

## Čas 9: Mikrotrakaste antene. Helikoidne antene.

**P01.** Projektovati mikrotrakastu (*patch*) antenu na centralnoj učestanosti  $f_0 = 10\text{GHz}$ . Supstrat je nemagnetski materijal bez gubitaka, relativne permitivnosti  $\epsilon_r = 4,4$  (za efektivnu relativnu permitivnost koristiti  $\epsilon_{\text{reff}} = 4,2$ ) i visine  $H_{\text{sub}} = 0,6\text{mm}$ . Dužina mikrotrakaste antene je  $L_{\text{patch}} = \frac{\lambda_g}{2}$ , širina mikrotrakaste

antene je  $W_{\text{patch}} = \frac{\lambda_g}{2}$  a poluprečnik žice za napajanje je  $R_{\text{wire}} = 0,001\lambda_g$ , gde je  $\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}}$ , a  $\lambda_0$

predstavlja talasnu dužinu u vakuumu na centralnoj učestanosti. Mikrotrakasta antena se napaja mikrotrakastom linijom karakteristične impedanse  $Z_c = 50\Omega$ . Za zadatu karakterističnu impedansu, centralnu učestanost i karakteristike supstrata, širina mikrotrakaste linije je  $W = 1,15\text{mm}$ . Dužina mikrotrakaste linije je  $L = \frac{\lambda_g}{2}$ .

Izgled gornje strane modela mikrotrakaste antene sa linijom za napajanje prikazan je na slici 1(a). Ravan napajanja mikrotrakasta antena pomerana je  $L_{\text{slit}} = \frac{\lambda_g}{20}$  od početka mikrotrakaste antene. Širina procepa je

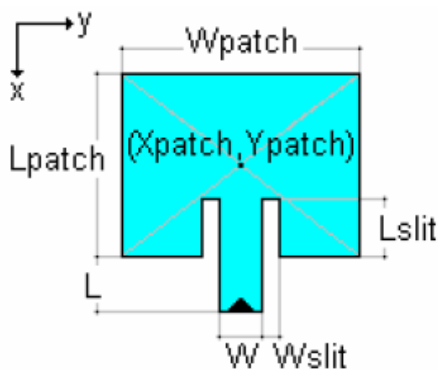
$W_{\text{slit}} = \frac{W}{2}$ . Zbog ivičnih efekata, modelovati dielektrik oko mikrotrakaste antene u pojasu širine

$$W_{\text{dielek}} = 5H_{\text{sub}}.$$

U cilju skraćenja vremena izvršavanja simulacije, gde god je to moguće, koristiti ravni simetrije/antisimetrije. Kako bi se povećala tačnosti rezultata simulacije (dijagram zračenja i koeficijent refleksije) za aproksimaciju struje koristiti *enhanced1* mod i opciju za *edging*. Za maksimalnu širinu *edge* zone koristiti  $W_{\text{edge}} = \frac{H_{\text{sub}}}{2}$  (65%). Povratni provodnik je PEC površ konačnih dimenzija. Koristiti postupak

*imaging-a*. Koristiti trapezoidni model napajanja dužine kraće osnove trapeza  $\frac{W}{10}$  i dužine žice za napajanje

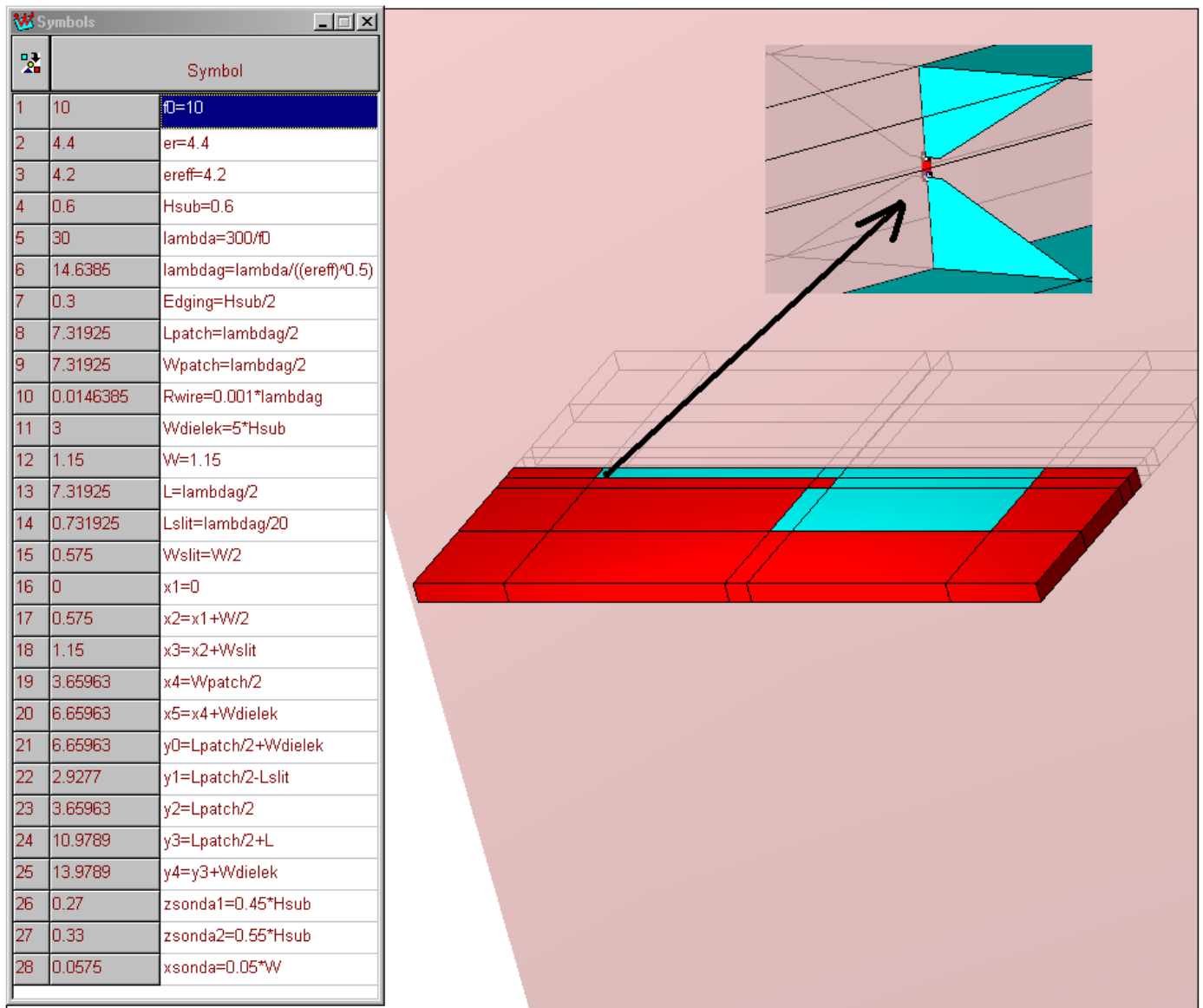
$$\frac{H_{\text{sub}}}{10}.$$



Slika 1(a).

