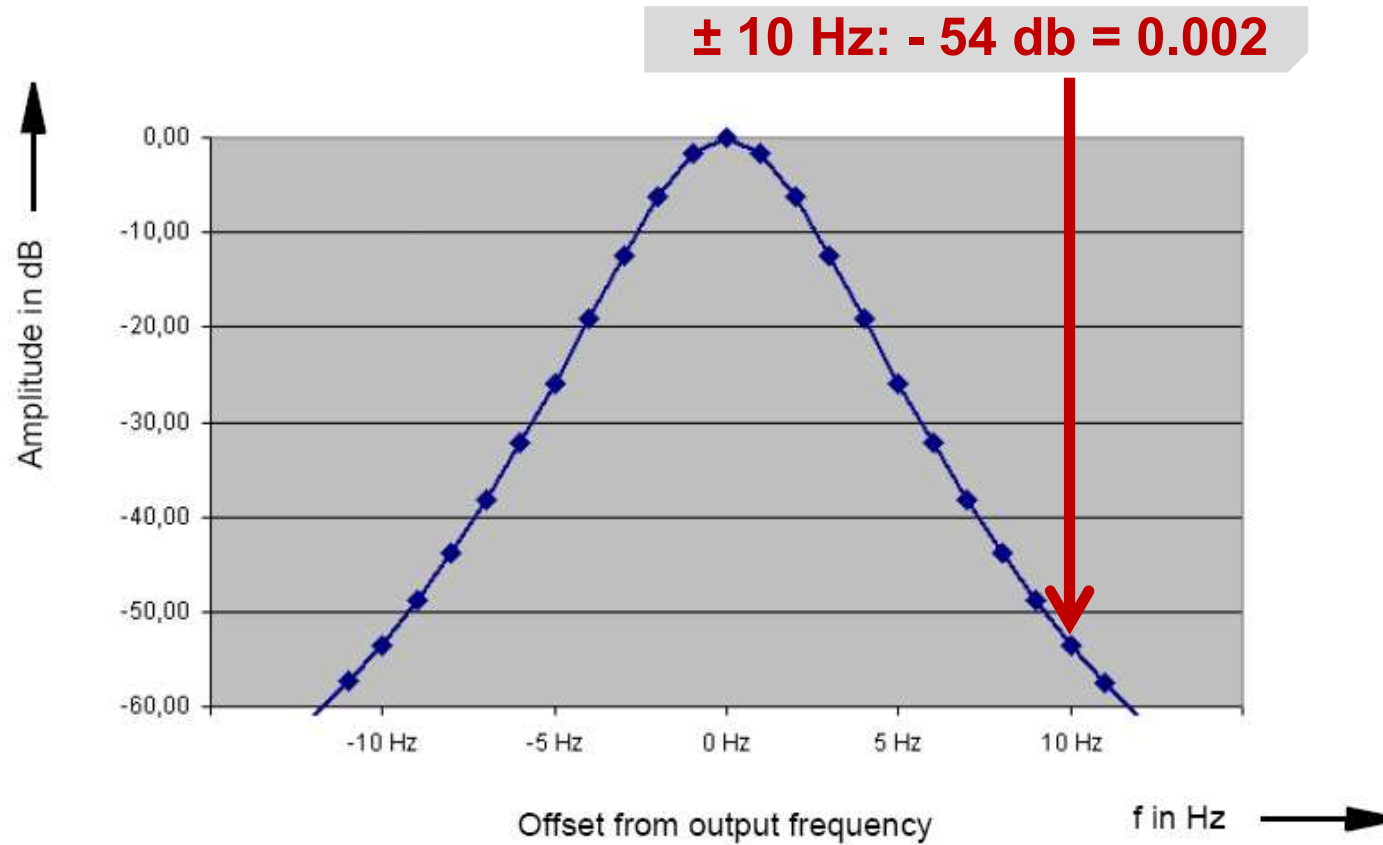
$$\underline{Z}_{[n]\text{Hz}} = R_{[n]\text{Hz}} + jX_{[n]\text{Hz}} = \frac{U_{M,[n]\text{Hz}}}{I_{M,[n]\text{Hz}}}$$


$$\underline{Z}_{50\text{ Hz}} = \frac{Z_{70\text{ Hz}} - Z_{30\text{ Hz}}}{70 - 30} \cdot (50 - 30) + Z_{30\text{ Hz}}$$



**Bardzo dokładne i powtarzalne wyniki testów uzyskuje się poprzez pomiar poza częstotliwością nominalną i zastosowanie filtra cyfrowego do tłumienia szumów.**

## ► Charakterystyka filtru cyfrowego PP





Porównanie wyników pomiarów impedancji  
z wykorzystaniem MSCz vs. TRMS  
w warunkach laboratoryjnych

