



**Wydział Elektroniki  
i Technik Informatycznych**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



**Instytut Radioelektroniki  
i Technik Multimedialnych**

Transmisja bezprzewodowa i anteny

Laboratorium 3

Charakterystyki polaryzacyjne  
i częstotliwościowe anten

**Cz. 2: Pomiar charakterystyk  
częstotliwościowych anten**

Semestr 25L

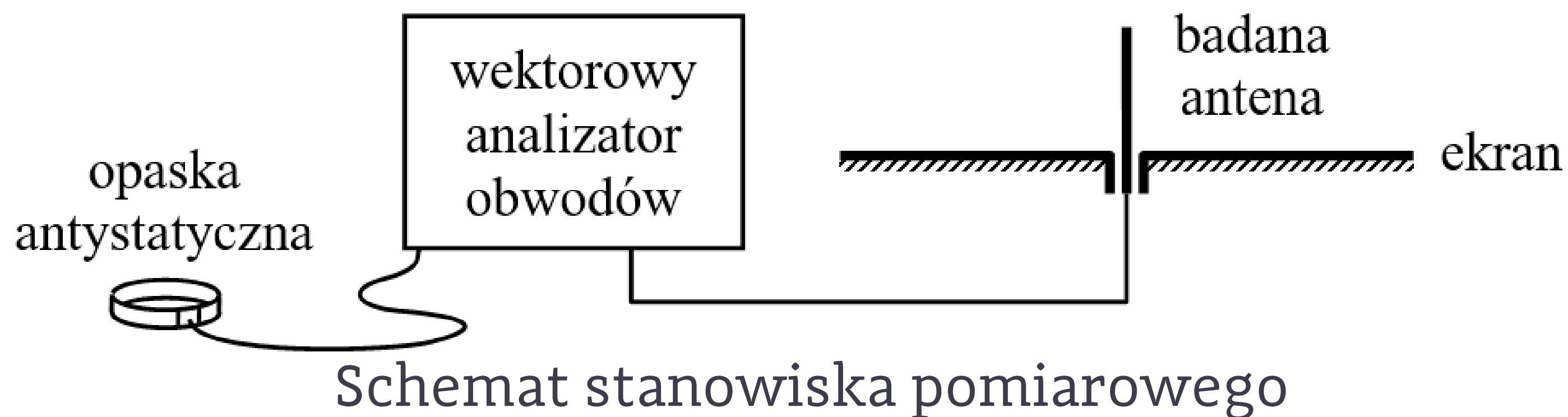
**Politechnika  
Warszawska**



# Pomiary charakterystyki częstotliwościowej anten pionowej z ekranem

Zadanie polega na wykonaniu pomiaru współczynnika odbicia od wrót zasilających antenę w funkcji częstotliwości a następnie na wyznaczeniu pasma pracy anteny. Badany jest także efekt skrócenia elektrycznego anteny.

Pomiarów dokonuje się na stanowisku schematycznie przedstawionym poniżej.



Stanowisko składa się z wektorowego analizatora obwodów z opaską antystatyczną, badanej anteny pionowej z ekranem oraz komputera. Antena zasilana jest u podstawy, w płaszczyźnie ekranu. Wrota zasilające anteny, do których podłączany jest analizator, umieszczone są pod ekranem.



