

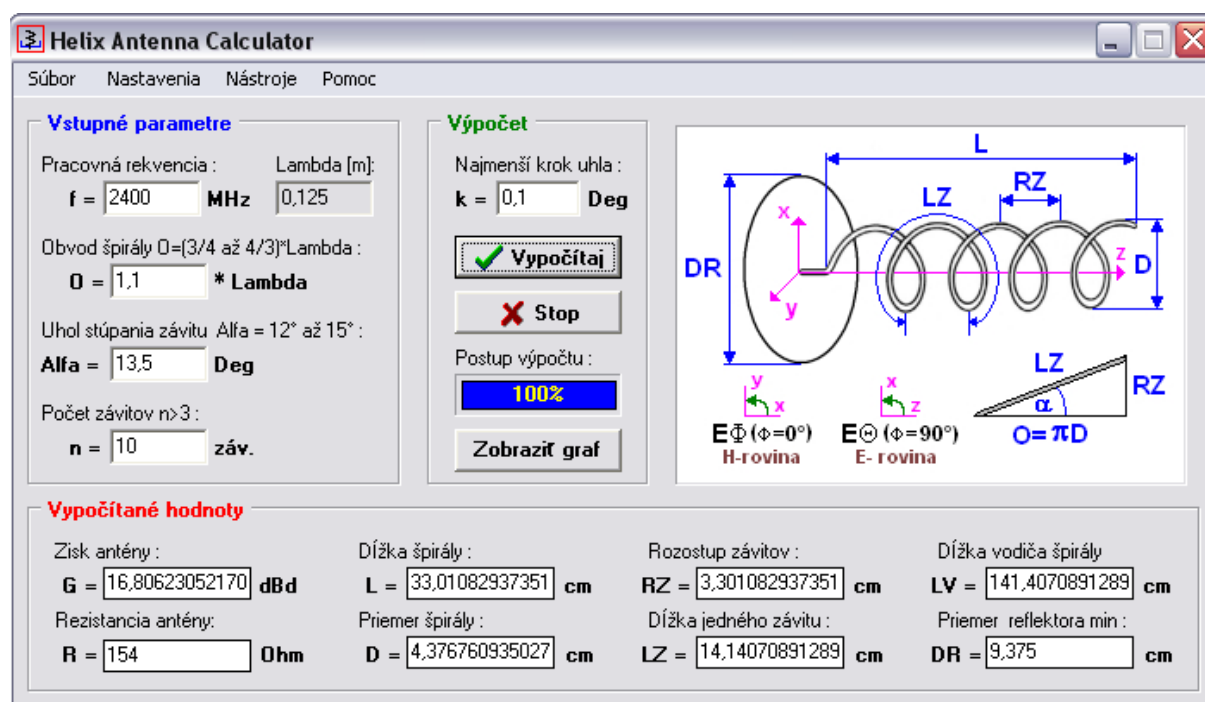
# Helix Antenna Calculator

Verzia 1.0, 32bit

Program slúži pre výpočet parametrov špirálovej antény. Umožňuje vypočítať rozmery špirálovej antény, vyžarovaciu charakteristiku (smerovú funkciu  $F(\Theta)$  v rovinách  $x$ - $z$  a  $y$ - $z$ ). Ďalej umožňuje simulovať vplyv zmeny konštrukčných parametrov na zmenu vyžarovacej charakteristiky a výpočet integrálnych funkcií, ktoré sa často pri anténach počítajú.

## Popis programu

Po spustení programu sa alokuje potrebné miesto v pamäti RAM, inicializujú sa grafy pre vykreslenie vyžarovacej charakteristiky (Pravouhlý, Polárny) a za 1,4s sa zobrazí hlavné okno programu Obr.1.



Obr.1: Hlavné okno programu

Hlavné okno programu je rozdelené na štyri základné časti:

### 1. Vstupné parametre

Vstupné parametre je možné meniť v širokom hodnôt. Pre návrh optimálnej špirálovej antény je však nutné zadávať hodnoty vstupných parametrov také, ktoré umožnia vznik axiálneho módu vyžarovania (maximálna smerovosť v rovine  $z$ ). To znamená, že ak požadujeme od antény aby vyžarovala (prijímala) iba v jednom smere, a to z maximálnym ziskom je nutné aby vstupné parametre boli v určitom rozsahu. Ako nápoveda slúži krátky popis nad daným parametrom, ktorý je nutné dodržať.

### Axiálny mód vo všeobecnosti vznikne ak dodržíme tri podmienky:

1. Obvod špirály musí byť v rozsahu hodnôt  $O = (3/4 \text{ až } 4/3) \cdot \lambda$
2. Uhol stúpania závitů musí byť v rozsahu hodnôt  $\alpha = 12^\circ \text{ až } 15^\circ$
3. Počet závitů musí byť celé číslo väčšie ako 3.