# ► Przykład działania MSCz dla zakłóceń 50 Hz



**Zakłócenia 50 Hz 0,72 mV**

$I_{AC}^{OUT} = 3.000A$

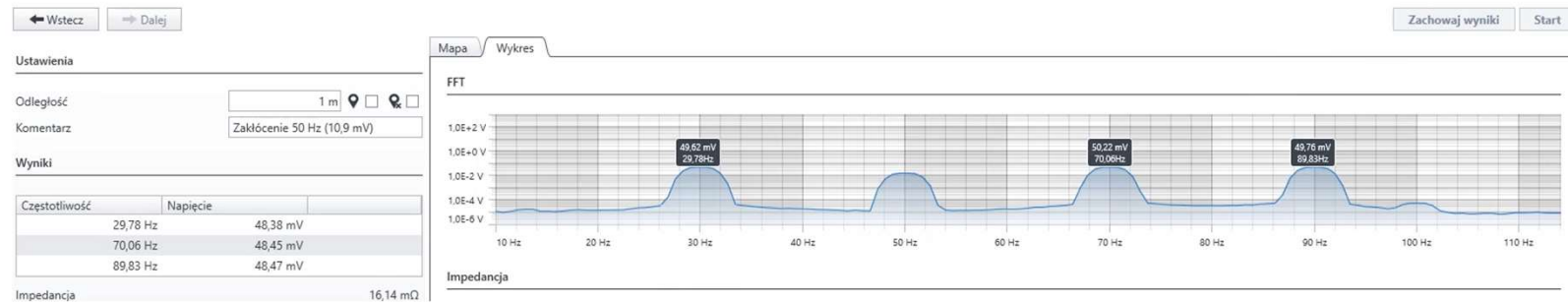
$50.00Hz \quad 0.00^\circ$

$= 16,17 m\Omega$

$\rightarrow IN 1 \quad 0.04850V \quad 1.05^\circ$

$Z_{odch.} = 0,2 \%$

**$Z_{MSCz} = 16,14 m\Omega / 0,0 \%$**



**Zakłócenia 50 Hz 10,09 mV**

$I_{AC}^{OUT} = 3.000A$

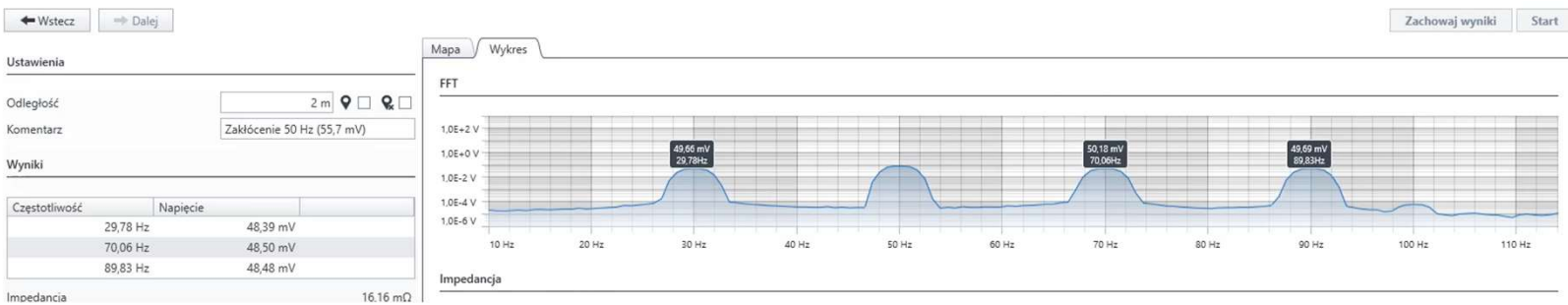
$50.00Hz \quad 0.00^\circ$

$= 21,43 m\Omega$

$\rightarrow IN 1 \quad 0.06426V \quad -1.88^\circ$

$Z_{odch.} = 32,8 \%$

**$Z_{MSCz} = 16,14 m\Omega / 0,0 \%$**



**Zakłócenia 50 Hz 55,7 mV**

$I_{AC}^{OUT} = 3.000A$

$50.00Hz \quad 0.00^\circ$

$= 42,09 m\Omega$

$\rightarrow IN 1 \quad 0.1262V \quad -12.71^\circ$

$Z_{div} = 160,8 \%$

**$Z_{MSCz} = 16,16 m\Omega / 0,1 \%$**

# Przykład działania MSCz dla zakłóceń 16,7 Hz

← Wstecz → Dalej

Ustawienia

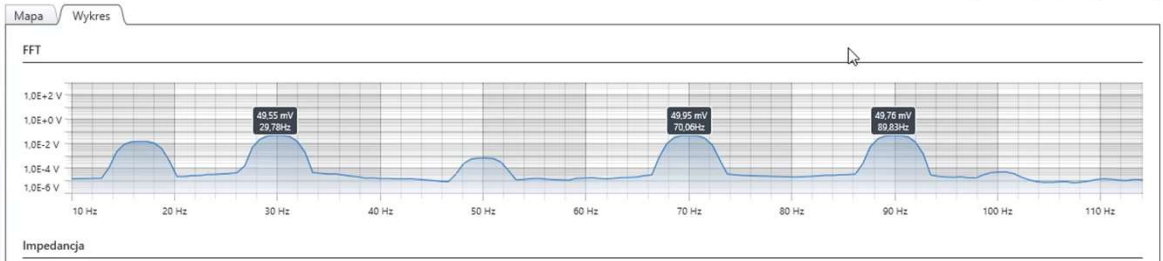
Odległość: 3 m

Komentarz: Zakłócenie 16,7 Hz (7,0 mV)

Wyniki

Częstotliwość	Napięcie
29,78 Hz	48,35 mV
70,06 Hz	48,42 mV
89,83 Hz	48,43 mV

Impedancja: 16,13 mΩ



## Zakłócenia 16,7 Hz 7,0 mV

$I_{AC}^{OUT} = 3.000A$

$50.00Hz \quad 0.00^\circ \Rightarrow = 17,04 m\Omega$

$Z_{odch.} = 5,6 \%$

$\rightarrow IN 1 \quad 0.05112V \quad 0.95^\circ$

$Z_{MSCz} = 16,13 m\Omega / -0,1 \%$

← Wstecz → Dalej

Ustawienia

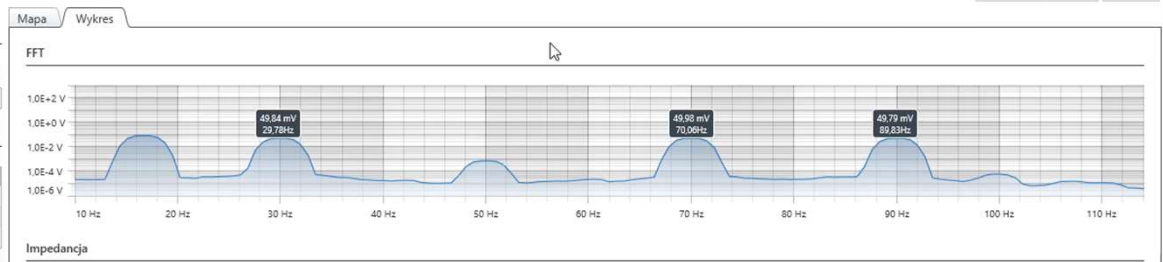
Odległość: 4 m

Komentarz: Zakłócenie 16,7 Hz (61,2 mV)

Wyniki

Częstotliwość	Napięcie
29,78 Hz	48,38 mV
70,06 Hz	48,46 mV
89,83 Hz	48,46 mV

Impedancja: 16,14 mΩ



## Zakłócenia 16,7 Hz 57,3 mV

$I_{AC}^{OUT} = 3.000A$

$50.00Hz \quad 0.00^\circ \Rightarrow = 31,17 m\Omega$

$Z_{odch.} = 93,1 \%$

$\rightarrow IN 1 \quad 0.0935V \quad 1.03^\circ$

$Z_{MSCz} = 16,14 m\Omega / 0,0 \%$

# Przykład działania MSCz dla zakłóceń 0,0 Hz

← Wstecz    → Dalej

Zachowaj wyniki    Start

Ustawienia

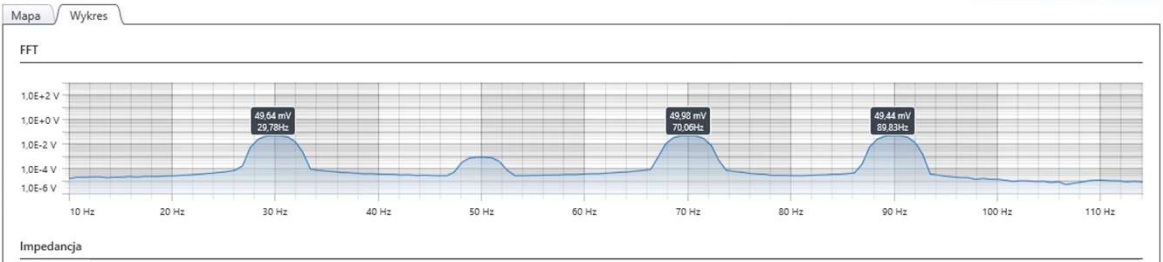
Odległość: 5 m

Komentarz: Zakłócenia DC (14,2 mV)

Wyniki

Częstotliwość	Napięcie
29,78 Hz	48,32 mV
70,06 Hz	48,33 mV
89,83 Hz	48,27 mV

Impedancja: 16,12 mΩ



## Zakłócenia dc 14,2 mV

$I_{OUT}^{AC} = 3.000A$

$50.00Hz \quad 0.00^\circ \quad \rightarrow = 17,02 m\Omega$

$Z_{odch.} = 5,5 \%$

IN 1: 0.05106V, 0.76°

IN 2: 0.01624V

**$Z_{MSCz} = 16,12 m\Omega / -0,1 \%$**

← Wstecz    → Dalej

Zachowaj wyniki    Start

Ustawienia

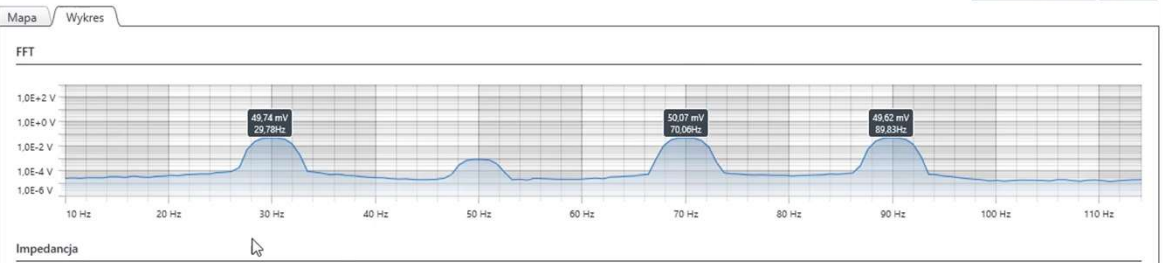
Odległość: 6 m

Komentarz: Zakłócenia DC (81,15 mV)