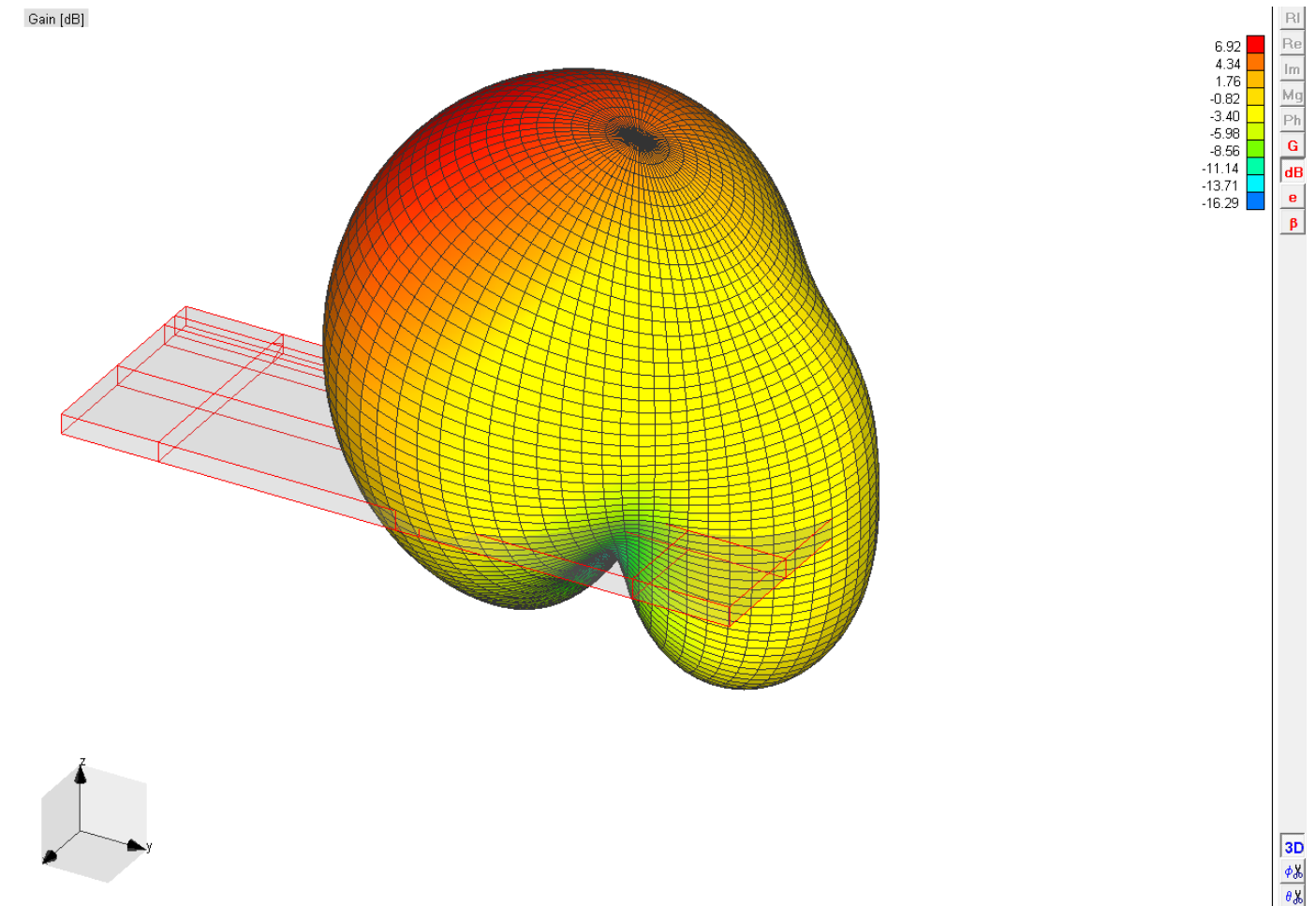
- Prikazati 3D dijagram zračenja na centralnoj učestanosti. Odrediti koeficijent refleksije ( $s_1[\text{dB}]$ ) u opsegu učestanosti od 8GHz do 12GHz na 21 uniformno raspodeljenoj učestanosti.
- Optimizovati parametre  $L_{\text{patch}}$ ,  $L_{\text{slit}}$  i  $W$  kako bi se ostvarilo što bolje prilagođenje na centralnoj učestanosti. Prikazati 3D dijagram zračenja optimizovane antena na centralnoj učestanosti.
- Uporedno prikazati koeficijent refleksije ( $s_1[\text{dB}]$ ) pre i nakon optimizacije.

**Napomena:** Iako se optimizacija izvršava samo na centralnoj učestanosti, za višu učestanost simulacije ostaviti 12GHz.