**Poznámka:** Všetky vstupné parametre musia byť kladné čísla. Ako oddeľovač desatinných miest použite čiarku. Bližšie informácie o postupe návrhu sú v nápovede: Pomoc → O špirálových anténach

## 2. Výpočet

Presnosť výpočtu sa nastavuje vstupným parametrom „Najmenší krok uhla“, ktorý určuje presnosť delenia uhla vyžarovacej charakteristiky.

**Príklad:** Požadujeme, aby vyžarovacia charakteristika bola vypočítaná s presnosťou  $0,5^\circ$ , zvolíme  $k = 0,5$ . Počet cyklov bude  $360^\circ / 0,5^\circ = 720$ .

**Poznámka:** Čím je „Najmenší krok uhla“ menší tým dlhšie trvá výpočet.

Samotný výpočet sa uskutoční po stlačení tlačítka „Vypočítaj“. Ak výpočet chcete ukončiť predčasne stlačte tlačítko „Stop“.

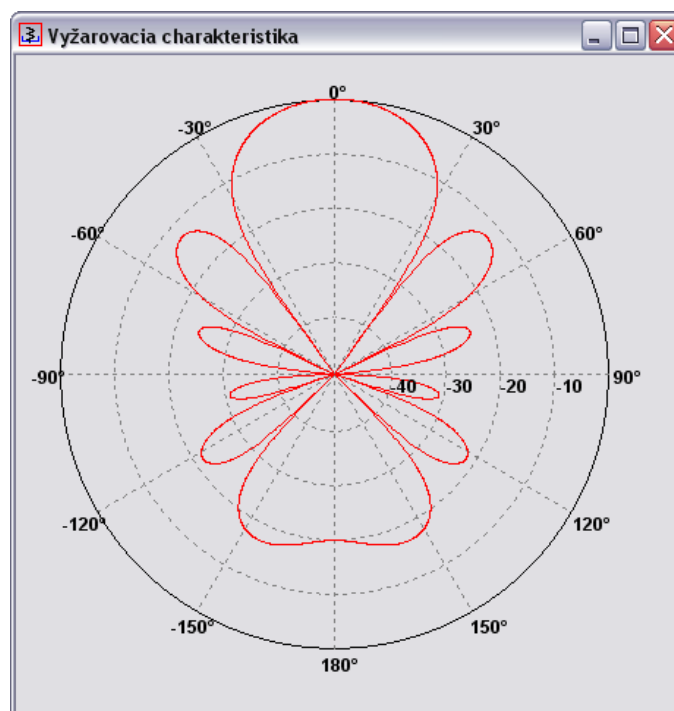
**Poznámka:** Ak je spustený dlho trvajúci výpočet a potrebujete program náhle ukončiť, stlačte najskôr tlačítko „Stop“. Tým prebiehajúci cyklus skončí a program sa môže ukončiť. To platí aj pri simulácií a výpočte integrálnych funkcií.

## 3. Vypočítané hodnoty

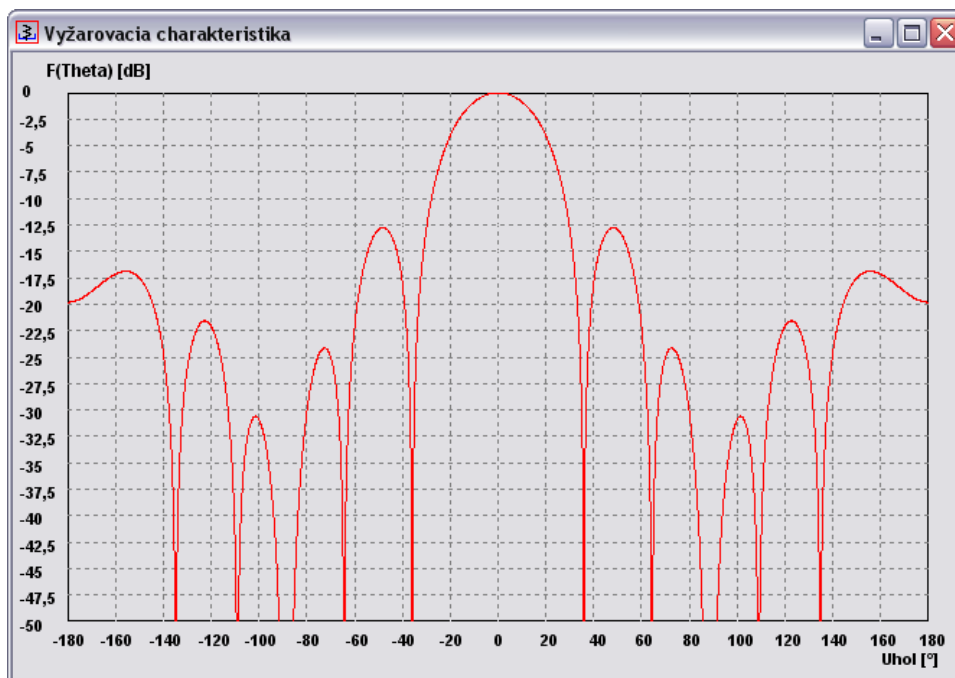
Obsahuje elektrické a konštrukčné parametre navrhutej antény.