Wyniki

Częstotliwość	Napięcie
29,78 Hz	48,31 mV
70,06 Hz	48,31 mV
89,83 Hz	48,27 mV

Impedancja: 16,11 mΩ



## Zakłócenia dc 81,15 mV

$I_{OUT}^{AC} = 3.000A$

$50.00Hz \quad 0.00^\circ \quad \rightarrow = 31,5 m\Omega$

$Z_{odch.} = 95,2 \%$

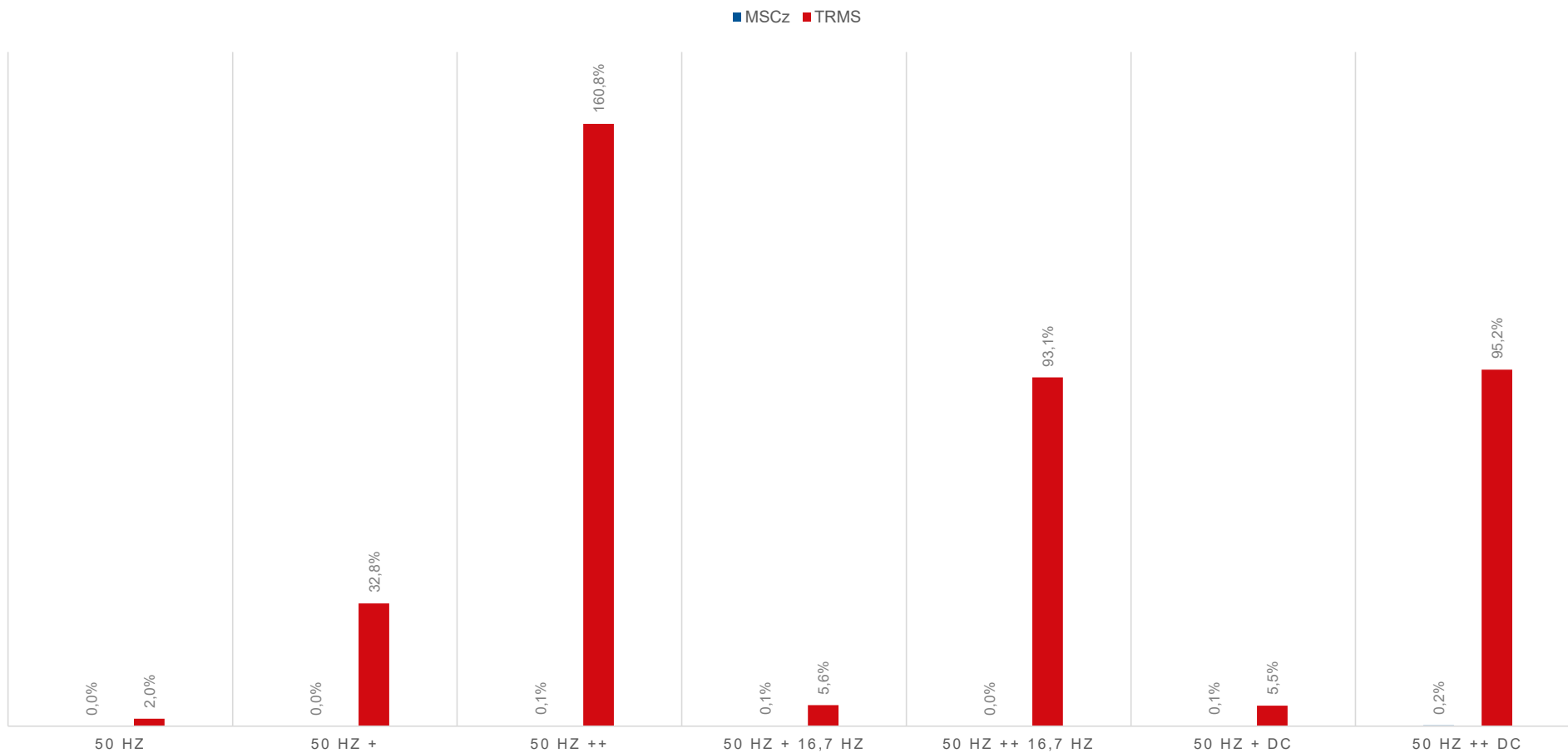
IN 1: 0.0945V, 0.73°


IN 2: 0.08115V

**$Z_{MSCz} = 16,11 m\Omega / -0,2 \%$**



# ► Błędy wyznaczania impedancji MSCz vs. TRMS





Porównanie wyników pomiarów impedancji z wykorzystaniem MSCz inne metody tłumienia zakłóceń - warunki polowe.