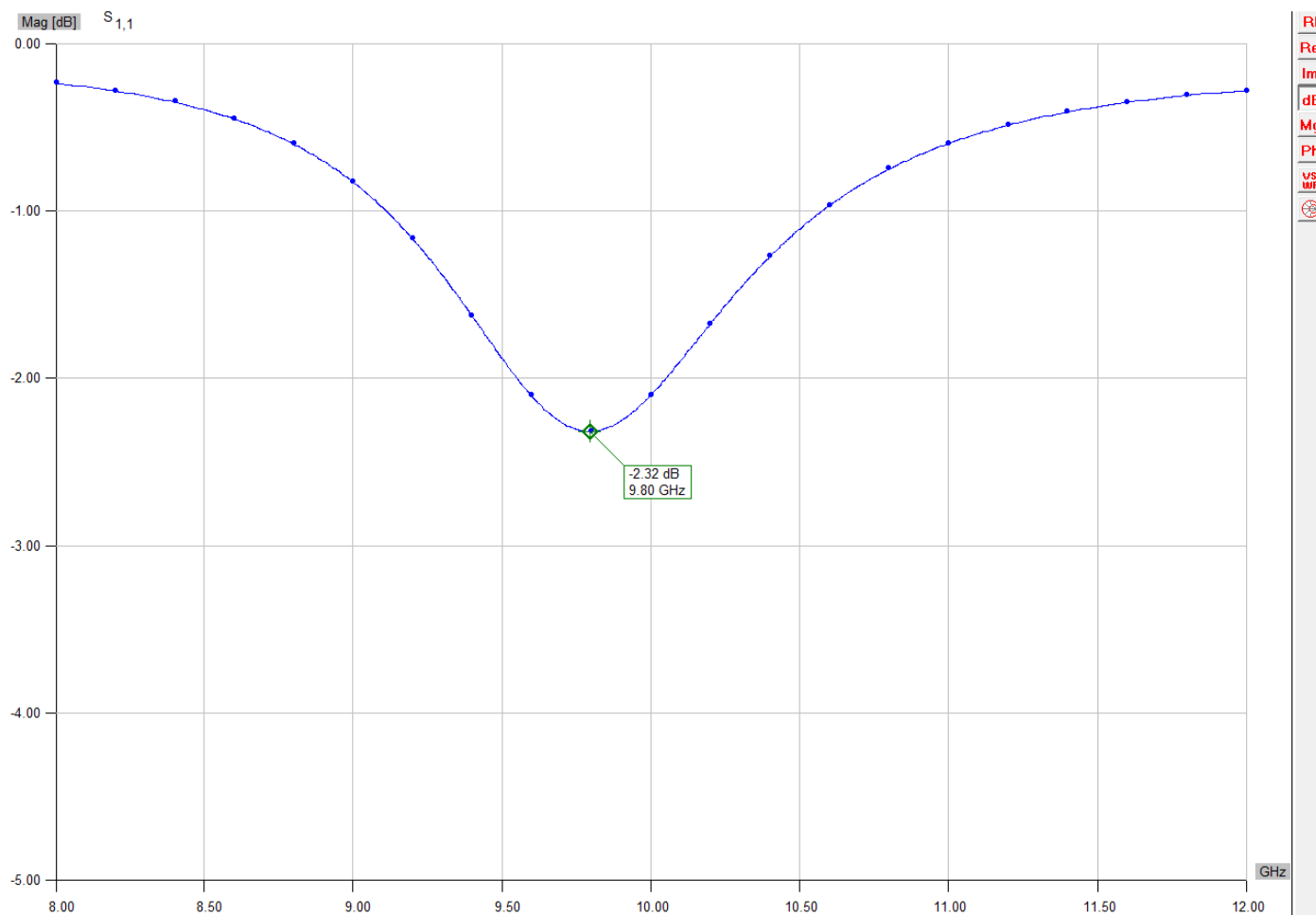
Slika 1(b).

3D dijagram zračenja neoptimizovanog modela na centralnoj učestanosti prikazan je na slici 1(c).



Slika 1(c).

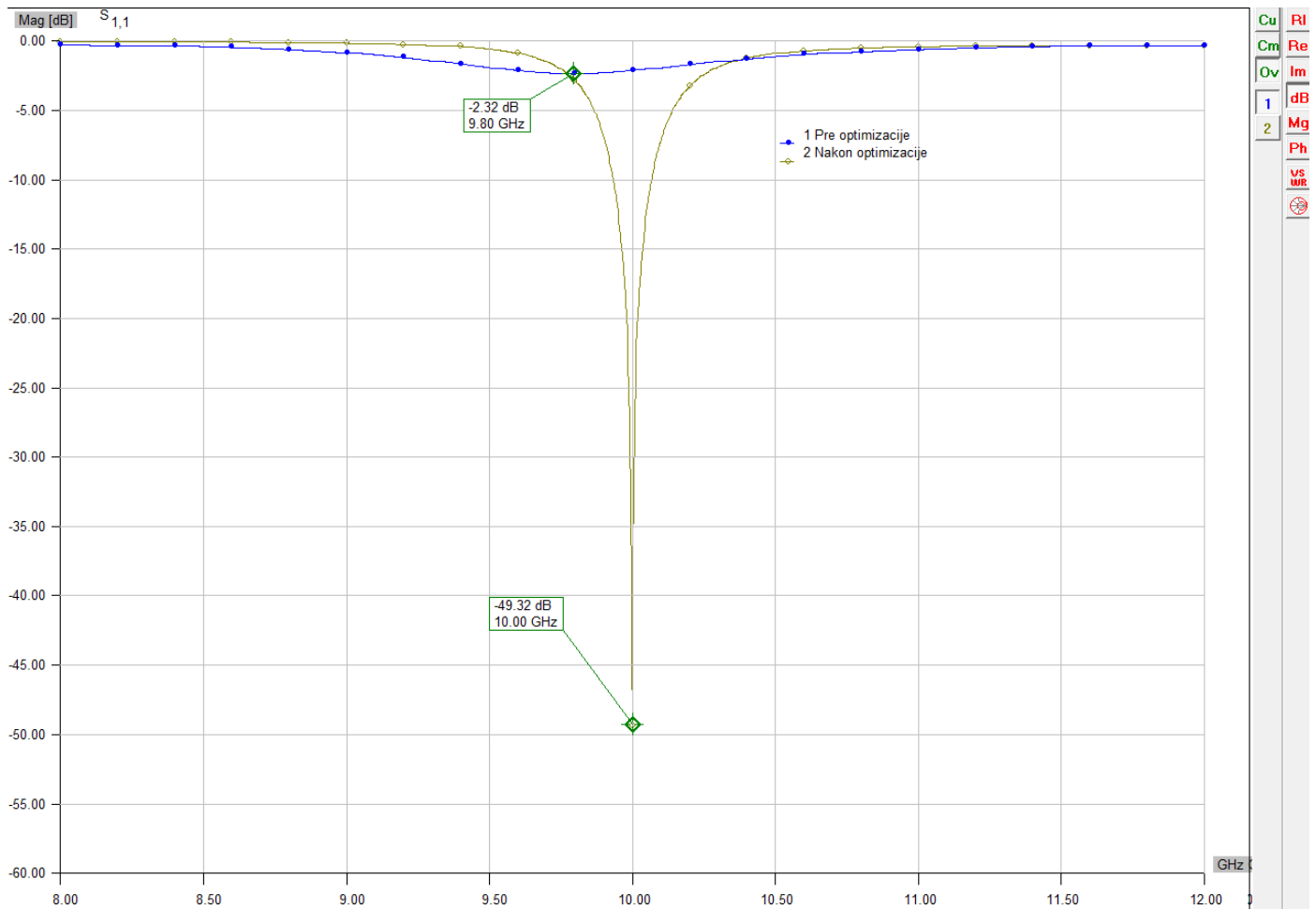
Koeficijent refleksije ( $s_1$ [dB]) neoptimizovanog modela u čitavom opsegu učestanosti prikazan je na slici 1(d).



