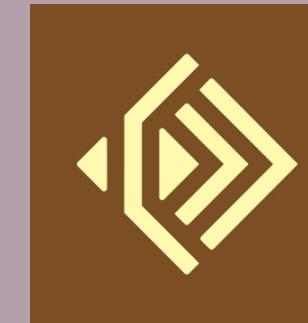




**Wydział Elektroniki
i Technik Informacyjnych**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Instytut Radioelektroniki
i Technik Multimedialnych

Transmisja bezprzewodowa i anteny

Laboratorium 2

Charakterystyki kierunkowe anten

**Cz. 1: Symulacja charakterystyki kierunkowej
anteny pionowej z ekranem**

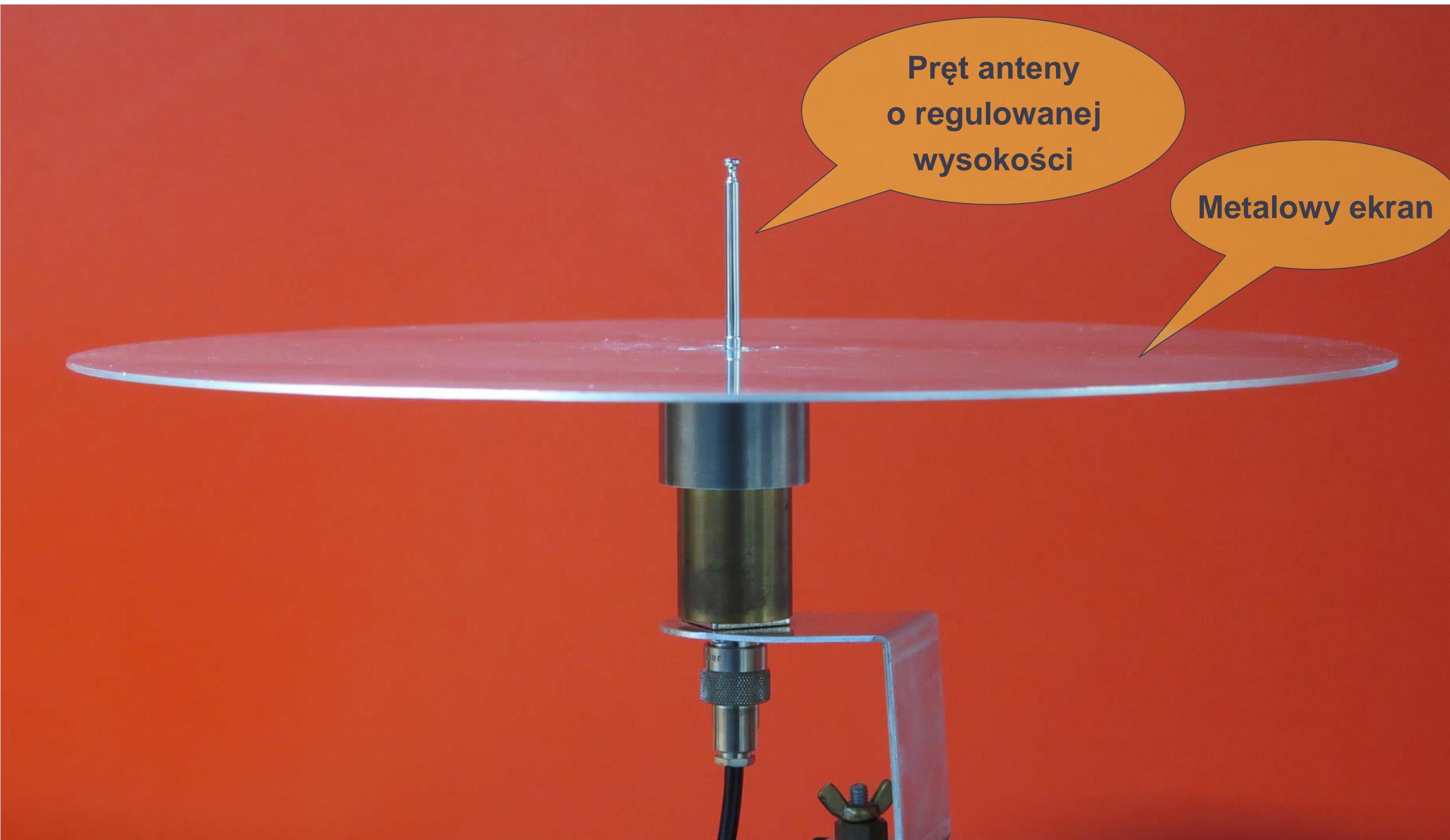
Semestr 23L

**Politechnika
Warszawska**



Symulacja charakterystyki kierunkowej anteny pionowej z ekranem

Zadanie polega na zbudowaniu modelu i obliczeniu charakterystyki kierunkowej anteny pionowej z ekranem (takiej samej jak antena mierzona w części 2 laboratorium).

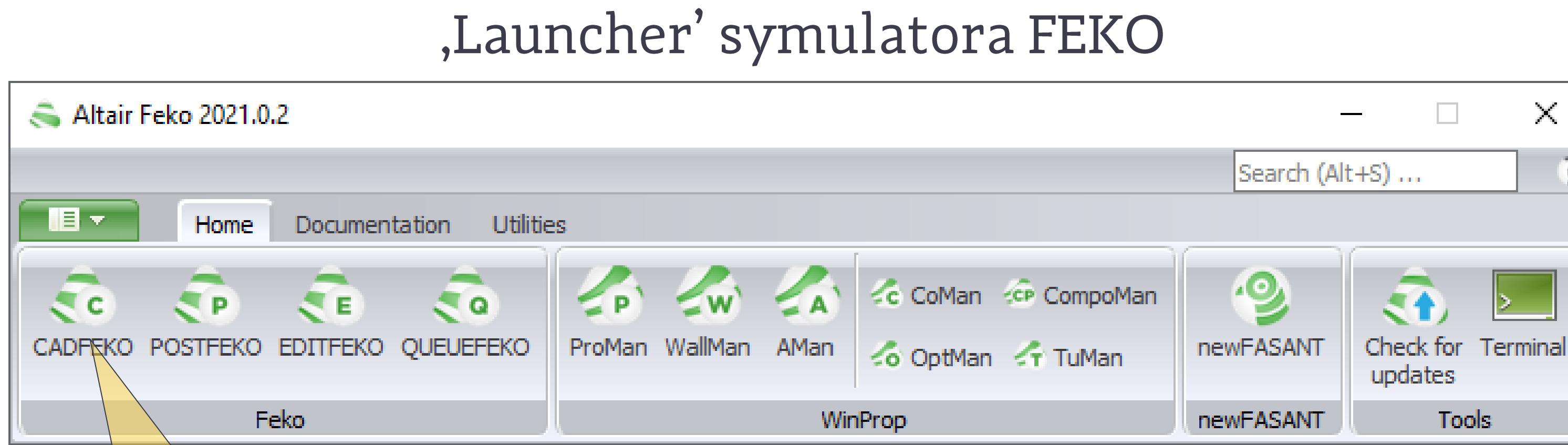


Model będzie uproszczony względem rzeczywistości:

- Nieskończoność cienki ekran z idealnego przewodnika
- Pręt w postaci idealnego przewodnika o stałej średnicy
- Pominione mocowanie anteny
- Zasilanie punktowe w miejscułączenia pręta z ekranem

Symulacja charakterystyki kierunkowej anteny pionowej z ecranem

Zadanie jest wykonywane przy użyciu symulatora elektromagnetycznego **Altair FEKO Student Edition**.
Przedmiotem zadania jest obliczenie charakterystyk anten dipolowych o różnych długościach elektrycznych.



FEKO Student Edition – ograniczenia wersji studenckiej:

Supported Platform: Windows 7 and 10

Model Elements

Number of wires in CADFEKO: 100

Number of faces in CADFEKO: 200

Number of mesh wire segments: 2 500

Number of mesh triangles: 25 000

Number of tetrahedral volume elements: 250 000

Number of voxel elements (FDTD): 500 000

Solution Specification

Near-field observation points per request: 10 000

Far-field observation directions per request: 20 000

Number of frequency values: 20

Solution Metrics

Main memory that can be allocated by FEKO kernel: 1 GByte

Number of processes for parallel FEKO version: 4

Total run-time (wall-clock time) of FEKO kernel: 20 min

Number of adaptive frequency sampling points: 101

Number of simultaneously active excitations: 20

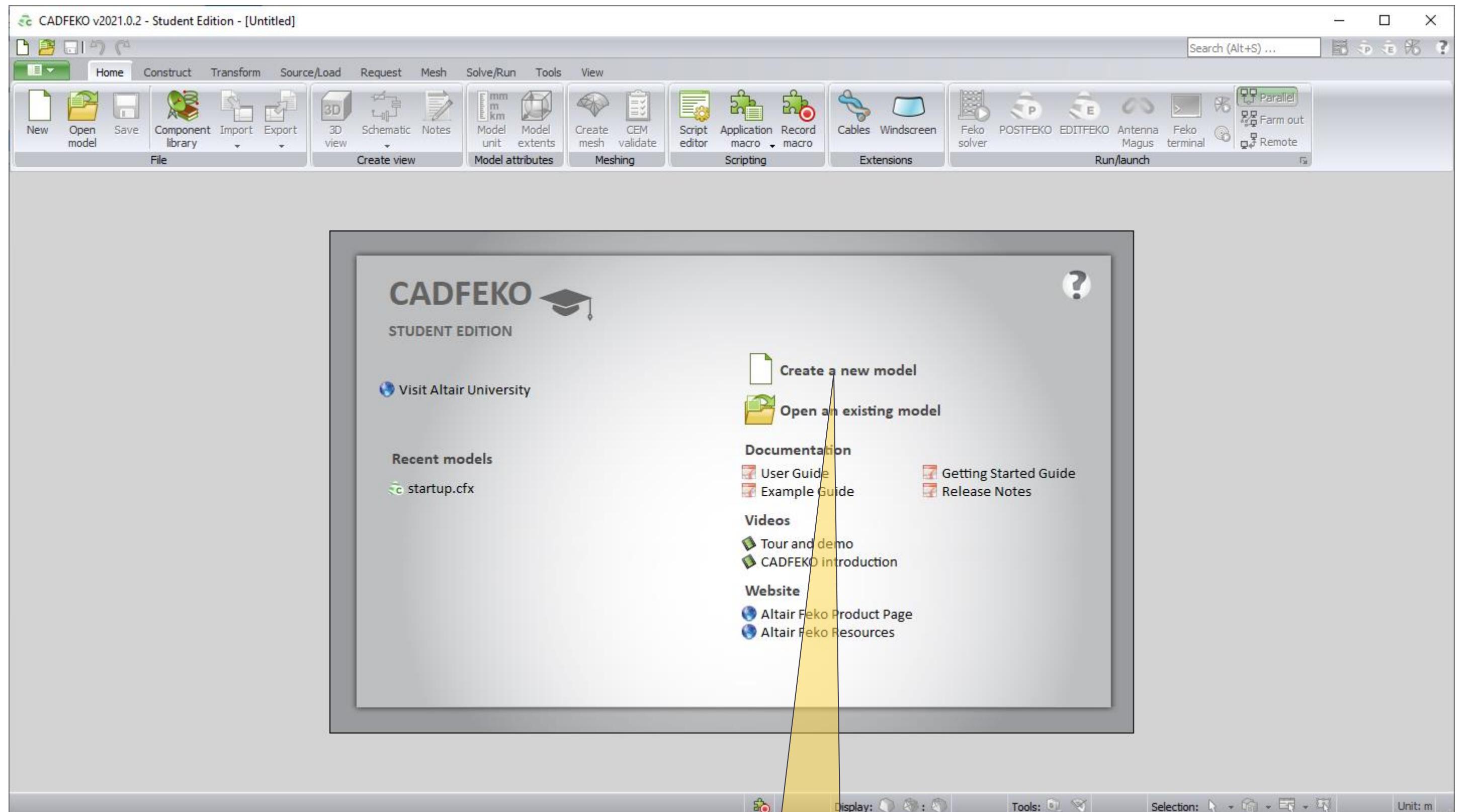
Number of optimisation variables (degrees of freedom): 3