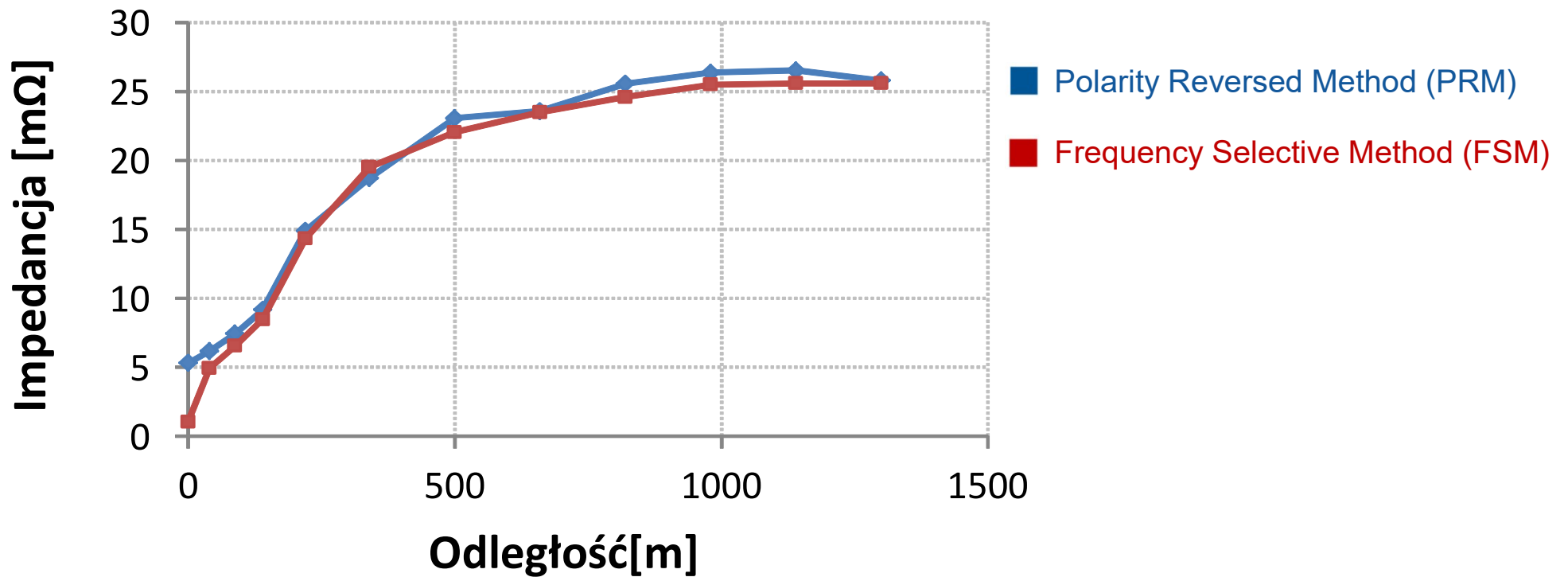
## ► Pomiaru powrównawcze BM, PRM, FSM

- ▶ Spadek potencjału wokół systemu uziemienia został zmierzony i porównany w każdym przypadku, podobnie jak napięcia dotykowe w wyznaczonych punktach
- ▶ 2 przypadki pomiarowe ze względu na otoczenie sieciowe w obszarze wiejskim,
- ▶ Pomiaru zostały wykonane w tych samych warunkach:
  - ▶ pomiary wykonywane jeden po drugim tego samego dnia,
  - ▶ używana ta sama sonda prądowa / linia napowietrzna,
  - ▶ Sondy używane do pomiaru spadku potencjału nie były usuwane pomiędzy pomiarami.
  - ▶ Przedstawione wzorce impedancji są oparte na tym samym współczynniku redukcji w każdym przypadku.
  - ▶ Napięcia dotykowe zostały zmierzone niezależnie od siebie. Oznacza to, że położenie elektrody nożnej i końcówki pomiarowej nie jest identyczne.
  - ▶ Przedstawione napięcia dotykowe są oparte na tym samym prądzie sieciowym i tym samym współczynniku redukcji w każdym przypadku.



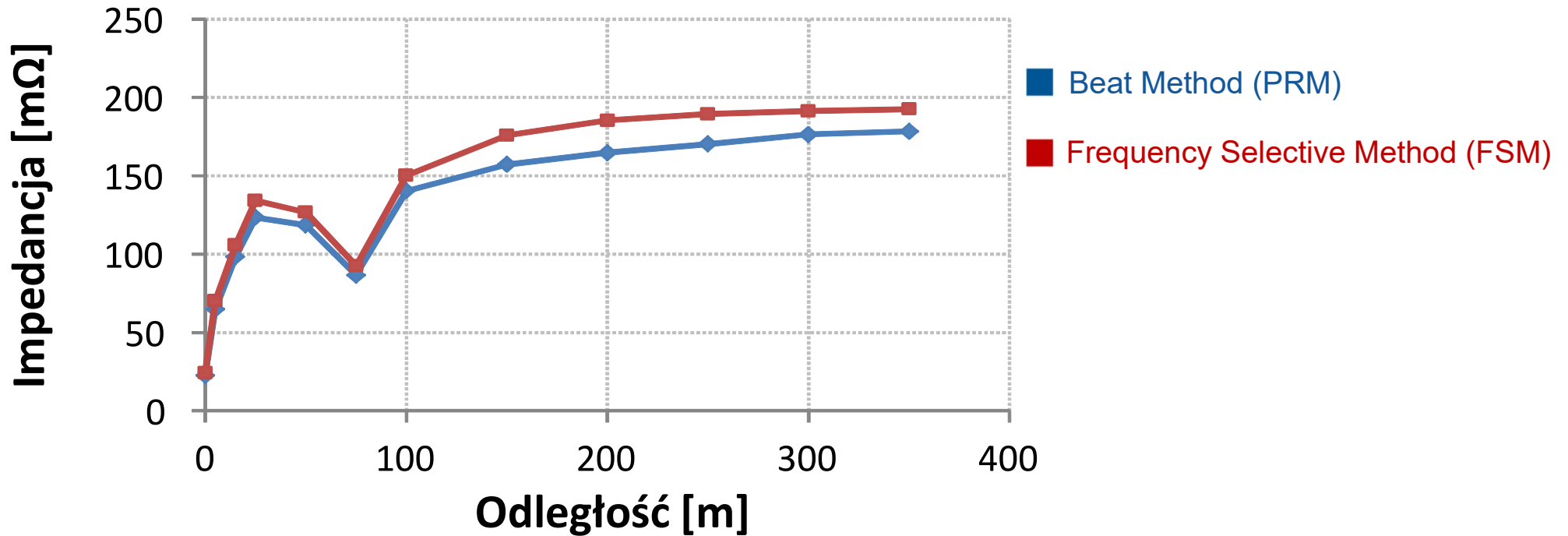
## Przypadek 1: system w obszarze wiejskim (PRM - FSM)

### Porównanie spadku potencjału



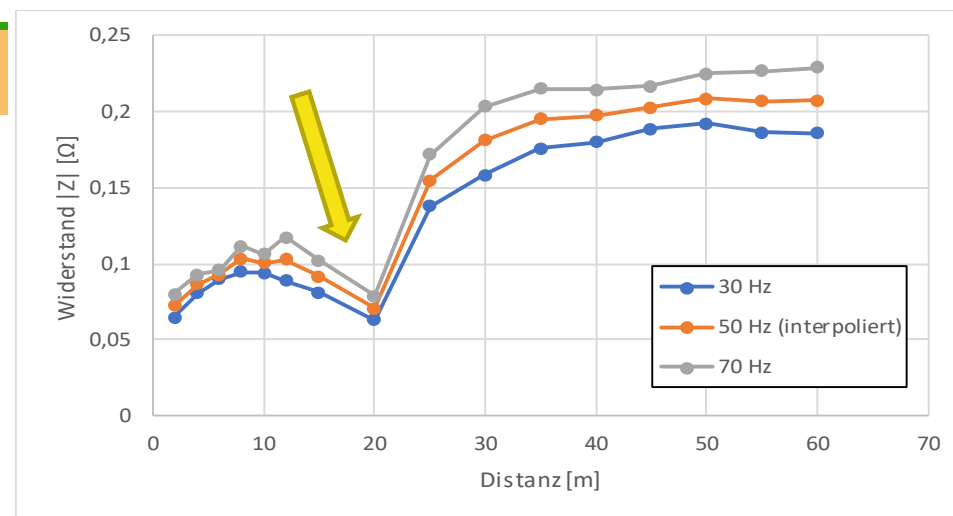
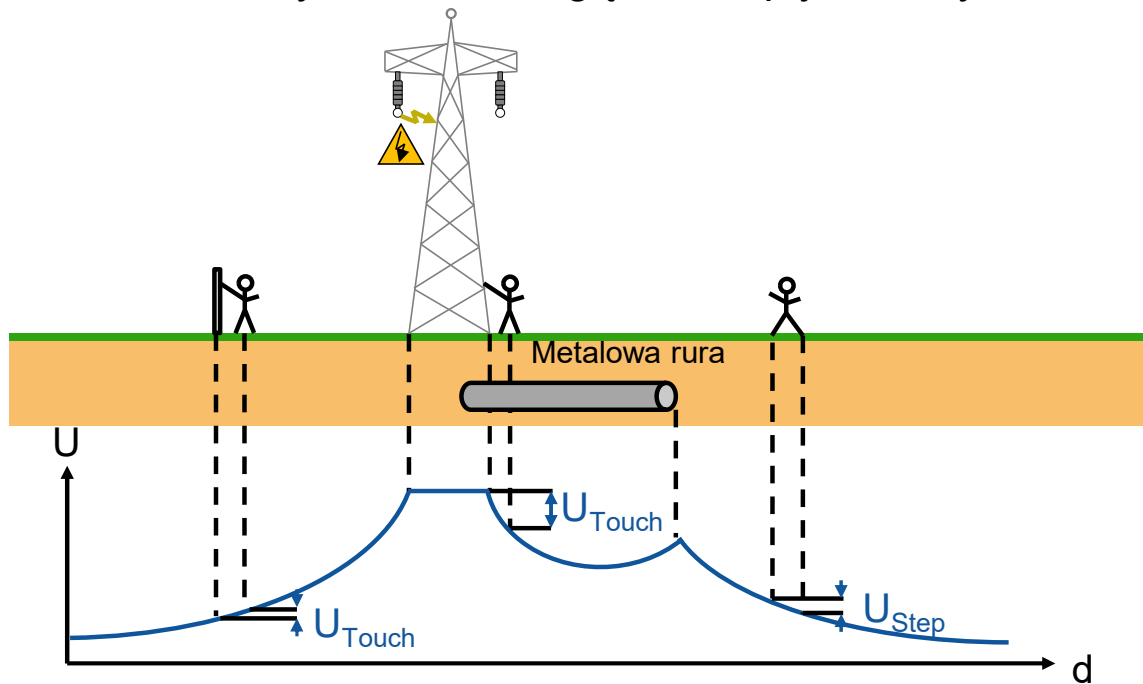
## Przypadek 2: sysystem w obszarze wiejskim (BM - FSM)