Slika 1(d).

Sa slike 1(d) vidi se da je prilagođenje neoptimizovanog modela relativno skromno i pomerenom po učestanosti.

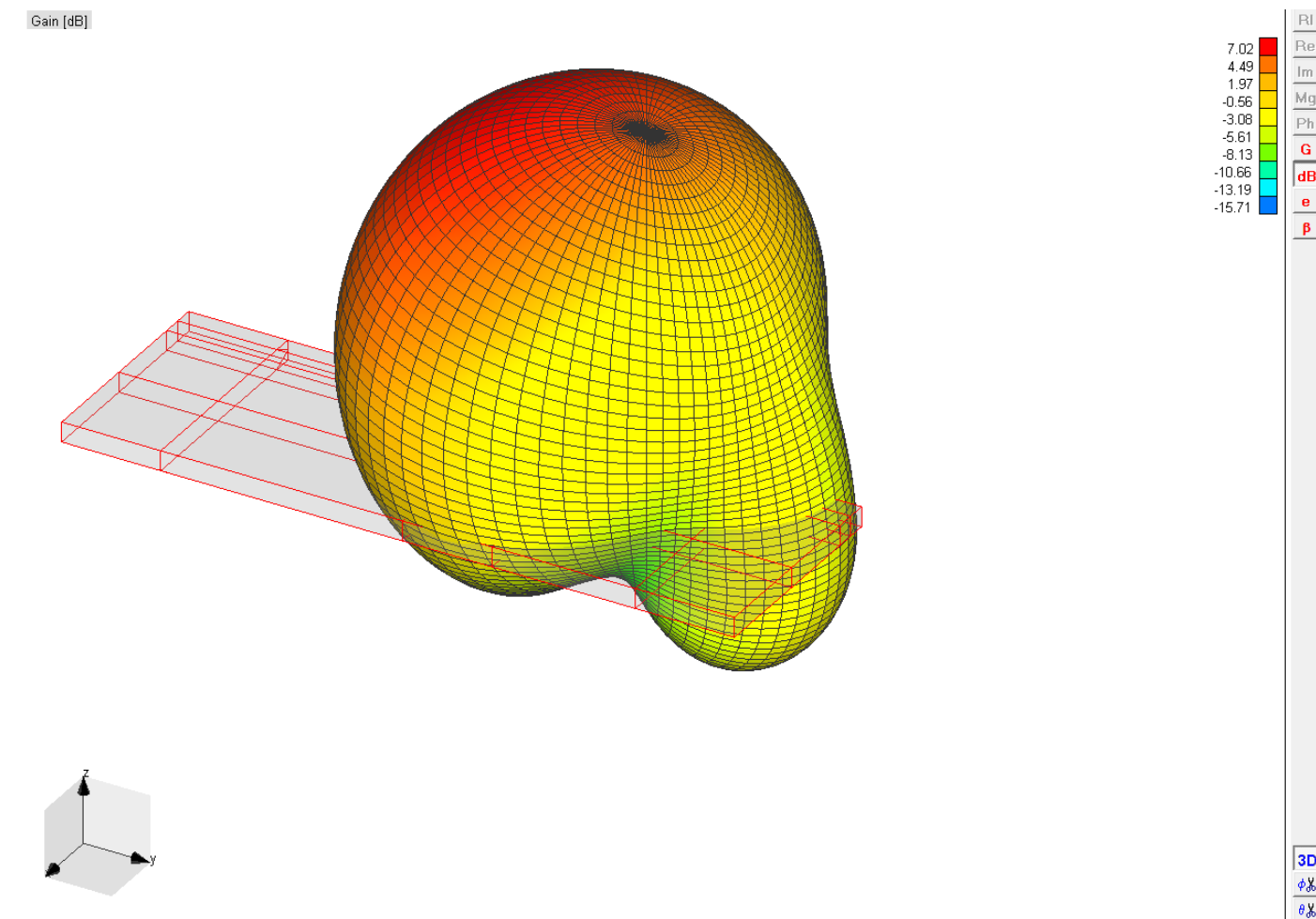
Uporedni grafici koeficijenta refleksije ( $s_1$ [dB]) optimizovanog i neoptimizovanog modela prikazani su na slici 1(e).



Slika 1(e).

Optimizacijom je postignuto izuzetno dobro prilagođenje na centralnoj učestanosti ( $-50$ dB, da li je ovo praktično moguće?). Prilagođenje je izuzetno uskopojasno.

3D dijagram zračenja optimizovanog modela na centralnoj učestanosti prikazan je na slici 1(f).