Number of optimisation steps (iterations): 50

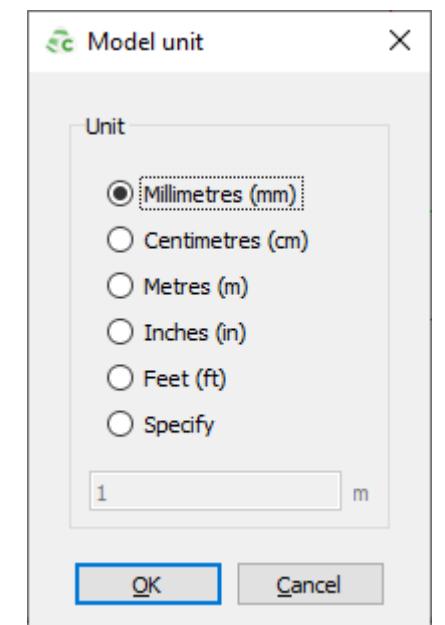
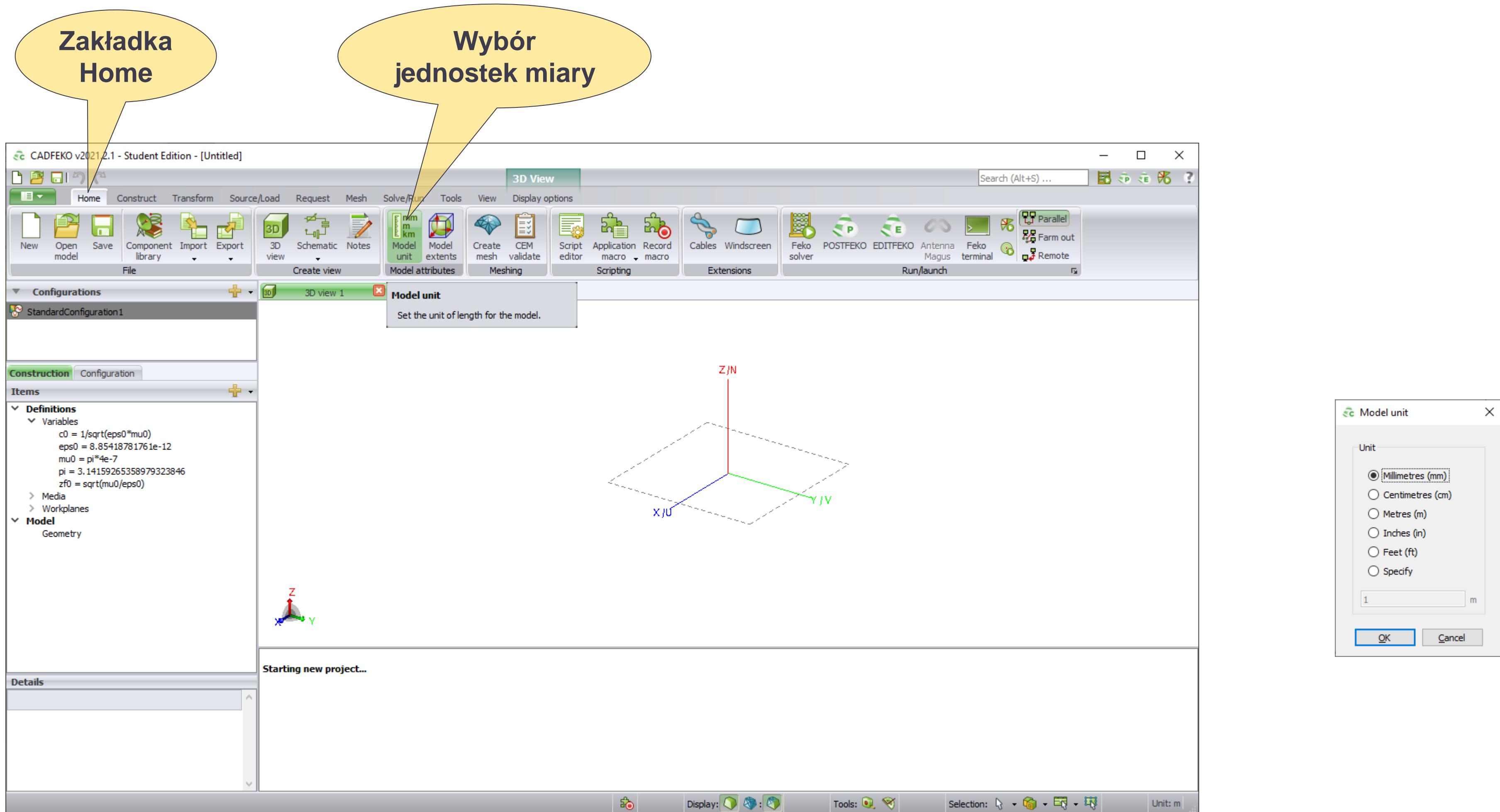
Note: The FEKO Student Edition does not support geometry import and export filters. It will however allow the export of Parasolid geometry.

<https://altairuniversity.com/feko-student-edition/>

Moduł CADFEKO



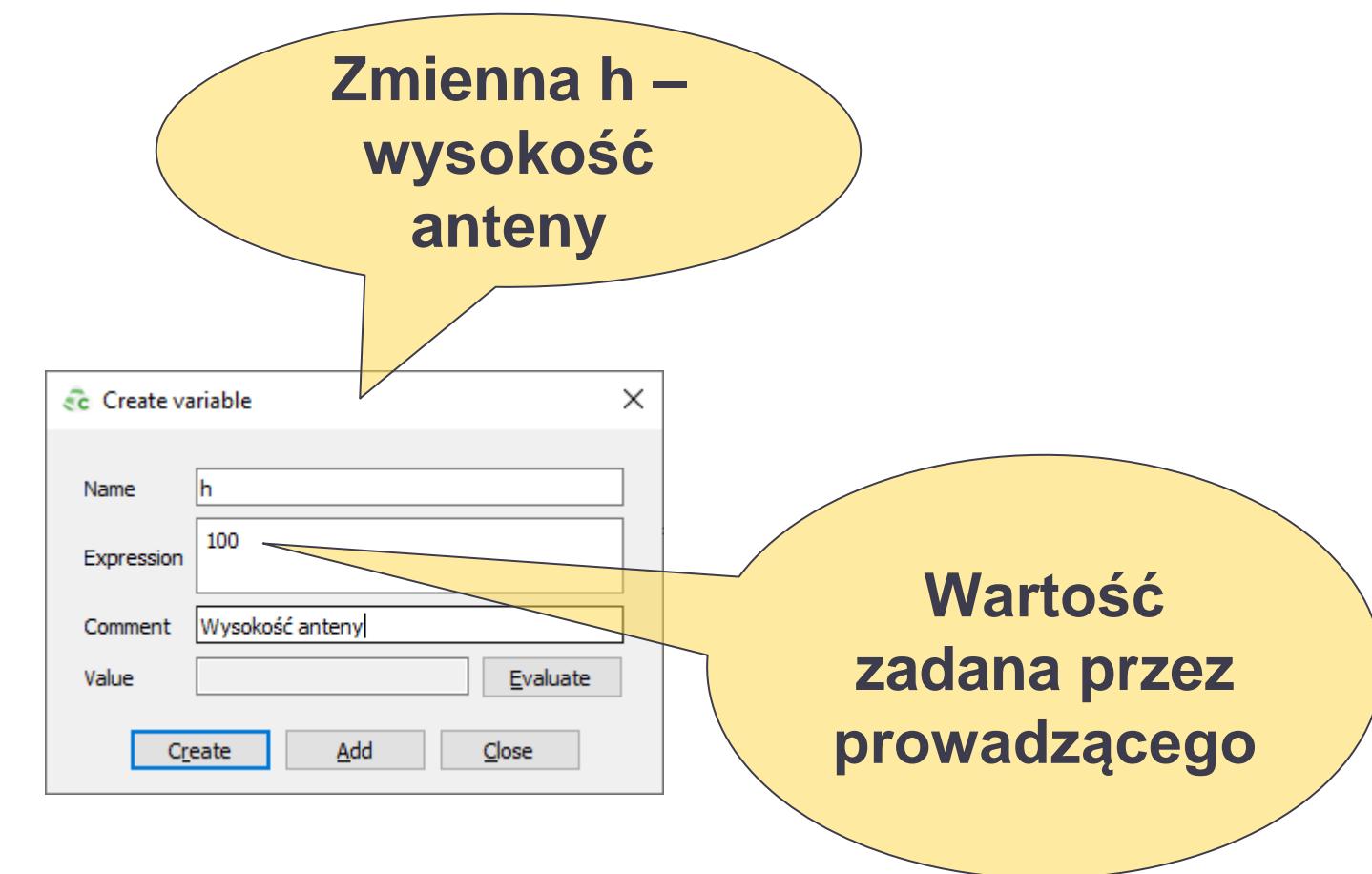
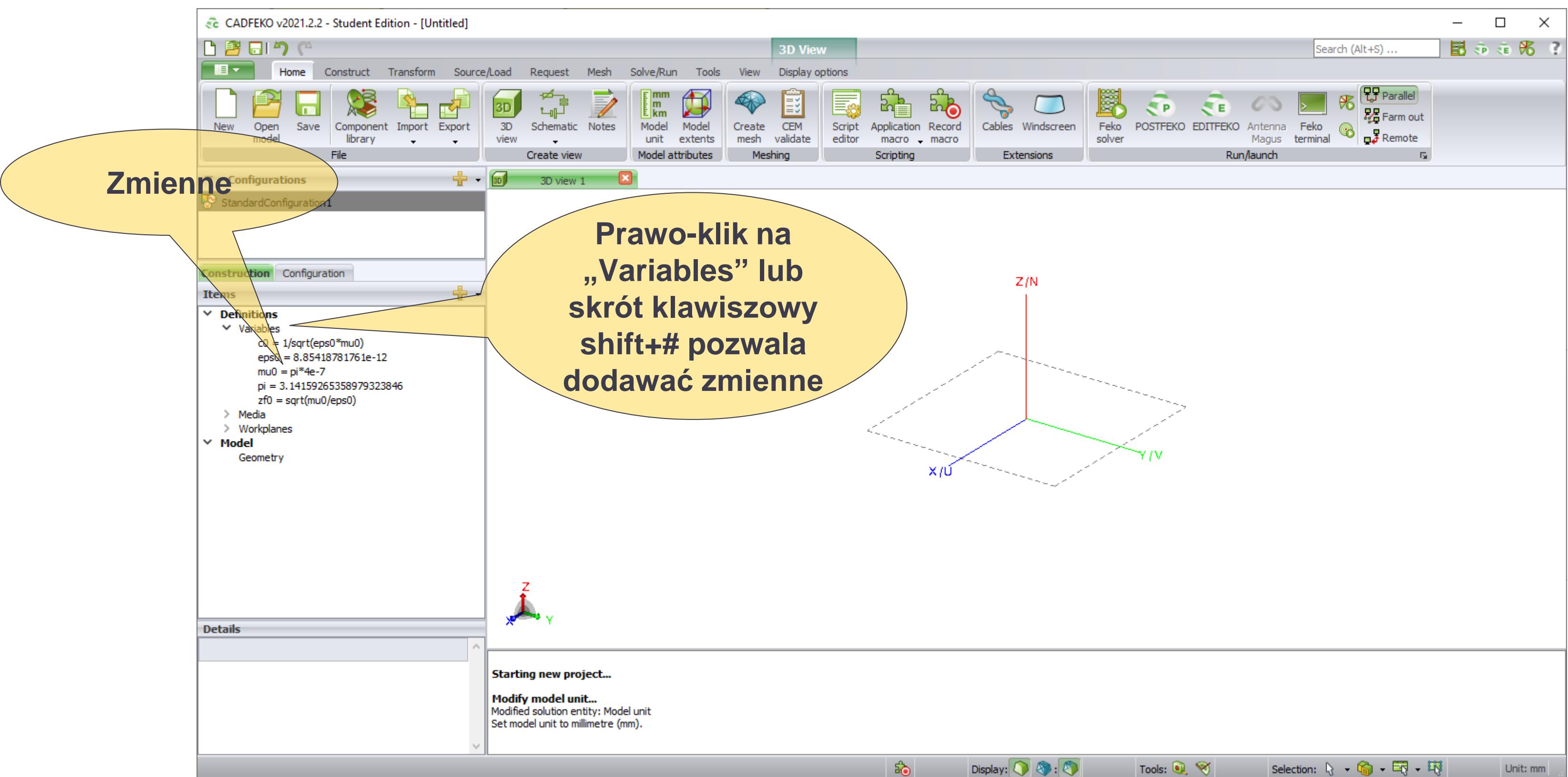
Moduł CADFEKO