# Stanowisko pomiarowe

Badana  
antena

Wektorowy  
analizator  
obwodów

Aplikacja LibreVNA  
obsługująca analizator

Opaska  
antystatyczna

Linijka

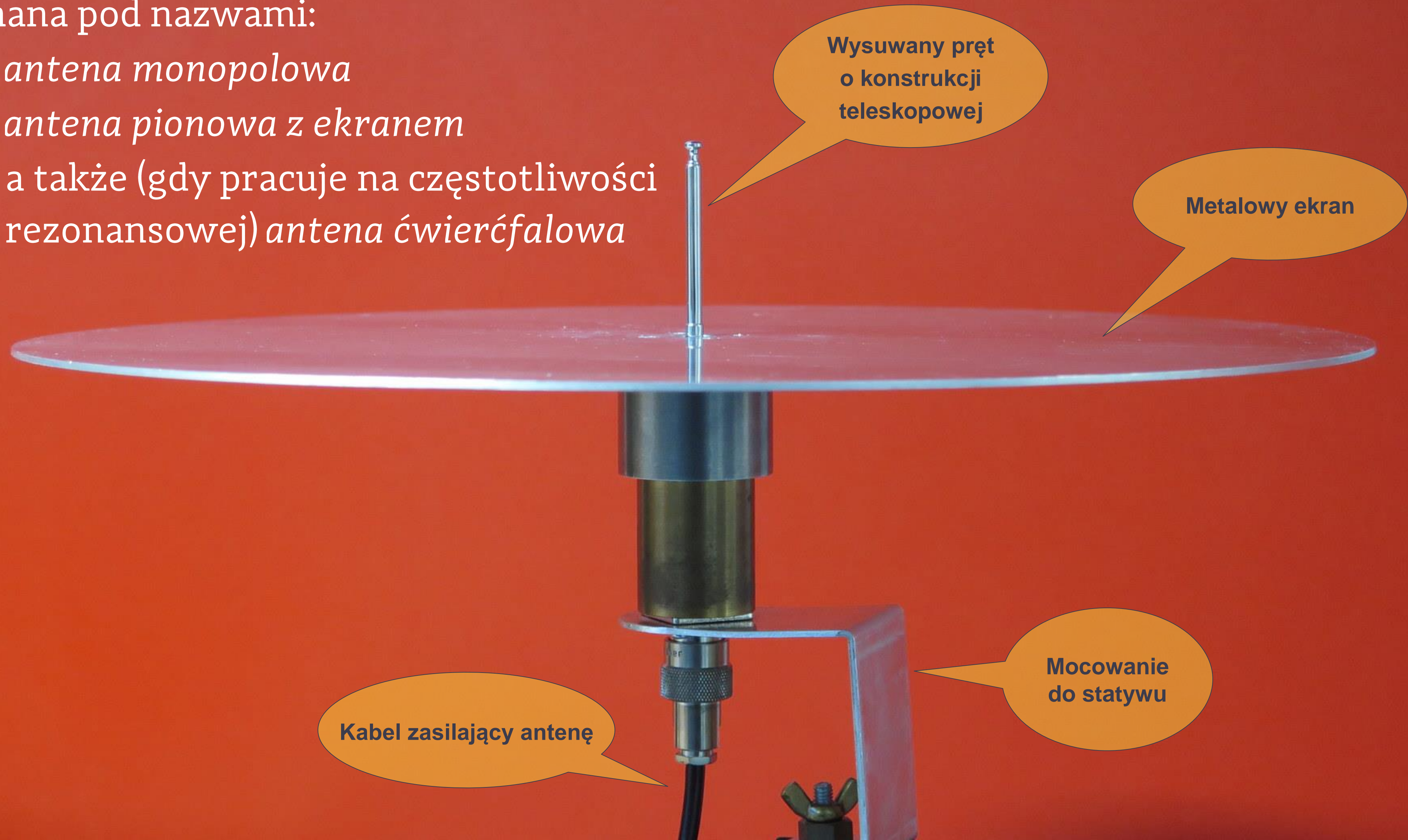
Wzorce kalibracyjne



# Badana antena

Znana pod nazwami:

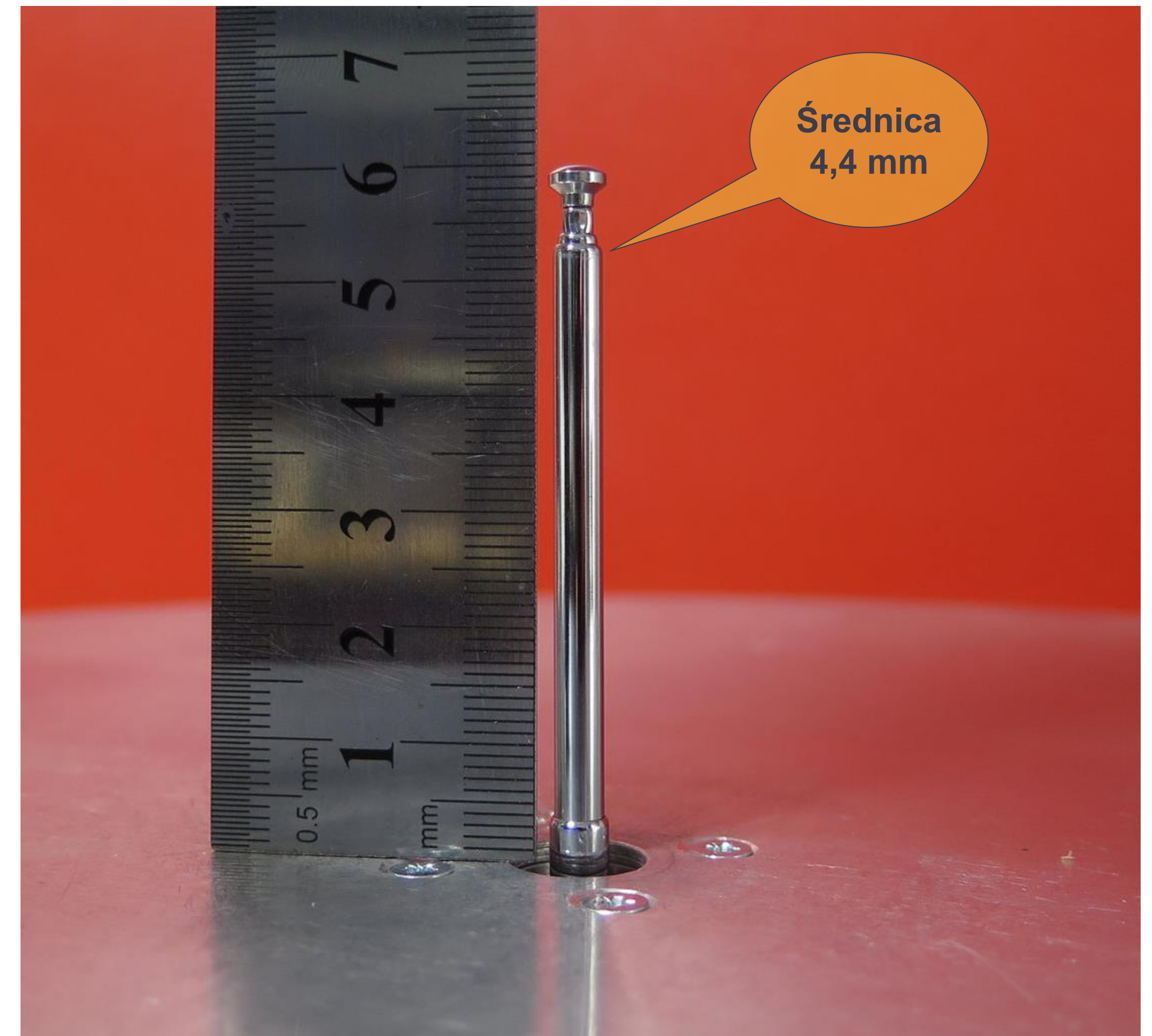
- *antena monopolowa*
- *antena pionowa z ekranem*
- a także (gdy pracuje na częstotliwości rezonansowej) *antena ćwierćfalowa*





# Ustawienie długości anteny

- **Założyć opaskę antystatyczną na nadgarstek.**
- Wysunąć pręt anteny na długość zadaną przez prowadzącego. Dobierając najcieńsze sekcje teleskopowe ustawić małą średnicę anteny (lewy rysunek).



# Konfiguracja analizatora

- Załadować wstępne ustawienia analizatora: File > Load setup > C:\Student\TBAT\_Lab3\TBAT.setup
- Obliczyć przybliżoną częstotliwość rezonansową anteny, przy założeniu że w rezonansie na długości anteny odkłada się ćwierć długości fali (antena ćwierćfalowa).
- Ustawić obliczoną częstotliwość w zaokrągleniu do pełnych MHz jako częstotliwość środkową na analizatorze (pole Center).
- Ustawić zakres przemiatań równy 1 GHz (pole Span).



# Kalibracja analizatora

**Przed przystąpieniem do pomiarów należy skalibrować wektorowy analizator obwodów.** Kalibracja polega na pomiarze elementów wzorcowych, o znanych charakterystykach. Na podstawie tych pomiarów analizator wyznacza współczynniki kalibracyjne, które później służą do korekcji wyników pomiarów.

- Załadować definicję zestawu kalibracyjnego z pliku:  
Calibration > Edit calibration kit > [Open] >  
C:\Student\TBAT\_Lab3\LibreVNA.calkit > [Open] >  
[OK]

The screenshot shows the 'Calibration Kit Coefficients' dialog box. It has a title bar with a question mark and a close button. The main area contains three input fields: 'Manufacturer:' with the value 'LibreVNA', 'Serial number:' with the value '00', and 'Description:' with the value 'standard calkit'. Below these fields is a section titled 'Standards' which contains a list box with the text 'Open, Short, Load, Through,'. To the right of the list box are four buttons: a plus button with a right arrow, a minus button, an up arrow button, and a down arrow button. At the bottom of the dialog are four buttons: 'OK', 'Save', 'Open', and 'Apply'.