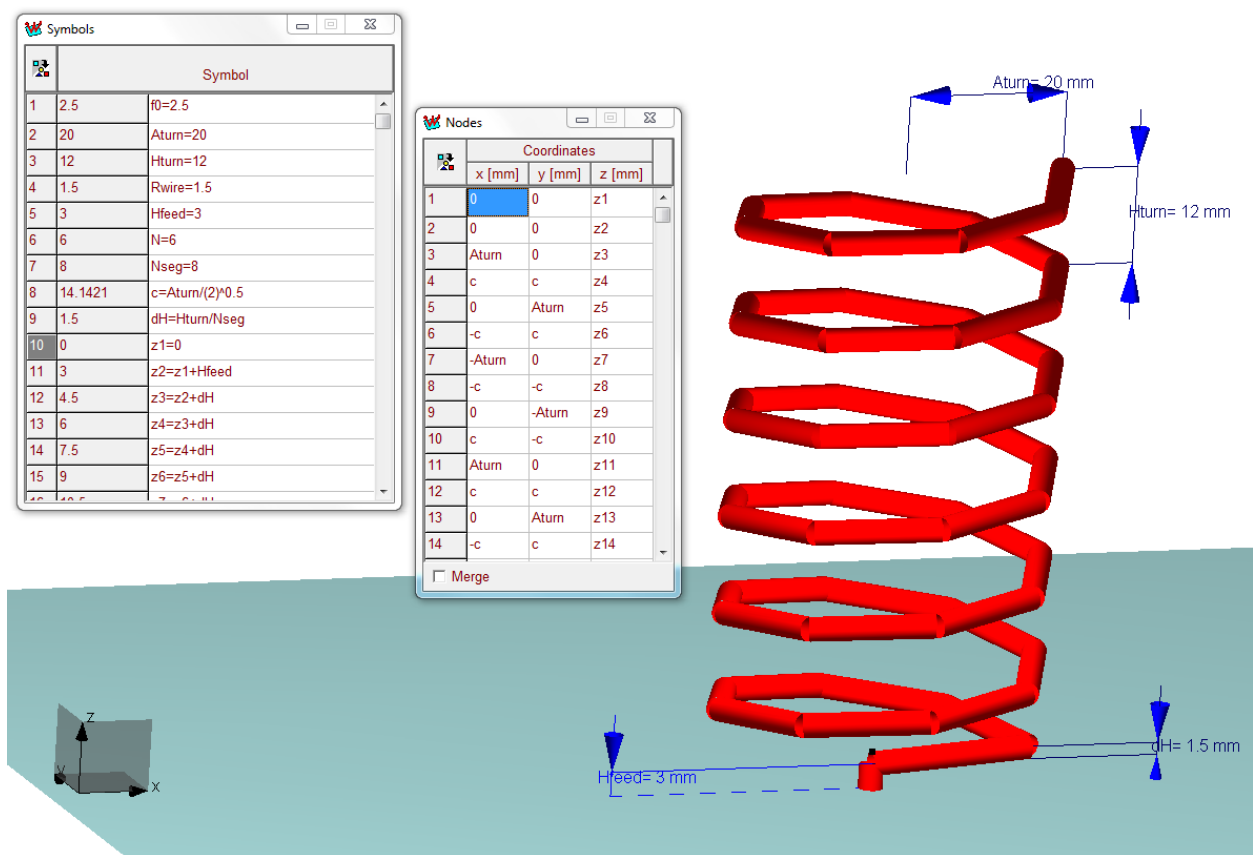


Slika 1(f).

Procesom optimizacije 3D dijagram zračenja je neznatno promenjen. Usmerenost antene u pravcu maksimalnog zračenja je takođe neznatno promenjena, što je bilo i očekivano.

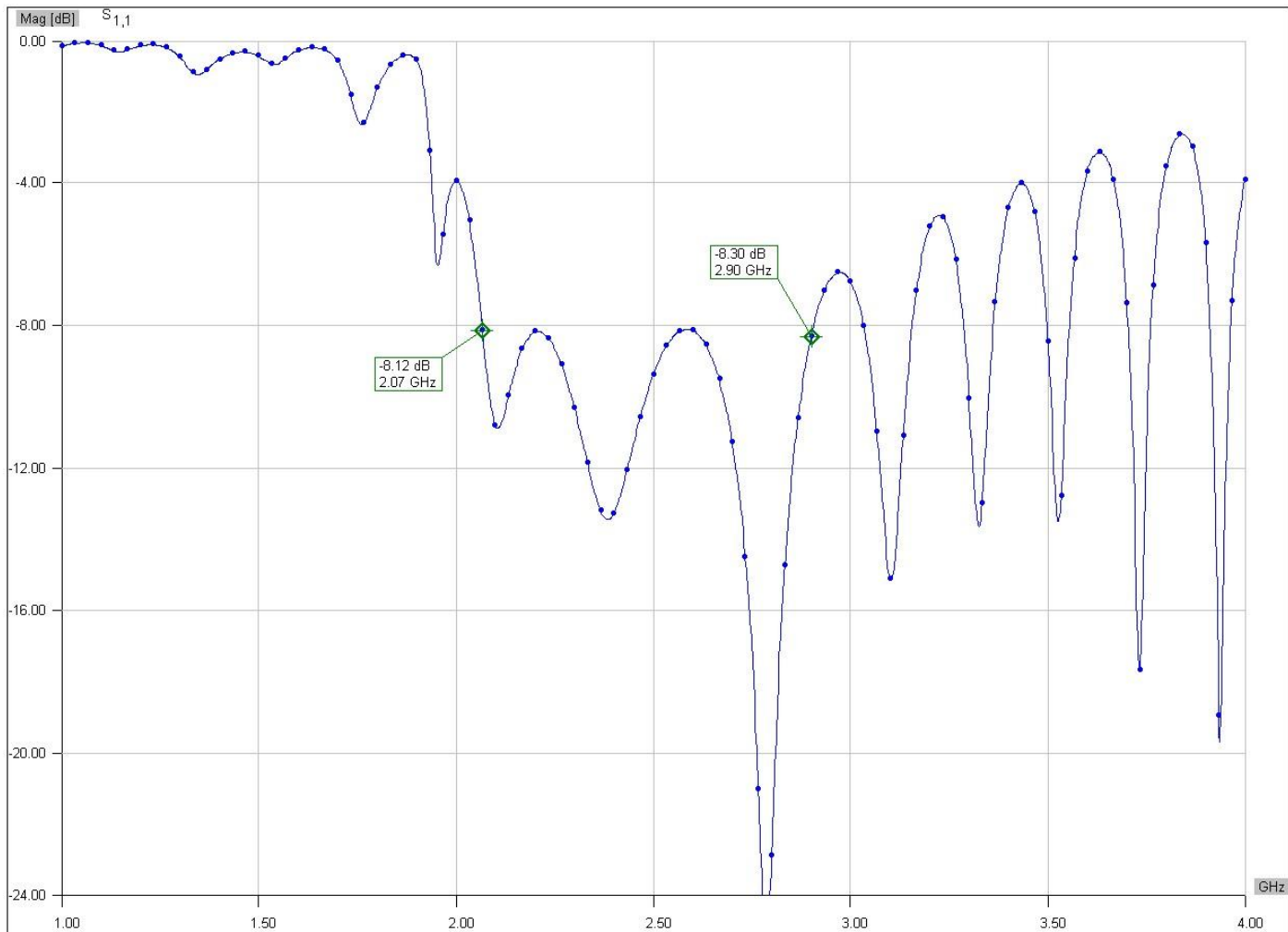
**P02.** Projektovati (desno polarizovanu) helikoidnu antenu na centralnoj učestanosti  $f_0 = 2,5\text{GHz}$ . Poluprečnik zamišljenog valjka na koji je namotana helikoidna antena je  $A_{\text{tum}} = 20\text{mm}$ . Antena ima  $N = 6$  zavojaka. Korak motanja je  $H_{\text{tum}} = 12\text{mm}$ . Poluprečnik žice je  $R_{\text{wire}} = 1,5\text{mm}$ . Dužina žice kojom se napaja antena je  $H_{\text{feed}} = 3\text{mm}$ . Jedan zavojak modelovan je pomoću  $N_{\text{tum}} = 8$  jednakih pravolinijskih segmenata. Antena se nalazi iznad PEC ravni.