### Porównanie spadku potencjału



# Wyniki - Odchylona krzywa impedancji uziemienia

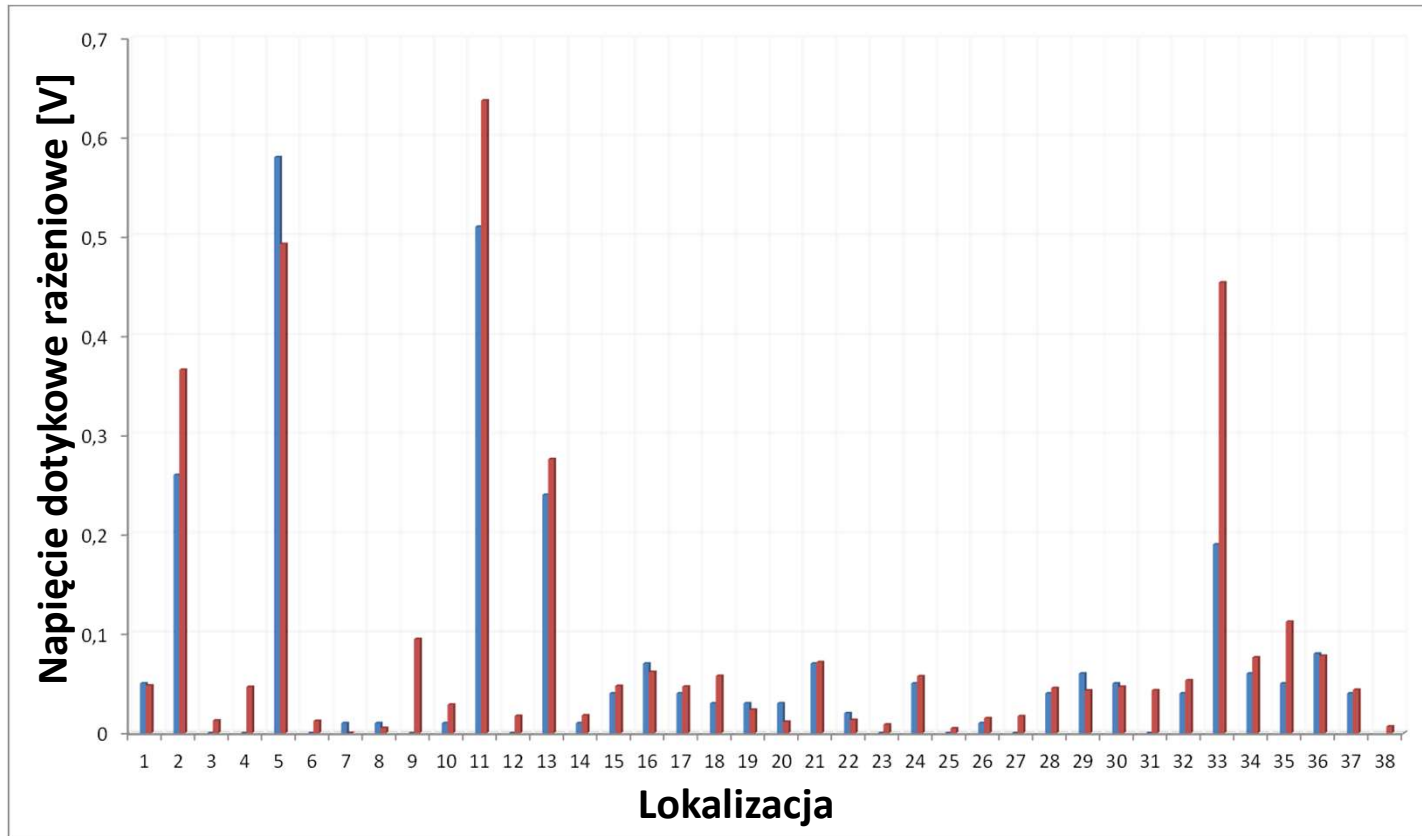
Przeszkody na ziemi mogą mieć wpływ na wyniki



# ► Porównanie wartości napięcia dotykowego rażeniowego

■ Polarity Reversed Method (PRM)

■ Frequency Selective Method (FSM)



## ▶ Wnioski z porównania

- ▶ Impedancja uziemienia:
  - ▶ Wiejskim wykazuje duże zbieżności w zestawieniu ze sobą dwóch metod pomiarowych
- ▶ Wartości napięć dotykowych rażeniowych dla porównywanych metod pomiarowych są do siebie zbliżone
- ▶ Wykorzystanie MSCz z przenośnym zestawem pomiarowym oferuje wiarygodną metodę pomiarową do skutecznego tłumienia sygnałów zakłóceńowych celem określenia parametrów do oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w zakresie:
  - ▶ impedancja uziemienia dla wszystkich rozmiarów SU,
  - ▶ napięcia dotykowe, krokowe rażeniowe,
  - ▶ współczynnik redukcji,
  - ▶ impedancja linii  $\underline{Z}_1$ ,  $\underline{Z}_0$ ,  $\underline{Z}_{0M}$
- ▶ Aparatura pomiarowa dodatkowo umożliwia pomiar:
  - ▶ rezystywność gruntu,
  - ▶ ciągłość siatki uziemiającej.