# Kalibracja analizatora, cd.

- Otworzyć okno kalibracji: Calibration > Calibration Measurements.
- Z listy „Create default measurements for:” wybrać „1 Port SOL”. Pojawi się tabela z listą wzorców.
- Podłączyć pierwszy wzorzec do kabla pomiarowego i zaznaczyć go na liście wzorców (podświetlić wiersz w tabeli). Kliknąć przycisk „Measure”. Analizator wykona pomiar wzorca.
- Operację powtórzyć dla pozostałych wzorców.
- Po ostatnim pomiarze na liście „Available calibrations” ikona kalibracji „SOLT, Port 1” powinna zmienić kolor na zielony. Należy wybrać tę kalibrację i kliknąć „Activate”.
- Zamknąć okno, odłożyć wzorce kalibracyjne do pudełka.



Zestaw wzorców kalibracyjnych

Calibration Measurements

Measurements

Create default measurements for:

	Type	Calkit Standard	Settings	Statistics	Timestamp
1	Short	Short, <span></span>	Port: 1 <span></span>	501 points from 1.00000MHz to 6.00000GHz	czw. paź 27 08:50:39 2022 GMT
2	Open	Open, <span></span>	Port: 1 <span></span>	501 points from 1.00000MHz to 6.00000GHz	czw. paź 27 08:50:56 2022 GMT
3	Load	Load, <span></span>	Port: 1 <span></span>	501 points from 1.00000MHz to 6.00000GHz	czw. paź 27 08:51:09 2022 GMT

+ Add - Delete ↑ ↓ ▶ Measure 🗑 Clear Electronic Calibration Edit Calibration Kit

Calibration

Available calibrations:

- ✓ SOLT, Port: 1
- ✗ SOLT, Port: 2
- ✗ SOLT, Ports: [1,2]
- ✗ ThroughNormalization, Ports: [1,2]
- ✗ TRL, Ports: [1,2]

Active calibration: None

Minimum frequency: 0 Hz

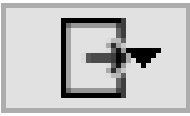
Maximum frequency: 0 Hz

Points: 0

Deactivate Activate



# Zadania

- Ile wynosi mierzony współczynnik odbicia przy kablu odłączonym od anteny? Z czego wynika taka wartość?
- Podłączyć kabel pomiarowy do anteny. Za pomocą markerów na analizatorze (dodawanie markerów przyciskiem [+] w obszarze Marker okna analizatora) zaznaczyć i odczytać:
  - Częstotliwość rezonansową anteny (w minimum charakterystyki  $|S_{11}|$ )
  - Dolną częstotliwość graniczną pasma pracy (na poziomie  $-10$  dB)
  - Górną częstotliwość graniczną pasma pracy (na poziomie  $-10$  dB)
- Obliczyć szerokość pasma pracy: bezwzględną i względną.
- Obliczyć parametry  $S$  (smukłość) i  $m$  z rys. 33 z materiałów do laboratorium, zaznaczyć odpowiadający im punkt na kopii rys. 33. Czy punkt pokrywa się z krzywą dla  $Z_0 = 50 \Omega$ ?
- Zapisać plik S1P z wynikiem pomiaru. (Przycisk  w lewym dolnym rogu > Touchstone > Ports: 1 > S11: S11 > Format: dB/Angle > Save)
- Przy założonej opasce antystatycznej ustawić największą średnicę anteny (o tej samej długości). Powtórzyć powyższe czynności pomiarowe dla tej anteny.

# Sprawozdanie

W sprawozdaniu w części 2 powinny się znaleźć:

- Sformułowanie celu pomiaru.
- Schemat stanowiska.
- Przydzielona długość anteny.
- Dla obu średnic anteny:
  - Wykresy  $|S_{11}|$  [dB] w funkcji częstotliwości stworzone na podstawie pliku S1P (wskazówki, jak użyć do tego Matlaba na następnym slajdzie).
  - Zmierzone częstotliwości rezonansowe, górna i dolna częstotliwość graniczna pasma pracy anten.
  - Szerokość pasma pracy anten: bezwzględna i względna.
  - Smukłość i współczynnik m oraz odpowiadający im punkt na rys. 33.
- Zależności matematyczne wykorzystane w obliczeniach.
- Odpowiedzi na pytania z poprzedniego slajdu, **wnioski i komentarze**.



# Wskazówki – praca z plikami SnP w Matlabie

Wczytanie pliku S1P (wymagany RF Toolbox):

```
S = spparameters('plik.s1p')  
  
S =  
    spparameters: S-parameters object  
  
    NumPorts: 1  
    Frequencies: [1001×1 double]  
    Parameters: [1×1×1001 double]  
    Impedance: 50
```

Wektor częstotliwości:

```
S.Frequencies
```

Ekstrakcja parametru S11 (S11 jest wektorem zespolonych amplitud):

```
S11 = rfparam(S, 1, 1);
```

Przeliczenie wartości S11 na decybele:

```
20*log10(abs(S11))
```