- Odrediti koeficijent refleksije ( $s_1[\text{dB}]$ ) u opsegu učestanosti od 1GHz do 4GHz na 91 uniformno raspodeljenoj učestanosti.
- Odrediti dobitak ( $G[\text{dBi}]$ ) u pravcu maksimalnog zračenja u opsegu učestanosti od 1GHz do 4GHz na 91 uniformno raspodeljenoj učestanosti.



Slika 2(a).

Koeficijent refleksije ( $s_1$ [dB]) u čitavom opsegu učestanosti prikazan je na slici 2(b).

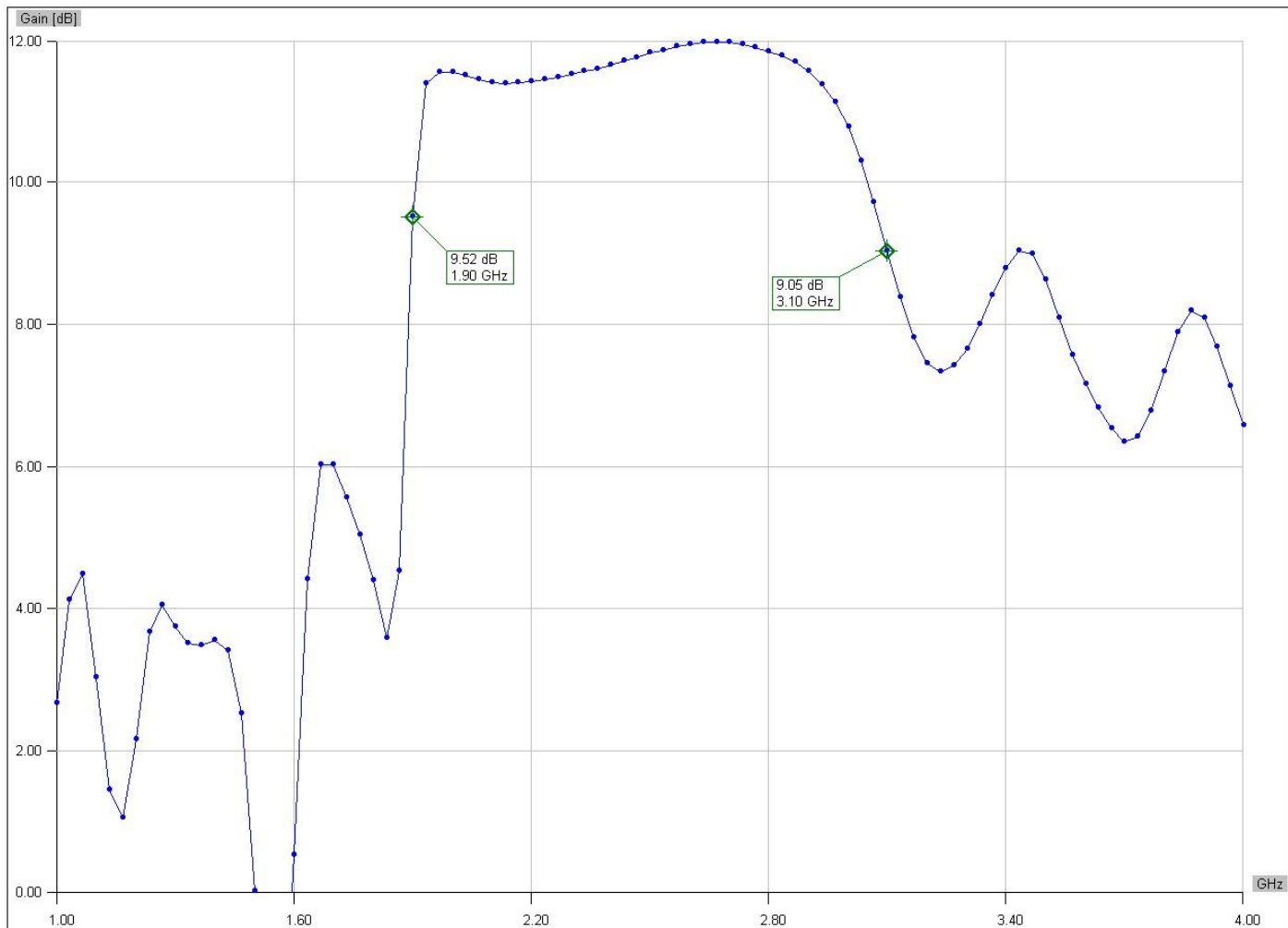


Slika 2(b).

Sa slike 2(b) se vidi da je solidno prilagođenje ostvareno u relativno širokom opsegu učestanosti (od 2,07GHz do 2,9GHz).



Dobitak ( $G[\text{dBi}]$ ) u pravcu maksimalnog zračenja prikazana je na slici 2(c).

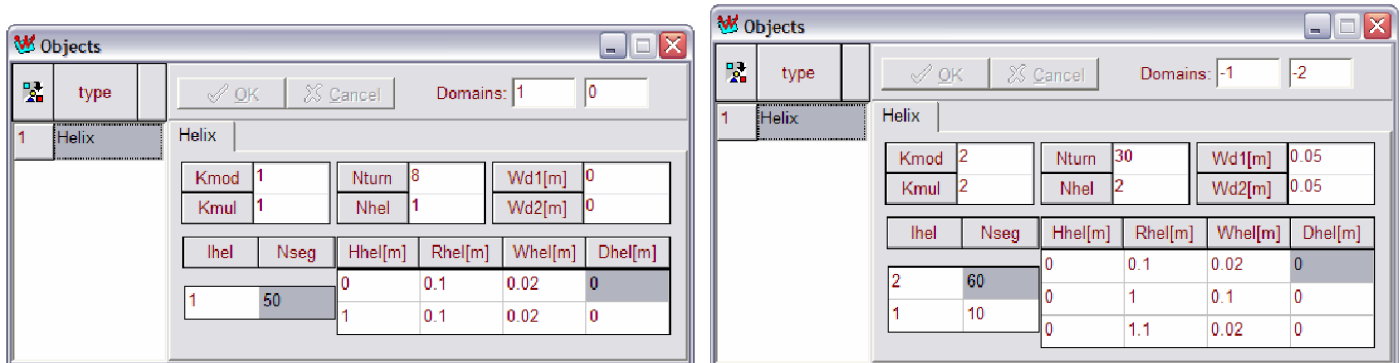


Slika 2(c).

Sa slike 2(c) se vidi se da je dobitak od preko 9 dBi ostvaren u relativno širokom opsegu učestanosti (od 1,9GHz do 3,1GHz).