Wybór jednostek – milimetry

Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Deklaracja zmiennych

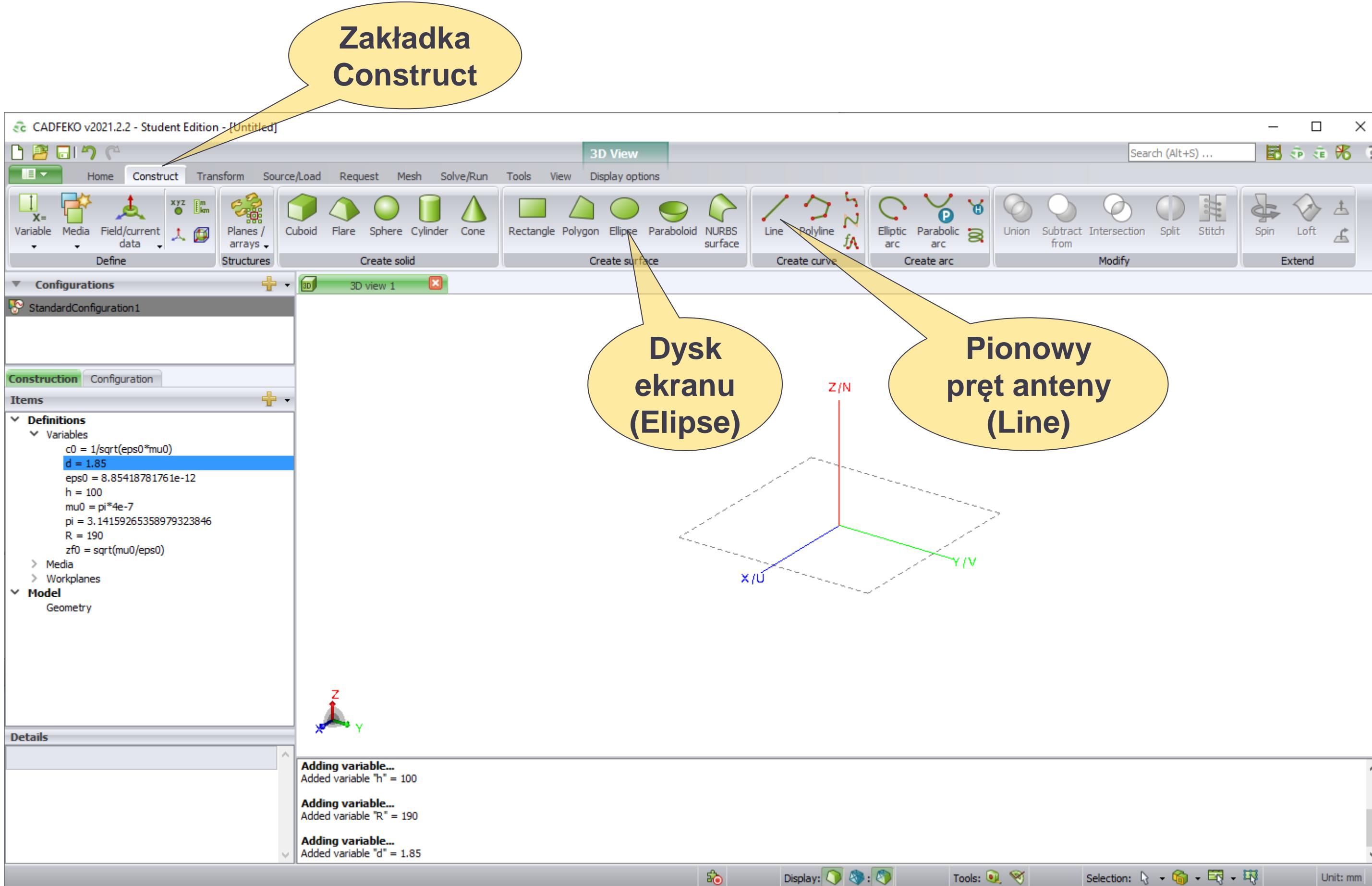


Analogicznie zdefiniować pozostałe zmienne:

- Promień dysku ekranu
- Średnicę pręta (przyjąć wartość 1.85 mm)