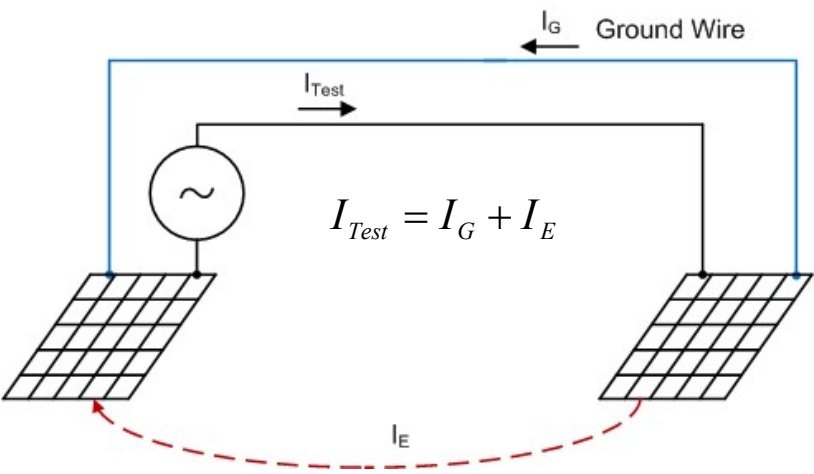
# Dodatek „Praktyczne aspekty pomiarów”



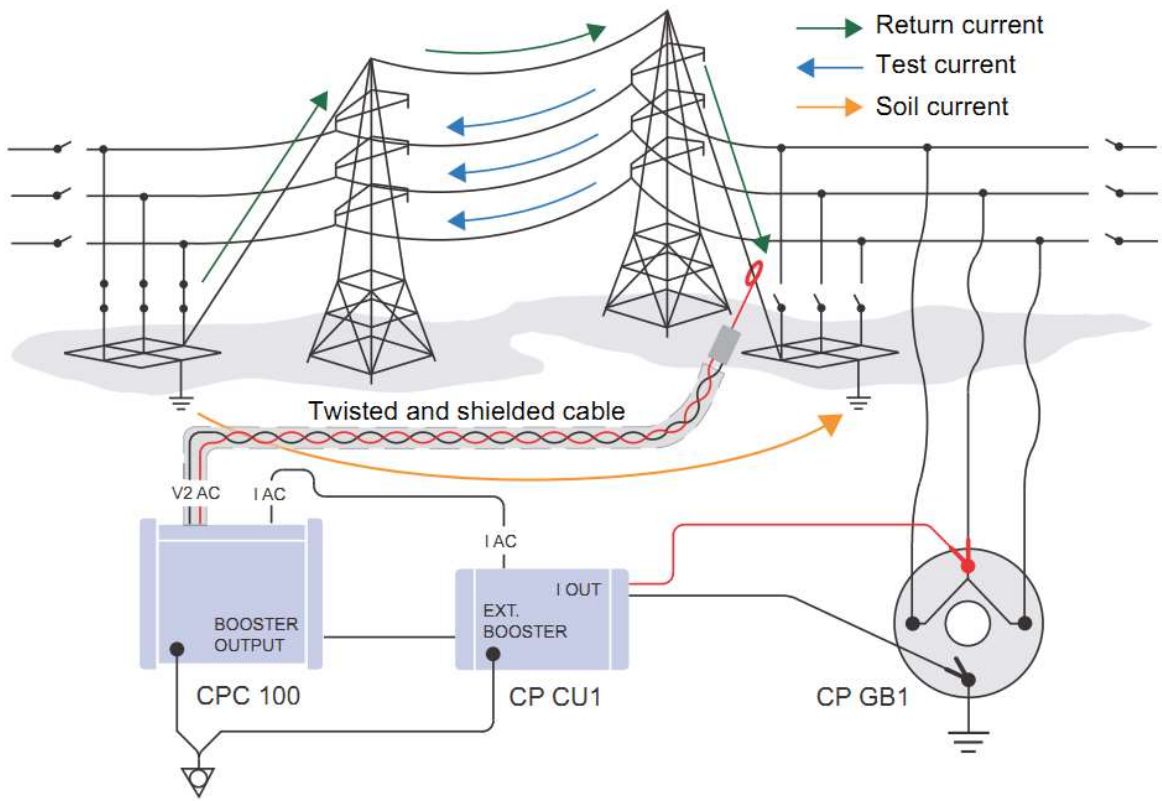
Współczynnik redukcji

# ► Współczynnik redukcji

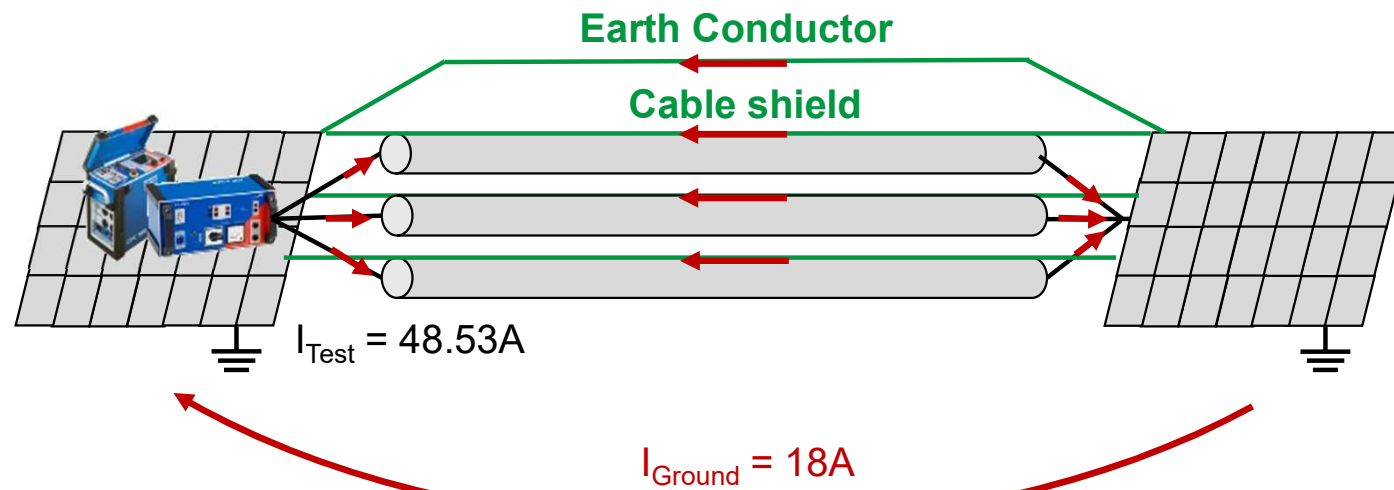
Współczynnik redukcji  $r = \frac{I_E}{I_{Test}} = 1 - \frac{I_G}{I_{Test}}$



tylko  $I_E$  powoduje wzrost potencjału!




# ► Współczynnik redukcji kabel elektroenergetyczny



	Magnitude	Angle
$I_{test}$ (injected current)	48.53A	1.11°
$I_{EC}$ (earth conductor)	7.42A	317.96°
$I_{L1}$ (cable shield phase 1)	14.34A	193.49°
$I_{L2}$ (cable shield phase 2)	14.35A	193.77°
$I_{L3}$ (cable shield phase 3)	14.35A	193.77°
$I_{ground}$ (calculated current)	18.73A	-49.31°

$$r = 1 - \left| \frac{39.34A * e^{-j157.36^\circ}}{48.53 * e^{j1.11^\circ}} \right| = 0.19$$