**P03.** Ponoviti prethodni primer korišćenjem objekta *Helix*.

Izgled korisničkog prozora koji se odnosi na objekat *Helix* prikazan je na slici 3(a).



Slika 3(a).

Kmod – tip gradivnih elemenata helikoide.

- Kmod=1 – Helikoida je sačinjena od žice. Žičane helikoide su isključivo metalni objekti. Domen:  $i \ 0$  ( $i > 0$ ) (npr. 1 0, primer žičane helikoide u vakuumu). **Upozorenje:** Specifikacije domena  $i \ j$  i  $-i \ -j$  ( $i, j > 0$ ) nisu dozvoljene.
- Kmod=2 – Helikoida je sačinjena od ploča. Helikoide sačinjene od ploča mogu biti:
  - Metalni objekti. Domen:  $i \ 0$  (npr. 1 0, primer helikoide sačinjene od PEC ploča u vakuumu).
  - Dielektrični objekti. Domen:  $i \ j$ . Primer: Cilindrična površina dielektričnog štapa ispod žičane helikoide, cilindrična granična površ dielektričnog nosača helikoide.
  - Kompozitni objekat. Domen:  $-i \ -j$ . Primer: Cilindrična površ dielektričnog štapa preko koga je namotana metalna pločasta helikoida.

Kmul – multiplikacioni koeficijent (1 – unifilarna, 2 – duofilarna, 3 – trifilarna, 4 – kvadrifilarna, itd...).

Nturn – broj segmenata po jednom zavojku. **Upozorenje:** Nturn mora biti celobrojni umnožak Kmul.

Nhel – ukupan broj međusobno povezanih helikoide.

Wd1 – Rastojanje od početka helikoide (koordinata Hhel (1)) do dna dielektričnog nosača.

Wd2 – Rastojanje od kraja helikoide (koordinata Hhel (Nhel+1)) do vrha dielektričnog nosača.

**Upozorenje:** Osim u slučaju čisto metalne strukture Wd1 mora biti veće od Whel (1), Wd2 mora biti veće od Whel (Nhel+1).

lhel – tip helikoide (1 – linearna, 2 – eksponencijalna). **Upozorenje:** Eksponencijalna helikoida ne može se definisati za cilindar.

Nseg – broj segmenata helikoide.

Hhel –  $z$  koordinata početka/kraja helikoide:

- Hhel (1) –  $z$  koordinata početka prve helikoide.
- Hhel (2) –  $z$  koordinata kraja (početka) prve (druge) helikoide.
- Hhel (3) –  $z$  koordinata kraja (početka) druge (treće) helikoide, itd...

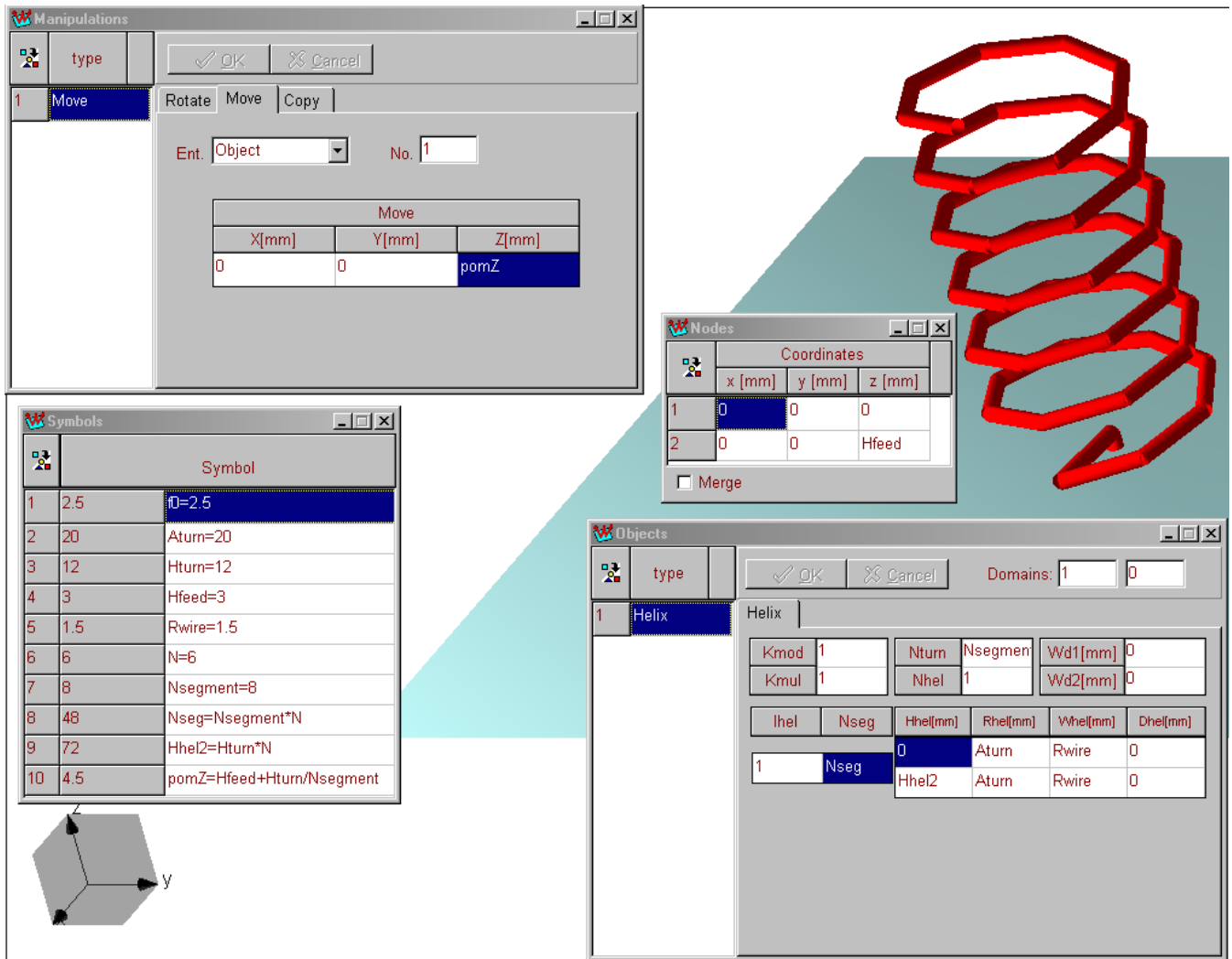
Rhel – poluprečnik zamišljenog valjka na koji je namotana helikoida:

- Rhel (1) – početni poluprečnik prve helikoide.
- Rhel (2) – krajnji (početni) poluprečnik prve (druge) helikoide.
- Rhel (3) – krajnji (početni) poluprečnik druge (treće) helikoide, itd...