Tworzenie modelu anteny pionowej z ecranem

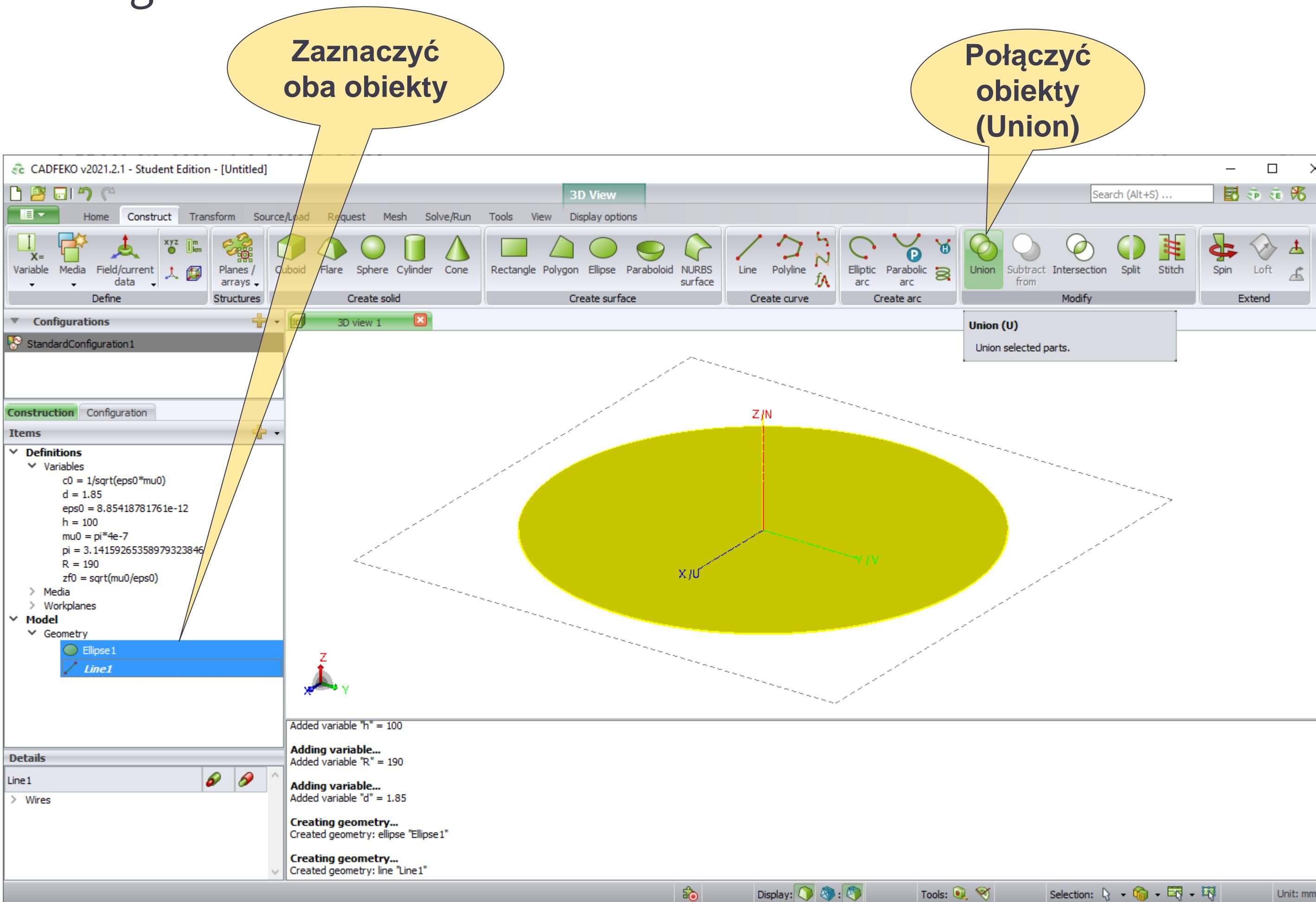
- Tworzenie geometrii



Klawiszem F5 można dopasować powiększenie do rozmiarów modelu

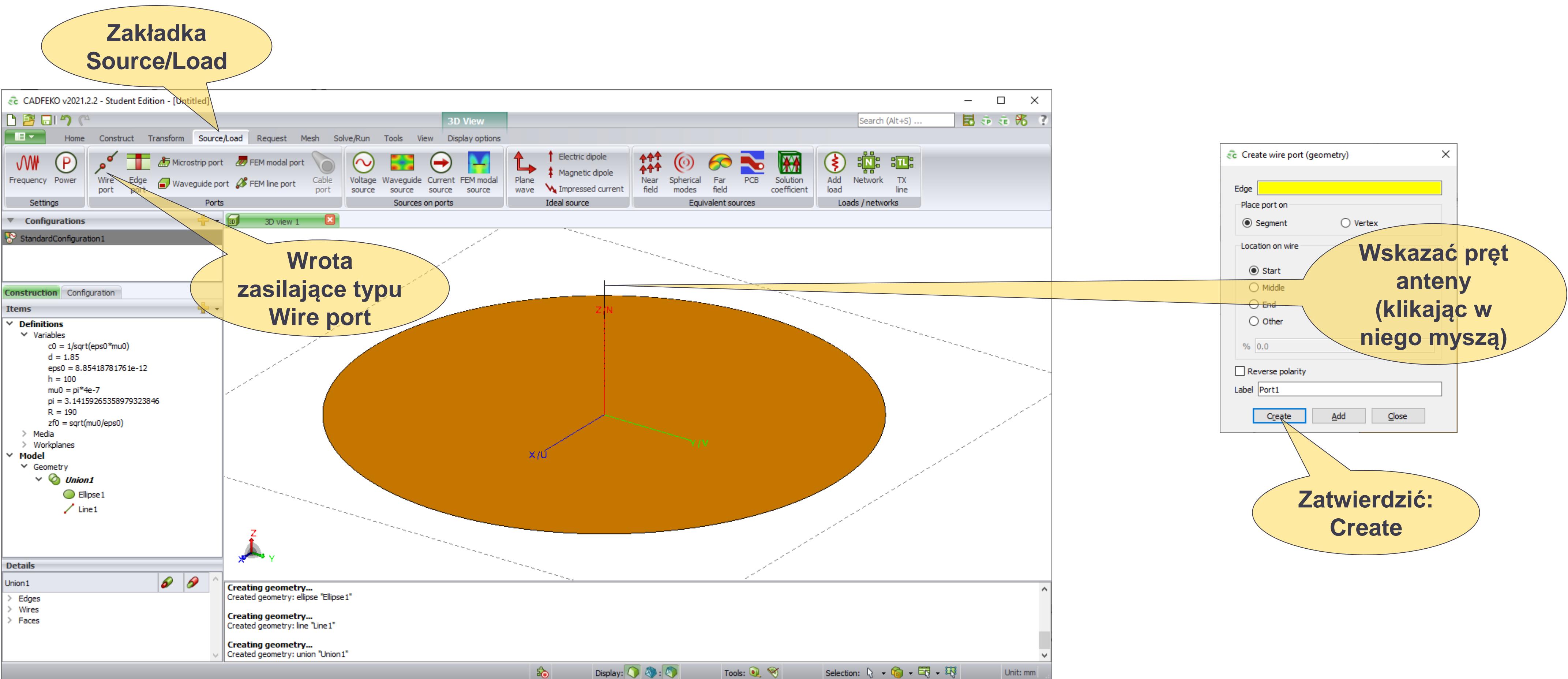
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Tworzenie geometrii



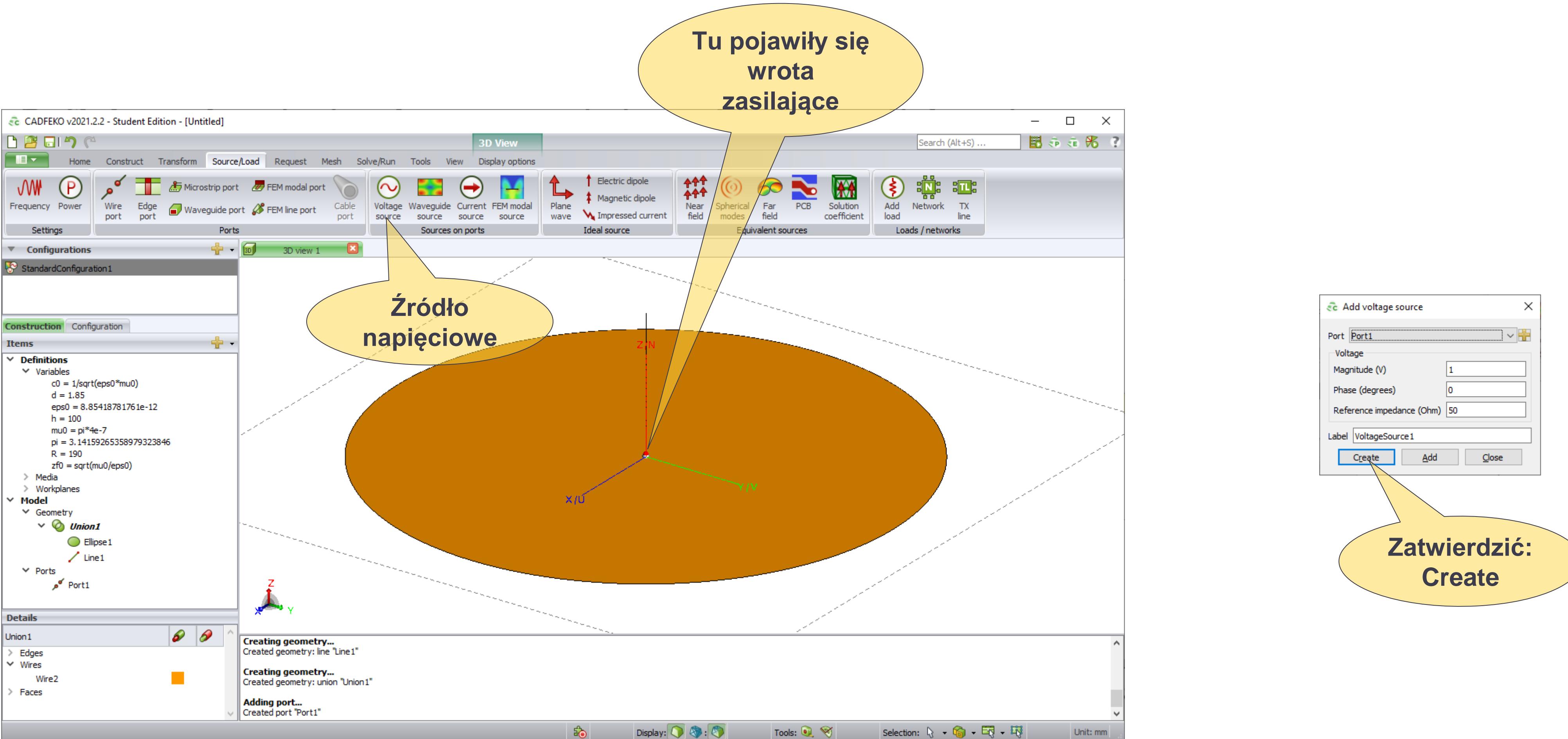
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Definiowanie pobudzenia anteny – dodawanie wrót zasilających



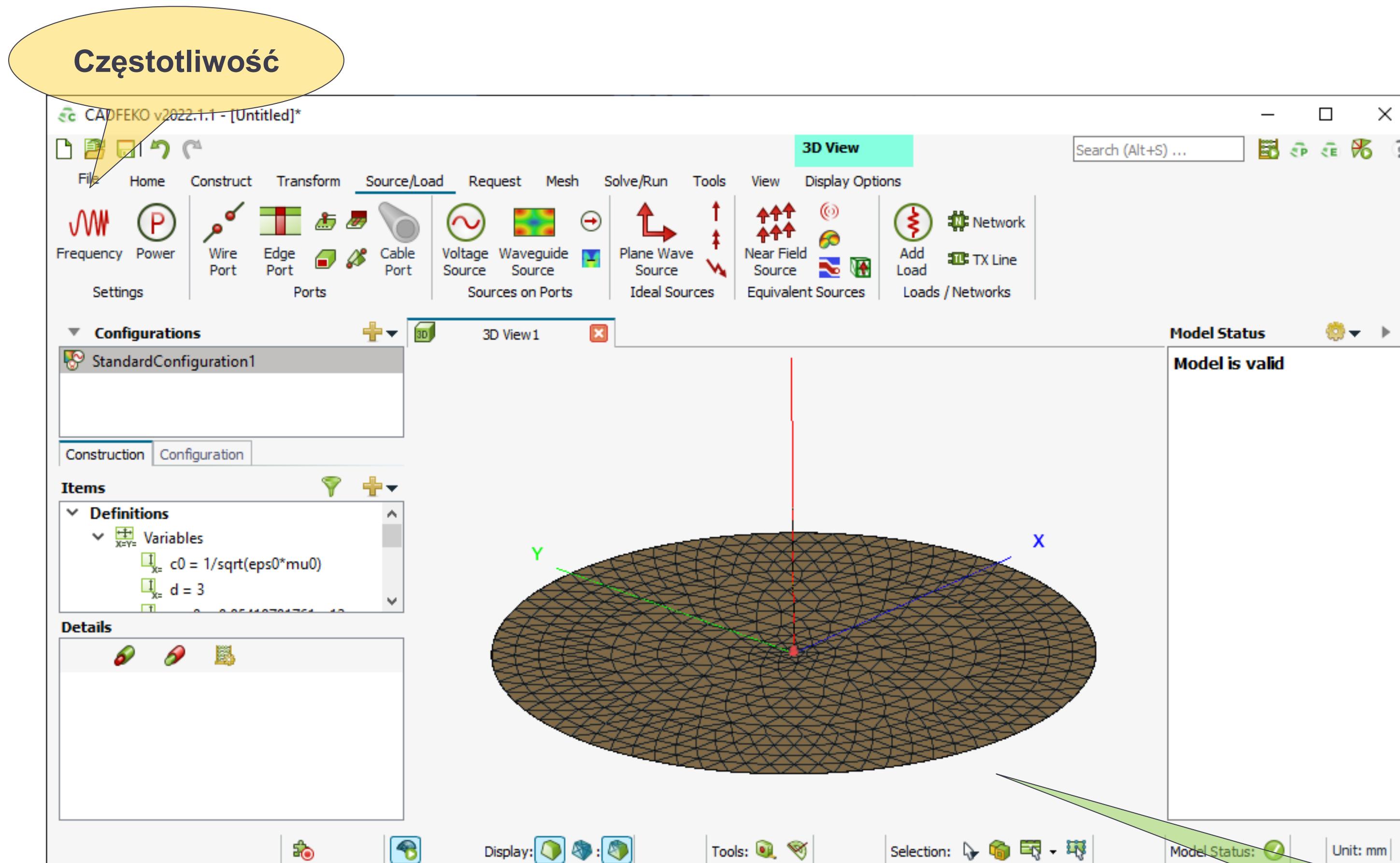
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Definiowanie pobudzenia anteny – dodawanie źródła napięciowego



Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Definiowanie pobudzenia anteny – określenie częstotliwości



$$f_0 =$$

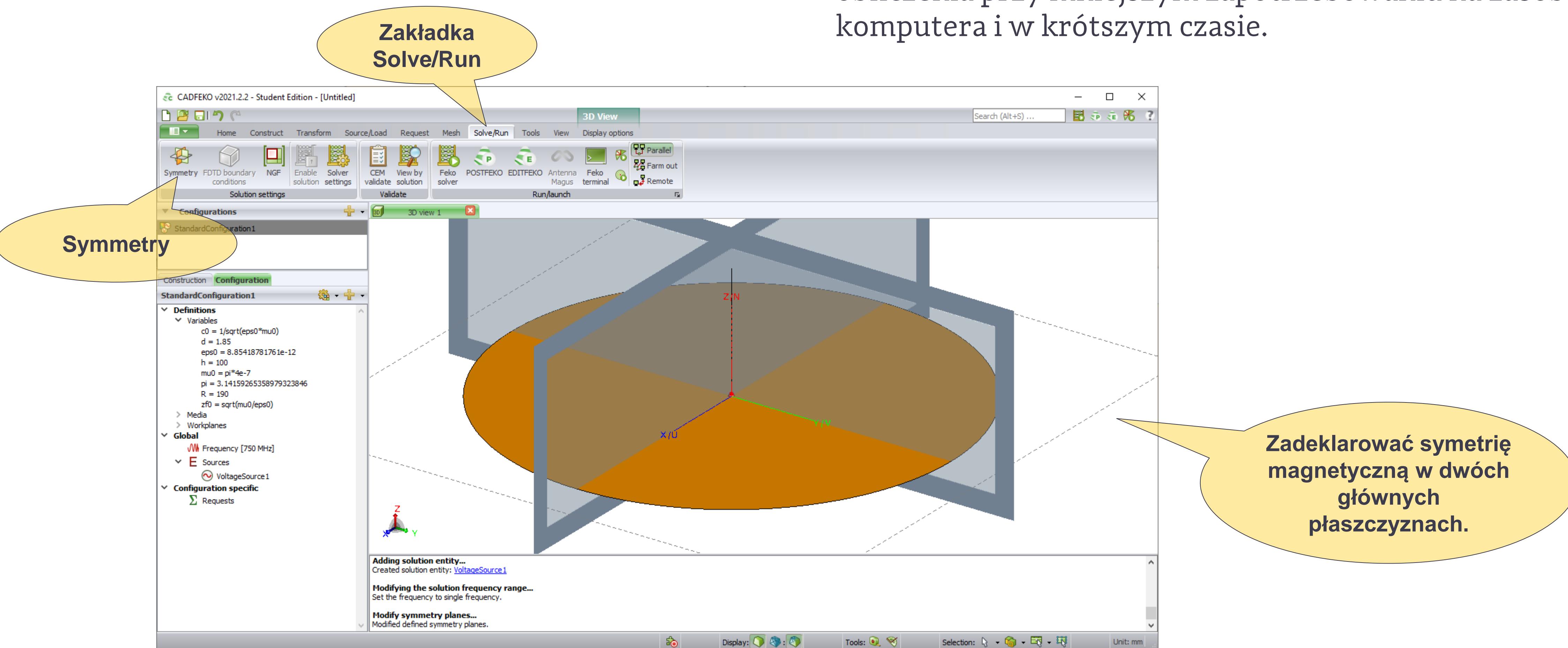
Przed wykonaniem tego etapu obliczyć częstotliwość rezonansową anteny, zakładając że w rezonansie długość pręta anteny odpowiada ćwierć długości fali

Zakres częstotliwości:
start 300 MHz poniżej f_0 ,
koniec 700 MHz powyżej f_0 ,
liczba punktów 11

Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Deklarowanie symetrii modelu

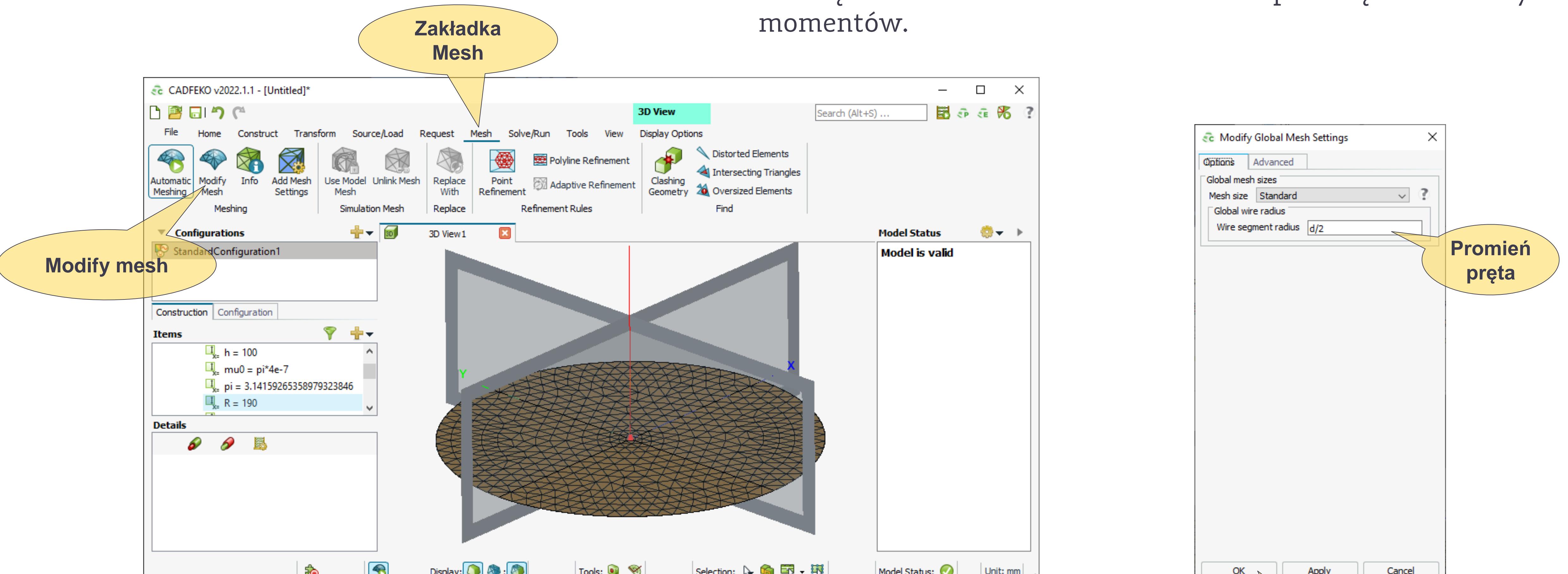
Symetria pola elektromagnetycznego pozwala wykonać obliczenia przy mniejszym zapotrzebowaniu na zasoby komputera i w krótszym czasie.



Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

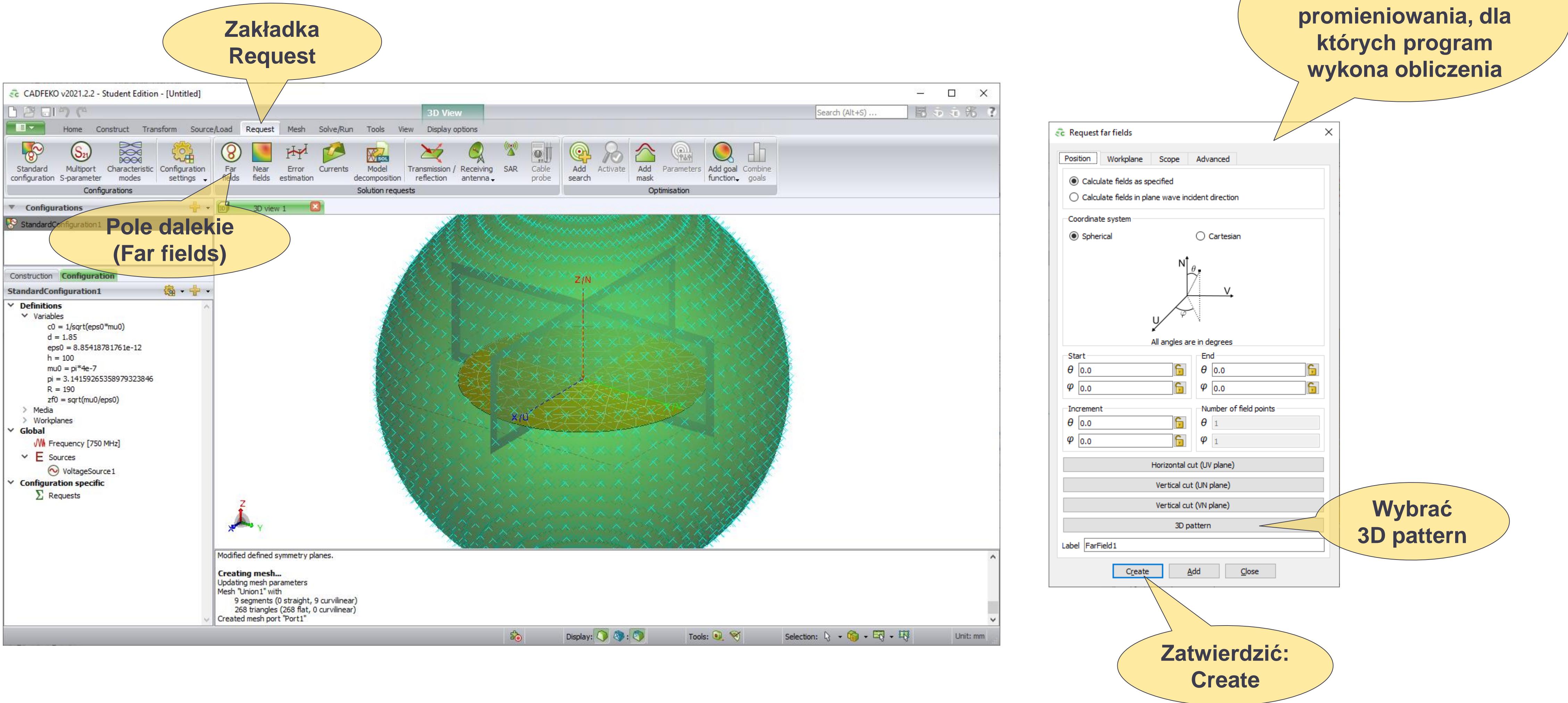
- Modyfikacja siatki

Oprogramowanie korzysta z siatki nałożonej na obiekty celem rozwiązania układu równań Maxwella za pomocą tzw. metody momentów.