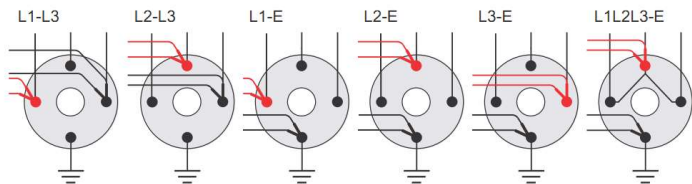
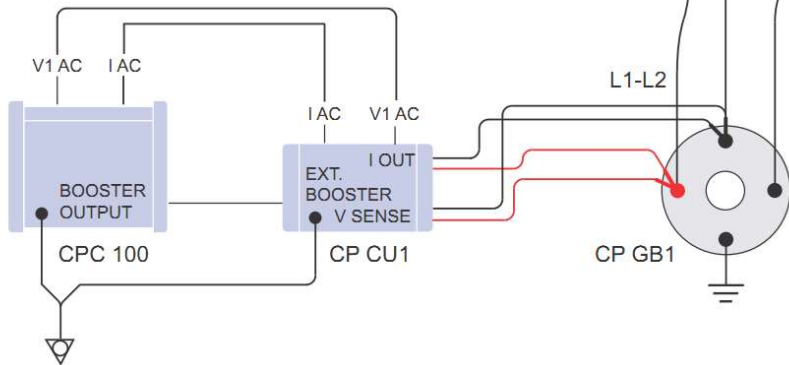
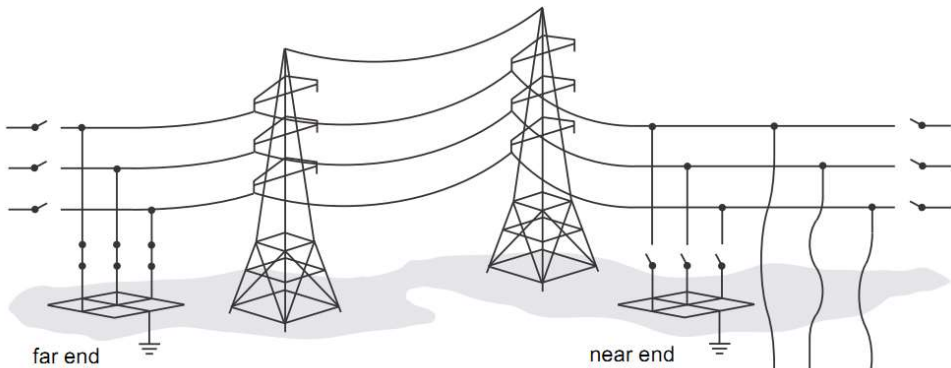
# Współczynnik redukcji – przykład raportu

Reduction Factor Test Report				OMICRON 	
Template:	Reduction Factor				
Version:	3.40				
Substation:			Coordinates:		
Name of Line:			Line Length:		
Comment on line configuration:					
Remote Substation:			Coordinates:		
Test Engineer:			Test Date:	wtorek, 20 marzec 2012	
Rated Frequency:	50.0 Hz				
Return Currents					
	Re / A	Im / A	Abs / A	φ / °	
RedFactor1	2,43	1,54	2,87	32,36	
RedFactor2	3,70	-1,45	3,97	-21,40	
RedFactor3	1,39	0,43	1,45	17,32	
RedFactor4	2,56	1,32	2,88	27,34	
Current Split					
	Re / A	Im / A	Abs / A	φ / °	
Total Current	20,00	0,00	20,00	0,00	
Sum of Return Currents	10,07	1,84	10,24	10,37	
I <sub>G</sub>	9,93	-1,84	10,10	-10,51	
Reduction Factor					
			Abs	φ / °	
$r = \frac{I_G}{I_{total}} = 1 - \frac{\sum I_{return,i}}{I_{total}}$			0,51	-10,51	



Pomiar parametrów linii  $\underline{Z}_1$ ,  $\underline{Z}_0$ ,  $\underline{Z}_{0M}$

# Pomiar impedancji linii



Wyniki pomiarów impedancji linii dla Z1 i Z0:

Measured Impedances							
	Z <sub>L1-L2</sub>	Z <sub>L2-L3</sub>	Z <sub>L1-L3</sub>	Z <sub>L1-E</sub>	Z <sub>L2-E</sub>	Z <sub>L3-E</sub>	Z <sub>L1L2L3-E</sub>
R / Ω	1,620	1,611	1,618	1,584	1,507	1,526	1,001
X / Ω	6,659	6,614	6,659	5,201	5,542	5,439	3,097
Z / Ω	6,853	6,808	6,853	5,437	5,743	5,649	3,255
φ / °	76,33	76,31	76,34	73,06	74,79	74,33	72,08

Physical Model Impedances						
	Z <sub>P11</sub>	Z <sub>P22</sub>	Z <sub>P33</sub>	Z <sub>P12</sub>	Z <sub>P23</sub>	Z <sub>P13</sub>
R / Ω	1,584	1,507	1,526	0,736	0,711	0,746
X / Ω	5,201	5,542	5,439	2,042	2,183	1,990
Z / Ω	5,437	5,743	5,649	2,170	2,296	2,126
φ / °	73,06	74,79	74,33	70,19	71,97	69,45

Symmetrical Components and Line Model with Z <sub>E</sub>							
	Z <sub>1</sub> = Z <sub>L</sub> / Ω	Z <sub>0</sub> / Ω	Z <sub>E</sub> / Ω	Z' <sub>1</sub> / Ω/km	Z' <sub>0</sub> / Ω/km	Z' <sub>E</sub> / Ω/km	Z <sub>0, calc</sub> / Ω
R	0,808	3,004	0,732	0,040	0,150	0,037	3,001
X	3,322	9,291	1,990	0,166	0,465	0,099	9,538
Z	3,419	9,765	2,120	0,171	0,488	0,106	9,999
φ / °	76,33	72,08	69,80	76,33	72,08	69,80	72,54

k-Factors						
k <sub>L</sub> = Z <sub>E</sub> / Z <sub>L</sub>		R <sub>E</sub> / R <sub>L</sub> and X <sub>E</sub> / X <sub>L</sub>			k <sub>0</sub> = Z <sub>0</sub> / Z <sub>L</sub>	
Abs	φ / °	R <sub>E</sub> / R <sub>L</sub>	X <sub>E</sub> / X <sub>L</sub>		Abs	φ / °
0,620	-6,53	0,906	0,599		2,856	-4,24

Różnice wartości impedancji linii zmierzone / obliczeniowe:

Error Calculation				
	Z <sub>1</sub> = Z <sub>L</sub>		Z <sub>0</sub>	
Calculated Value:	R / Ω	X / Ω	R / Ω	X / Ω
	0,798	3,250	2,584	7,145
Error (ref. to measured value) / %:	-1,25	-2,17	-13,98	-23,10

# Pomiar impedancji linii

Wyniki pomiarów impedancji linii dla Z1 i Z0:

Measured Impedances							
	Z <sub>L1-L2</sub>	Z <sub>L2-L3</sub>	Z <sub>L1-L3</sub>	Z <sub>L1-E</sub>	Z <sub>L2-E</sub>	Z <sub>L3-E</sub>	Z <sub>L1,L2,L3-E</sub>
R / Ω	1,620	1,611	1,618	1,584	1,507	1,526	1,001
X / Ω	6,659	6,614	6,659	5,201	5,542	5,439	3,097
Z / Ω	6,853	6,808	6,853	5,437	5,743	5,649	3,255
φ / °	76,33	76,31	76,34	73,06	74,79	74,33	72,08

Physical Model Impedances						
	Z <sub>P11</sub>	Z <sub>P22</sub>	Z <sub>P33</sub>	Z <sub>P12</sub>	Z <sub>P23</sub>	Z <sub>P13</sub>
R / Ω	1,584	1,507	1,526	0,736	0,711	0,746
X / Ω	5,201	5,542	5,439	2,042	2,183	1,990
Z / Ω	5,437	5,743	5,649	2,170	2,296	2,126
φ / °	73,06	74,79	74,33	70,19	71,97	69,45