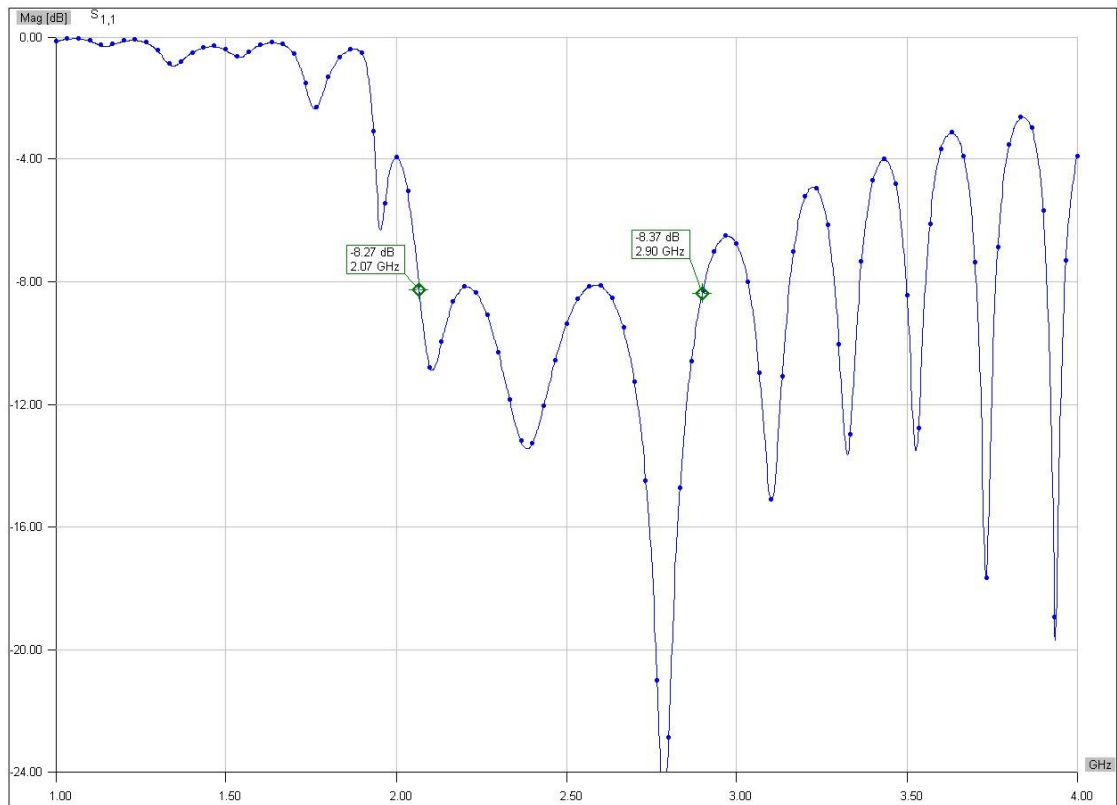
Whel – poluprečnik žice kod žičane helikoide (polovina širine ploče kod pločaste helikoide):

- Whel (1) – poluprečnik žice na početku prve helikoide.
- Whel (2) – poluprečnik žice na kraju (početku) prve (druge) helikoide.
- Whel (3) – poluprečnik žice na kraju (početku) druge (treće) helikoide, itd...

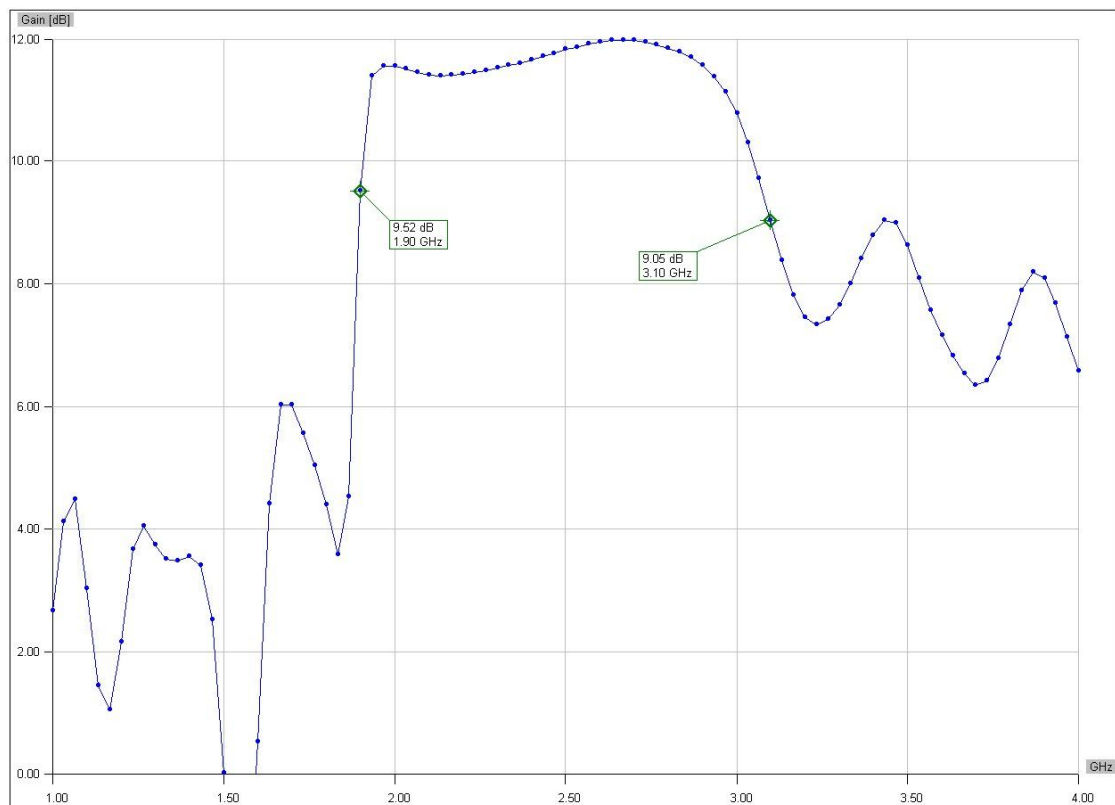
Dhel – trenutno se ne koristi. Ostaviti 0.



Slika 3(b).



Slika 3(c).



Slika 3(d).