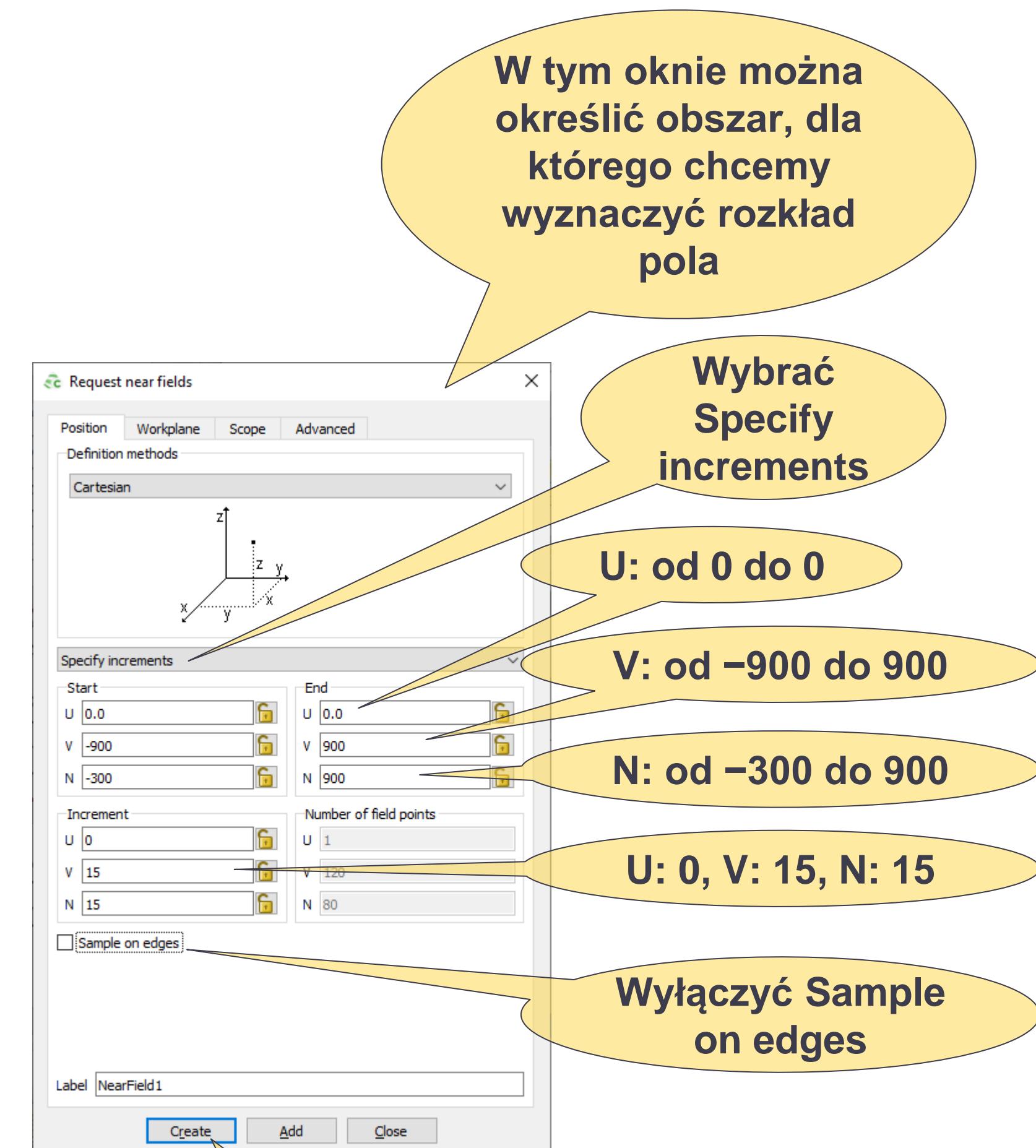
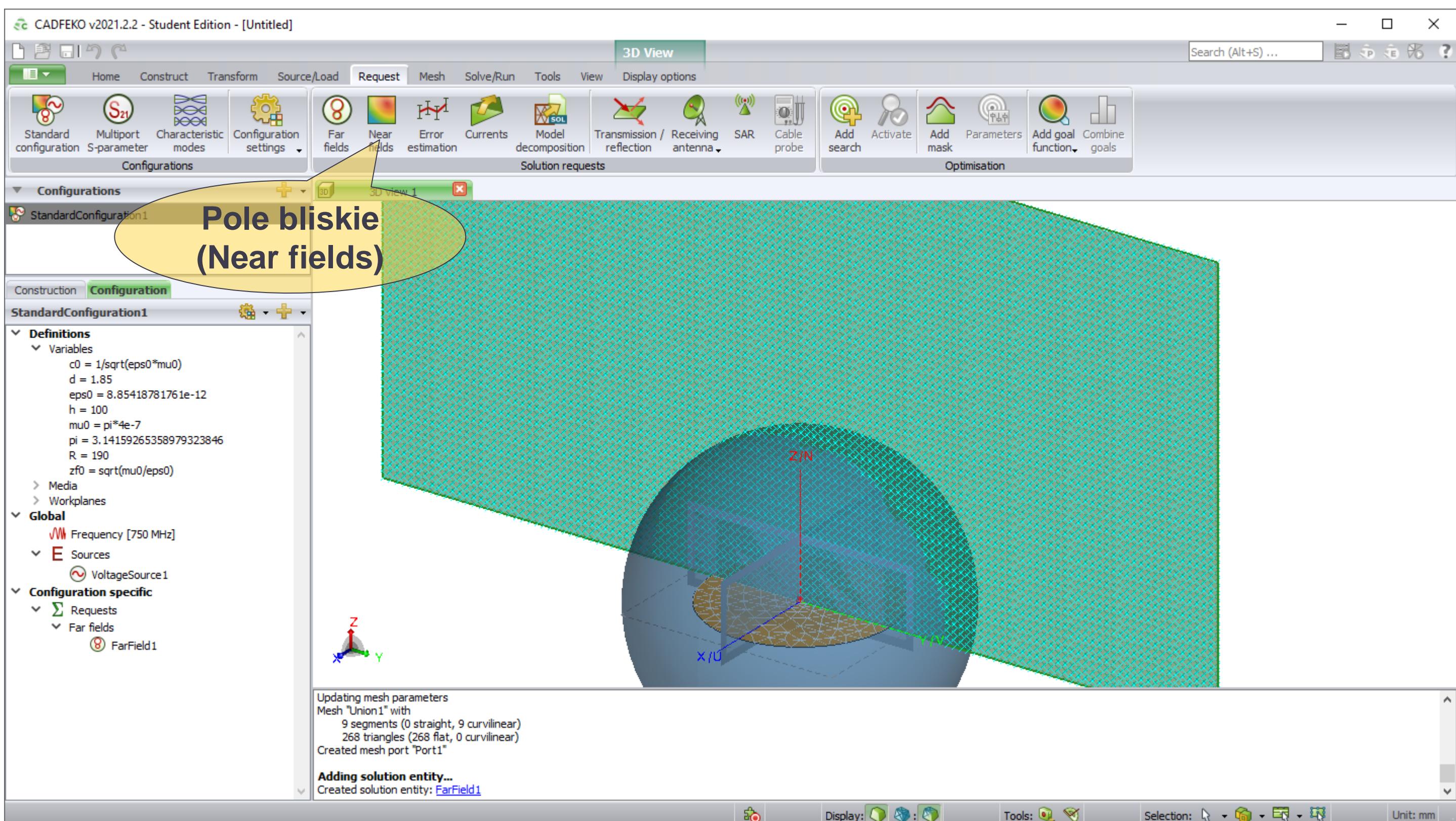
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Zadawanie charakterystyk do obliczenia: **charakterystyka kierunkowa**



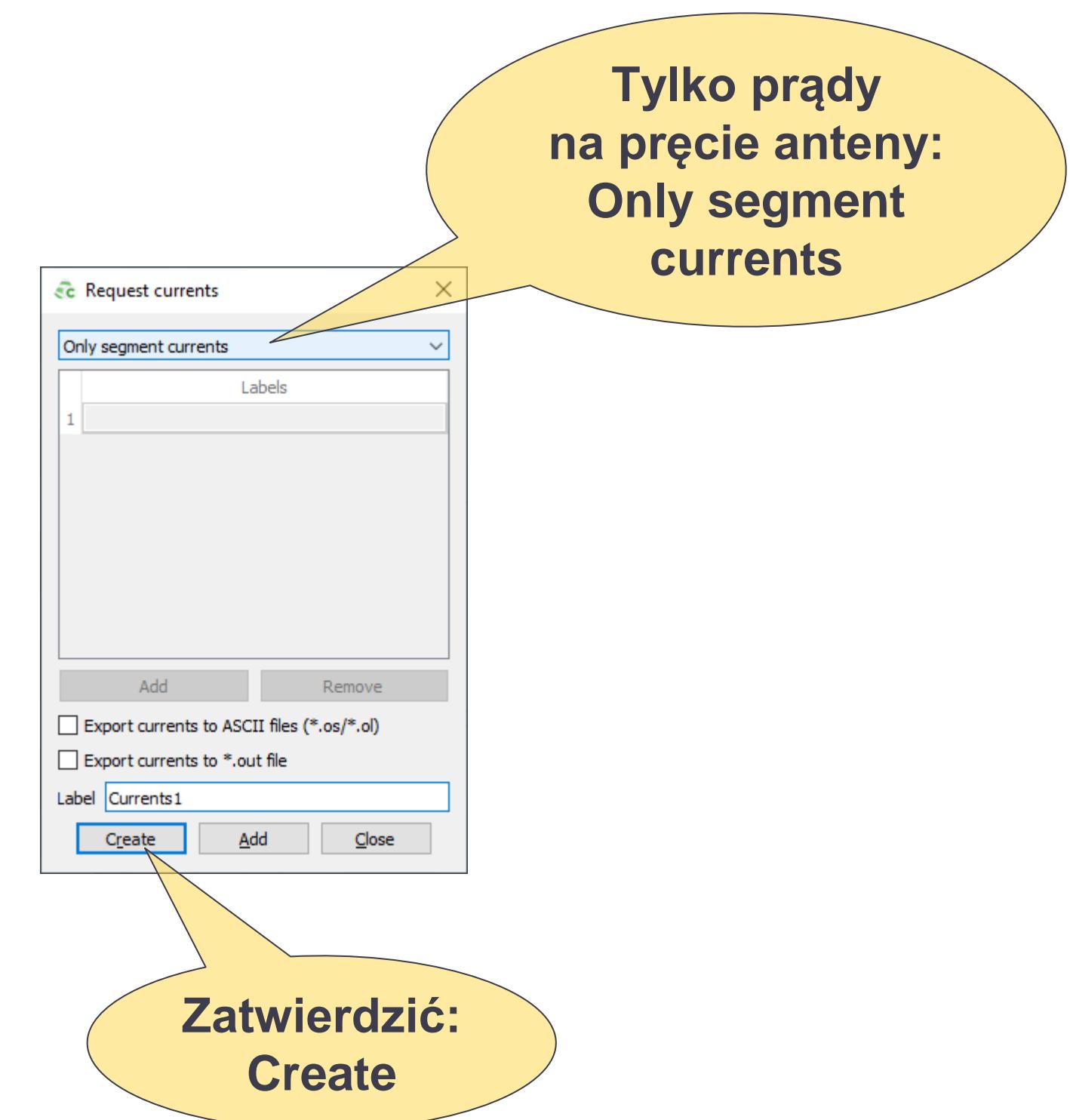
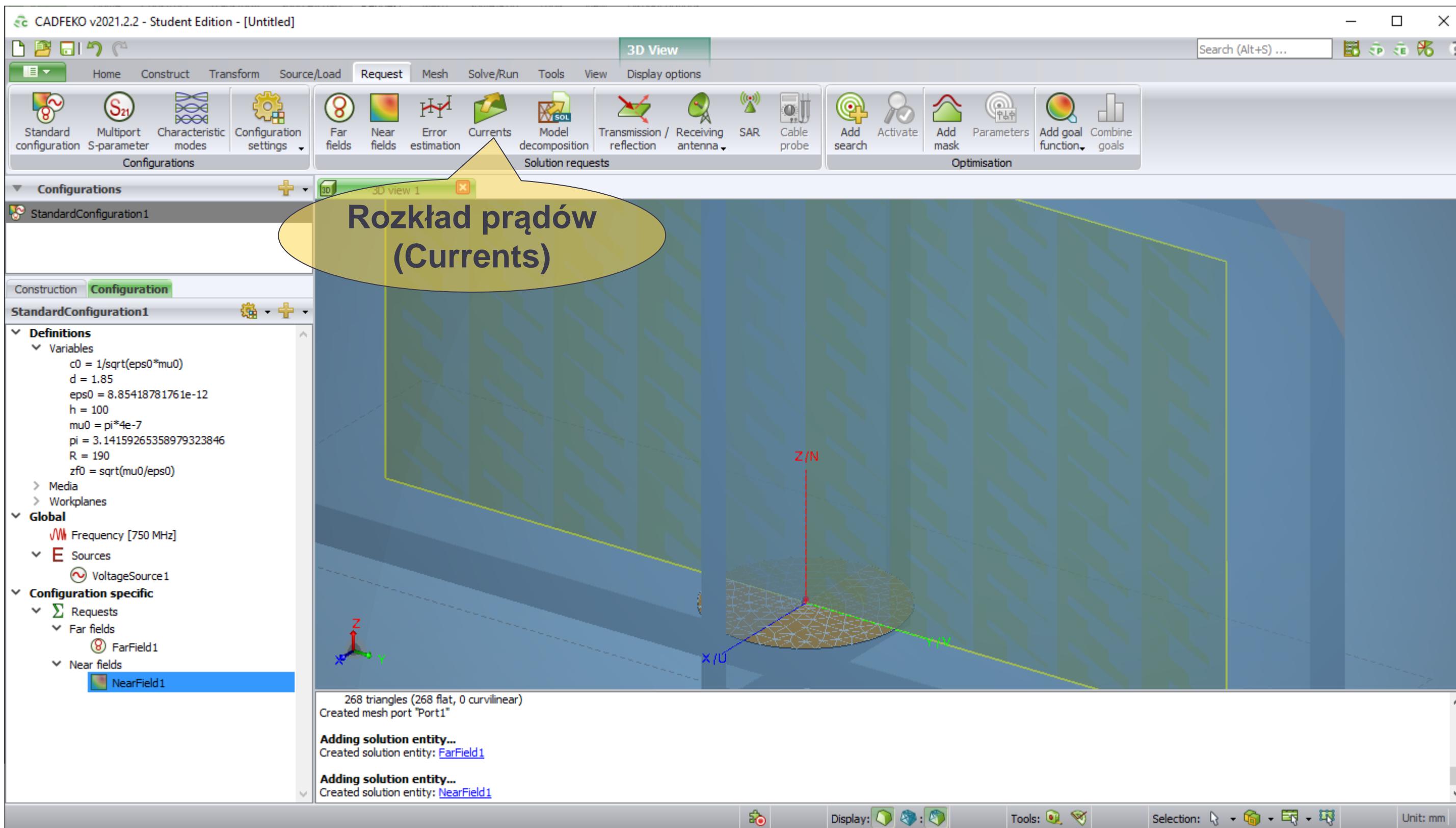
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Zadawanie charakterystyk do obliczenia: **rozkład pola bliskiego**