Symmetrical Components and Line Model with Z <sub>E</sub>							
	Z <sub>1</sub> = Z <sub>L</sub> / Ω	Z <sub>0</sub> / Ω	Z <sub>E</sub> / Ω	Z' <sub>1</sub> / Ω/km	Z' <sub>0</sub> / Ω/km	Z'E / Ω/km	Z <sub>0, calc</sub> / Ω
R	0,808	3,004	0,732	0,040	0,150	0,037	3,001
X	3,322	9,291	1,990	0,166	0,465	0,099	9,538
Z	3,419	9,765	2,120	0,171	0,488	0,106	9,999
φ / °	76,33	72,08	69,80	76,33	72,08	69,80	72,54

k-Factors							
k <sub>L</sub> = Z <sub>E</sub> / Z <sub>L</sub>		R <sub>E</sub> / R <sub>L</sub> and X <sub>E</sub> / X <sub>L</sub>				k <sub>0</sub> = Z <sub>0</sub> / Z <sub>L</sub>	
Abs	φ / °	R <sub>E</sub> / R <sub>L</sub>	X <sub>E</sub> / X <sub>L</sub>	Abs	φ / °	Abs	φ / °
0,620	-6,53	0,906	0,599	2,856	-4,24		

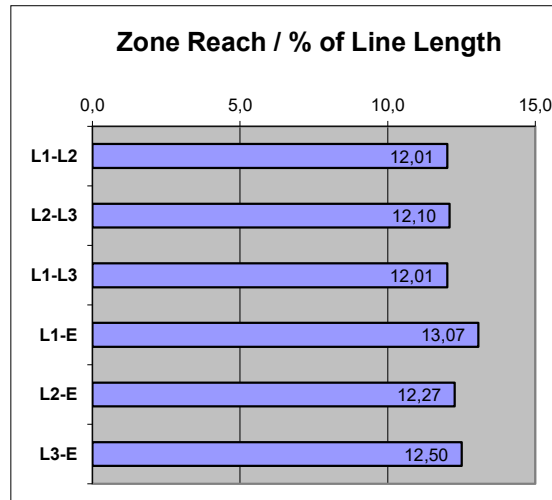
Różnice wartości impedancji linii zmierzone / obliczeniowe:

Error Calculation				
	Z <sub>1</sub> = Z <sub>L</sub>		Z <sub>0</sub>	
Calculated Value:	R / Ω	X / Ω	R / Ω	X / Ω
	0,798	3,250	2,584	7,145
Error (ref. to measured value) / %:	-1,25	-2,17	-13,98	-23,10

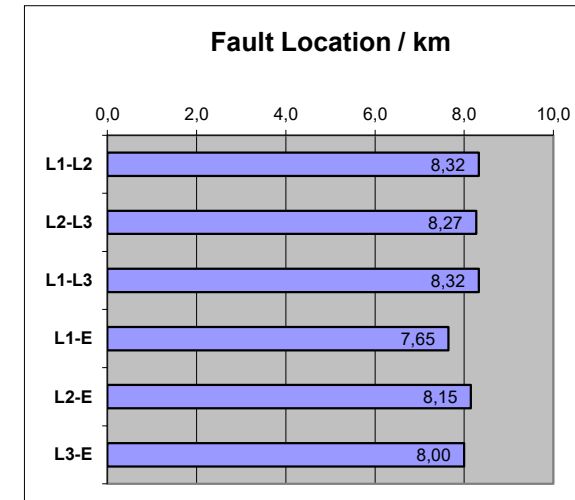
Nastawy zabezpieczenia odległościowego i lokalizatora miejsca zwarcia:

Distance Protection Parameters			
X1_prim_zone	0,400 Ω		
kL	Abs	0,700	
	φ / °	0,00	
Fault Locator Parameters			
X1'_prim	0,400 Ω/km	Fault Location	100 %

Rzeczywisty zasięg działania zabezpieczenia odległościowego w przypadku zwarcia:

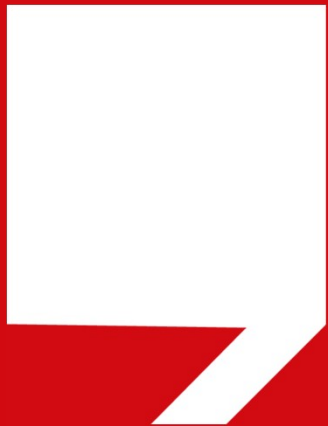


Wskazanie lokalizatora miejsca zwarcia na podstawie danych obliczeniowych (nie wyników pomiarów):



Długość linii 20 km





Nowości w normie  
**EN 50522:2022 edycja 11.2023**

# Wybrane zmiany w normie EN 5022:2022 ver. 11.2023

EN 50522: 2022

- ▶ **L2.2 b) Metoda wymuszenia o dużym natężeniu**  
[...]  
Zaleca się wybrać w miarę możliwości prąd probierczy co najmniej tak wysoki, ze mierzone napięcia (napięcie uziomowe), jak również napięcia dotykowe odniesione do prądu probierczego) będą większe od możliwych napięć zakłóceń i zaburzeniowych. Zwykle jest to spełnione w przypadku prądów probierczych powyżej 50 A.

EN 50522: 2022 **ver. 11.2023**

- ▶ **L2.2 b) Metoda wymuszenia o dużym natężeniu**  
[...]  
Zaleca się wybrać w miarę możliwości prąd probierczy co najmniej tak wysoki, ze mierzone napięcia (napięcie uziomowe), jak również napięcia dotykowe odniesione do prądu probierczego) będą większe od możliwych napięć zakłóceń i zaburzeniowych. Zwykle jest to spełnione w przypadku prądów probierczych powyżej 50 A, *np. w zależności od metody eliminacji, wielkości impedancji uziemienia, wynikowego prądu uziemienia obwodu testowego, poziomu hałasu. Użycie mniejszej lub większej wartości prądu probierczego są również odpowiednie.*

# Wybrane zmiany w normie EN 5022:2022 ver. 11.2023

## EN 50522: 2022

- ▶ **L2.2 a)** [...] Zaleca się, aby odległość sondy od badanego uziomu wynosiła co najmniej **2,5**-krotność maksymalnego rozszerzenia badanego uziomu (w kierunku pomiaru), ale nie była mniejsza niż 20 m; odległość elektrody pomocniczej powinna być co najmniej **4**-krotnością maksymalnego rozszerzenia, ale nie mniejsza niż 40 m.

- ▶ **L.4 Eliminacja napięć zakłócających i zaburzających w przypadku pomiarów uziemień**

*Przykładami sprawdzonych i użytecznych metod eliminowania takich zakłócających skutków są, metoda:*

- a) dudnieniowa,
- b) odwracania biegunowości,
- c) pomiar wektorowy,
- d) blokowanie prądów stałych

## EN 50522: 2022 **ver. 11.2023**

- ▶ **L2.2 a)** [...] Zaleca się, aby odległość sondy od badanego uziomu wynosiła co najmniej **5**-krotność maksymalnego rozszerzenia badanego uziomu (w kierunku pomiaru), ale nie była mniejsza niż 20 m; odległość elektrody pomocniczej powinna być co najmniej **8**-krotnością maksymalnego rozszerzenia, ale nie mniejsza niż 40 m.

- ▶ **L.4 Eliminacja napięć zakłócających i zaburzających w przypadku pomiarów uziemień**

*Przykładami sprawdzonych i użytecznych metod eliminowania takich zakłócających skutków są, metoda:*

- a) dudnieniowa,
- b) odwracania biegunowości,
- c) pomiar wektorowy,
- d) blokowanie prądów stałych
- e) **selektywna częstotliwościowo**



**Metoda pomiarowa selektywna częstotliwościowo stosowana do eliminacji zakłóceń z sygnału pomiarowego do oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych o napięciu > 1 kV**

Tomasz Bednarczyk

[tomasz.bednarczyk@omicronenergy.com](mailto:tomasz.bednarczyk@omicronenergy.com)

Dziękuję za uwagę.