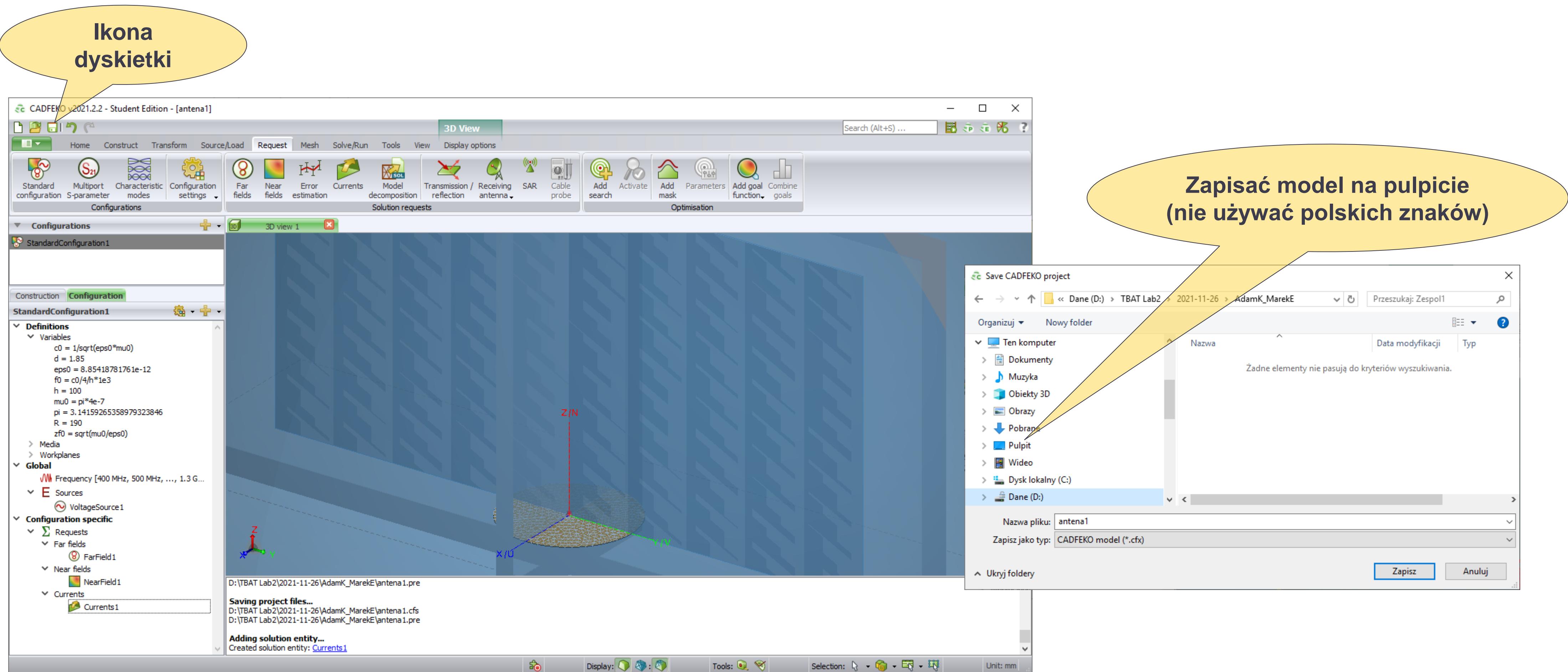
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Zadawanie charakterystyk do obliczenia: **rozkład prądów**



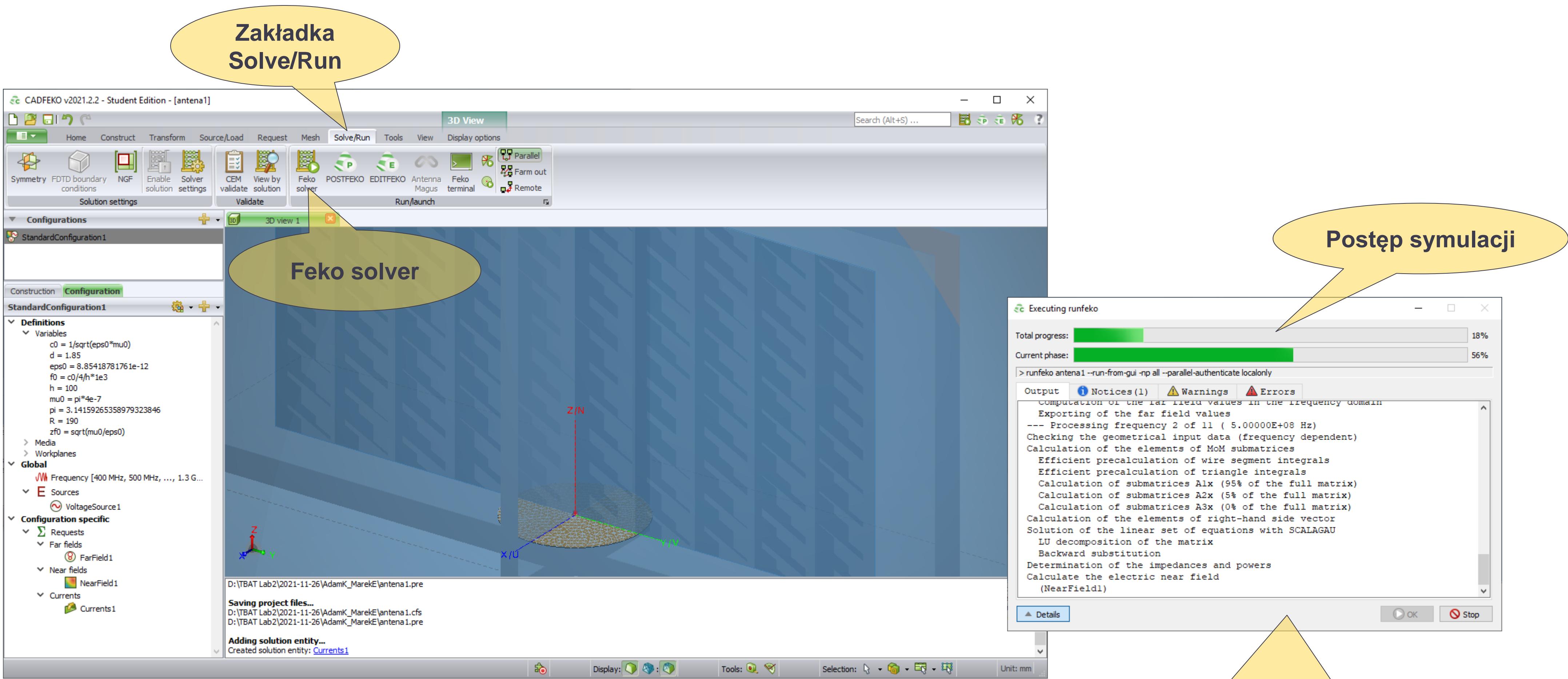
Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Zapisanie modelu do pliku



Tworzenie modelu anteny pionowej z ekranem

- Uruchomienie symulacji

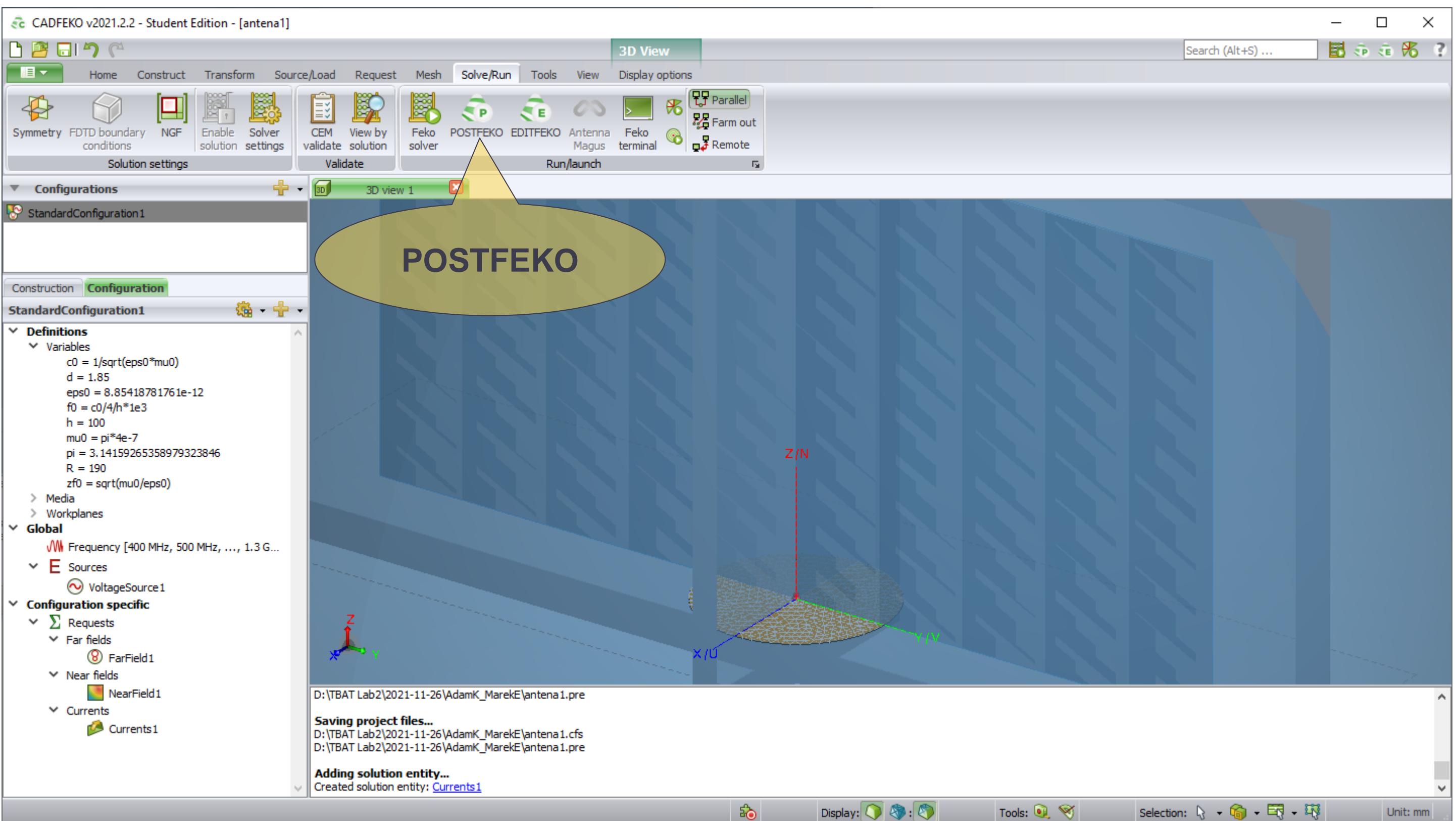


Jeśli symulacja zakończy się błędem,
zdiagnozować problem z pomocą
prowadzącego. Jeśli zakończy się
pomyślnie zatwierdzić OK.

Analiza wyników symulacji

- Uruchomienie aplikacji POSTFEKO

Analizę wyników symulacji przeprowadza się w osobnej aplikacji POSTFEKO.



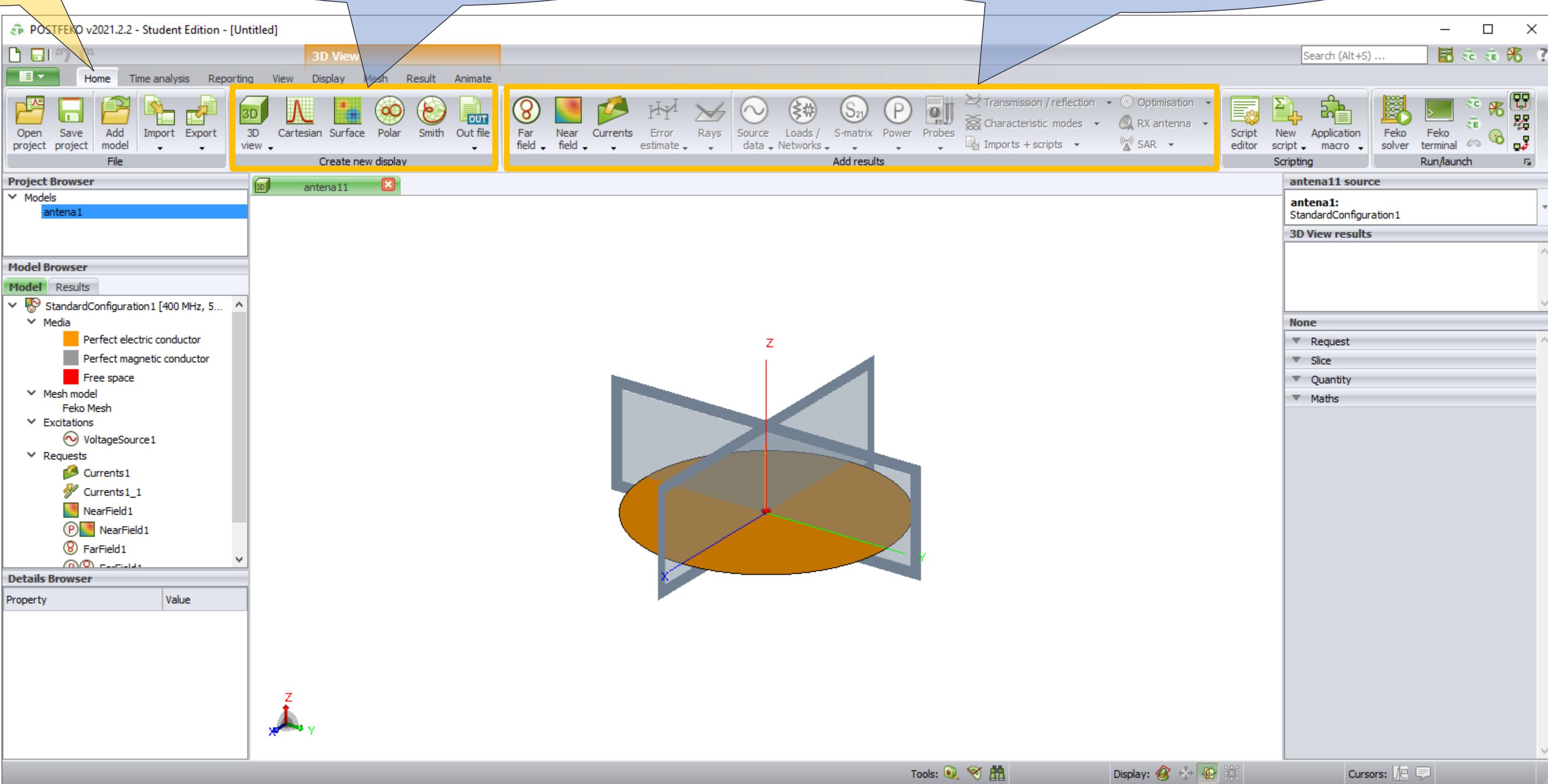
Analiza wyników symulacji

- Okno POSTFEKO

Zakładka
Home

Zestaw funkcji do tworzenia
nowych widoków (domyślnie
otwarty jest widok 3D)

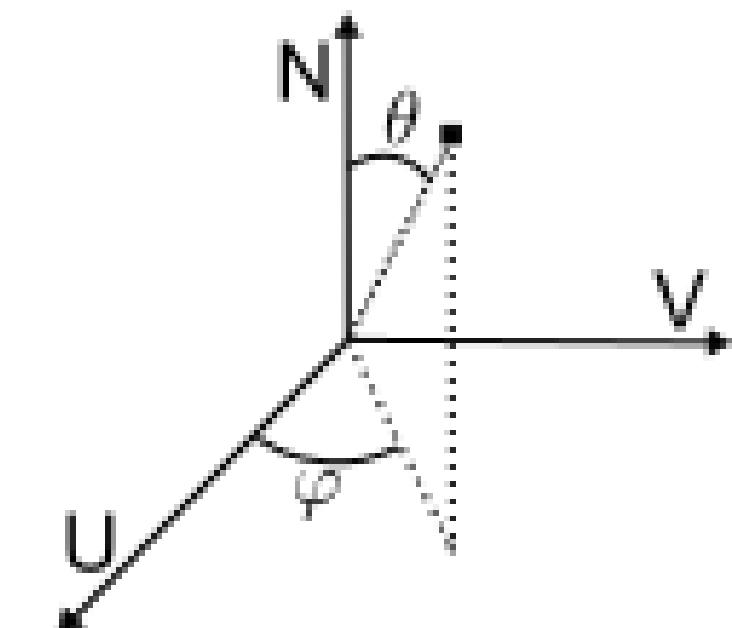
Dodawanie wyników symulacji
do bieżącego widoku (dostępne są
charakterystyki zadane w symulacji:
pole dalekie, pole bliskie i prądy)



Analiza wyników symulacji

Zadania:

- Do domyślnego widoku 3D dodać **charakterystykę anteny w polu dalekim** (Zakładka Home > Far field > FarField1). Zaobserwować zmiany charakterystyki ze zmianą częstotliwości.
- Na wykresie we współrzędnych biegunowych (Zakładka Home > Polar) **wykreślić charakterystykę kierunkową w przekroju w płaszczyźnie pola E** (Far field > FarField1).
 - Wybrać właściwą zmienną niezależną (Independent axis): Theta wrapped lub Phi
 - Wybrać odpowiednią wartość kąta na drugiej zmiennej
 - Zaobserwować zmiany charakterystyki ze zmianą częstotliwości.
 - Odczytać maksymalną wartość zysku (Zakładka Measure > Point > Global maximum) w skali liniowej i decybelowej (wyłączając/włączając opcję „dB”) na trzech częstotliwościach: najmniejszej, rezonansowej i wybranej powyżej rezonansu.
- Na nowym wykresie we współrzędnych biegunowych (Zakładka Home > Polar) **wykreślić charakterystykę kierunkową w przekroju w płaszczyźnie pola H** (Far field > FarField1).
 - Wybrać właściwą zmienną niezależną (Independent axis): Theta wrapped lub Phi
 - Wybrać odpowiednią wartość kąta na drugiej zmiennej
 - Wyłączyć automatyczne skalowanie (Zakładka Display > Axis settings > Zakładka Radial > Wyłączyć Automatically determine the grid ranges > Maximum value = 2.5, Minimum value = 0)
- Na nowym widoku 3D (Zakładka Home > 3D view > StandardConfiguration1) **wykreślić rozkład prądów na precie anteny Politechnika Warszawska** (Currents > Currents1). Wyłączyć widok źródła (zakładka Display > Sources). Zaobserwować przesuwanie się maksimum rozkładu prądów z częstotliwością.



Analiza wyników symulacji

Zadania cd.:

- Na nowym widoku 3D (Zakładka Home > 3D view > StandardConfiguration1) **wykreślić rozkład pola elektrycznego wokół anteny** (Near fields > NearField1). Przy tym:
- Wyłączyć wyświetlanie płaszczyzn symetrii: Zakładka Display > Symmetry
 - Wyłączyć wyświetlanie osi: Zakładka Display > odznaczyć Main axes
 - Obrócić widok: Zakładka View > Front
 - Ustawić częstotliwość rezonansową
 - Zmienić skalę na decybelową (opcja „dB”)
 - Przełączyć widok z amplitudy na wartości chwilowe (opcja Instantaneous magnitude)
 - Uruchomić animację (Zakładka Animate > Type > Phase > Play). Zaobserwować proces promieniowania anteny zwracając uwagę na:
 - pulsowanie pola w bezpośrednim sąsiedztwie anteny, związane z okresową kumulacją ładunku elektrycznego w przecie anteny,
 - rozprzestrzenianie się zmian pola w postaci fali elektromagnetycznej,
 - zaburzenie rozkładu pola na krawędzi ekranu i wnikanie pola pod powierzchnię ekranu.
 - Zatrzymać animację i włączyć widok wektorów pola elektrycznego (Zakładka Result > Show arrows > Arrow size > 40%). Zwrócić uwagę na zwrot wektora pola w kolejnych „kręgach” rozchodzącej się fali oraz na obecność składowej radialnej pola elektrycznego w polu bliskim.
 - Wyświetlić pole magnetyczne (Quantity > Magnetic field). Zaobserwować kierunek wektorów pola magnetycznego.

Sprawozdanie

W sprawozdaniu w części 1 powinny się znaleźć:

- Sformułowanie co jest przedmiotem badań.
- Informacja o długości pręta anteny i o obliczonej częstotliwości rezonansowej (wraz z obliczeniami).
- Widok okna modelu (CADFEKO) z widocznymi „Variables” i „Requests”.
- Charakterystyka kierunkowa w widoku 3D na częstotliwości rezonansowej.
- Charakterystyka kierunkowa w przekrojach **E** i **H** na trzech częstotliwościach: najmniejszej, rezonansowej i wybranej powyżej rezonansu (podać wartości częstotliwości przy wykresach).
- Wartość zysku anteny na trzech ww. częstotliwościach w skali liniowej i w decybelach.
- Rozkład prądu na pręcie anteny na trzech ww. częstotliwościach.
- Rozkład chwilowy pola elektrycznego w otoczeniu anteny na częstotliwości rezonansowej.
- Rozkład chwilowy pola magnetycznego w otoczeniu anteny na częstotliwości rezonansowej.
- **Komentarze do prezentowanych charakterystyk i rozkładów.**