## 3. Obrázok

Zobrazuje vypočítané geometrické rozmery antény a znázorňuje rozloženie rovín E a H v priestore.



**Obr.2:** Vyžarovacia charakteristika – Polárny graf



**Obr.3:** Vyžarovacia charakteristika – Pravouhlý graf

Na obrázku 2 a 3 sú znázornené dva typy zobrazenia vyžarovacej charakteristiky: polárny graf a pravouhlý graf.

**Hlavná ponuka → Nastavenia** (Nastavenia grafu)

**Obr.4:** Nastavenia grafu

## MEDZI ZÁKLADNÉ NASTAVENIA GRAFU PATRIA NASTAVENIA:

„Typ grafu“ - Umožní vybrať polárny alebo pravouhlý graf alebo oba súčasne.

„Hodnoty grafu“ – Umožní zvoliť či sa má vyžarovacia charakteristika zobrazovať v absolútnych hodnotách od 0 po 1 alebo v decibeloch dB.

Ak zaškrtnete možnosť „Graf v decibeloch“ môžete zvoliť minimálnu hodnotu  $F(\Theta)$  [dB].

**Príklad:** Ak požadujete aby sa vyžarovacia charakteristika zobrazovala v dB od -30 po 0 dB zvolíte  $F(\Theta) = -30$  dB. Výpočet sa uskutoční len pre hodnoty od 0 po -30dB a každá hodnota smerovej funkcie pod -30dB bude stotožnená s hodnotou -30dB aby bolo možné vykresliť polárny graf.

**Poznámka:** Pre lepšie zobrazenie postranných lalokov vyžarovacej charakteristiky použite graf v dB.

## MOŽNOSTI GRAFU:

„Farba okolia grafu, Farba výplne grafu, Farba priebehu“ – Po kliknutí na jednotlivé farebné obdĺžniky môžete definovať vlastné farby a tým meniť vzhľad grafov. Ak chcete zvoliť pôvodnú farbu kliknite na tlačítko „default“.

„Zobrazit' mriežku“ – Umožňuje zobrazit' v grafoch mriežku.

„Po výpočte automaticky zobrazit' graf“ – Umožňuje po výpočte automaticky otvoriť okno grafu.

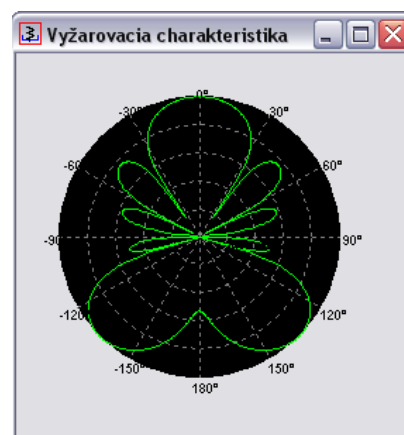
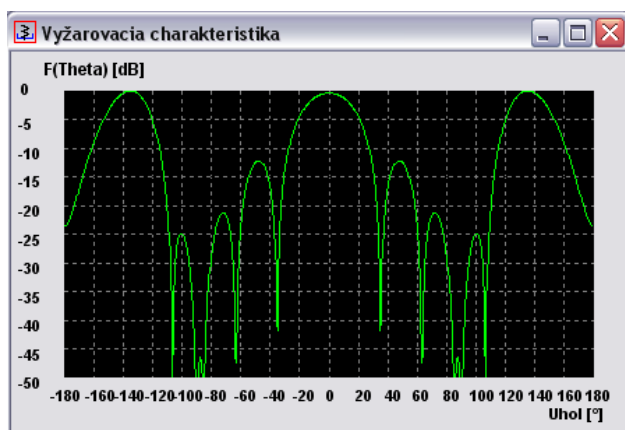
„Priehľadný graf“ – Ak zvolíte túto možnosť výplň grafu sa stane priehľadnou cez ktorú budete vidieť napr. rôzne okná na pozadí alebo pracovnú plochu a pod. Priebeh a mriežka však ostanú.

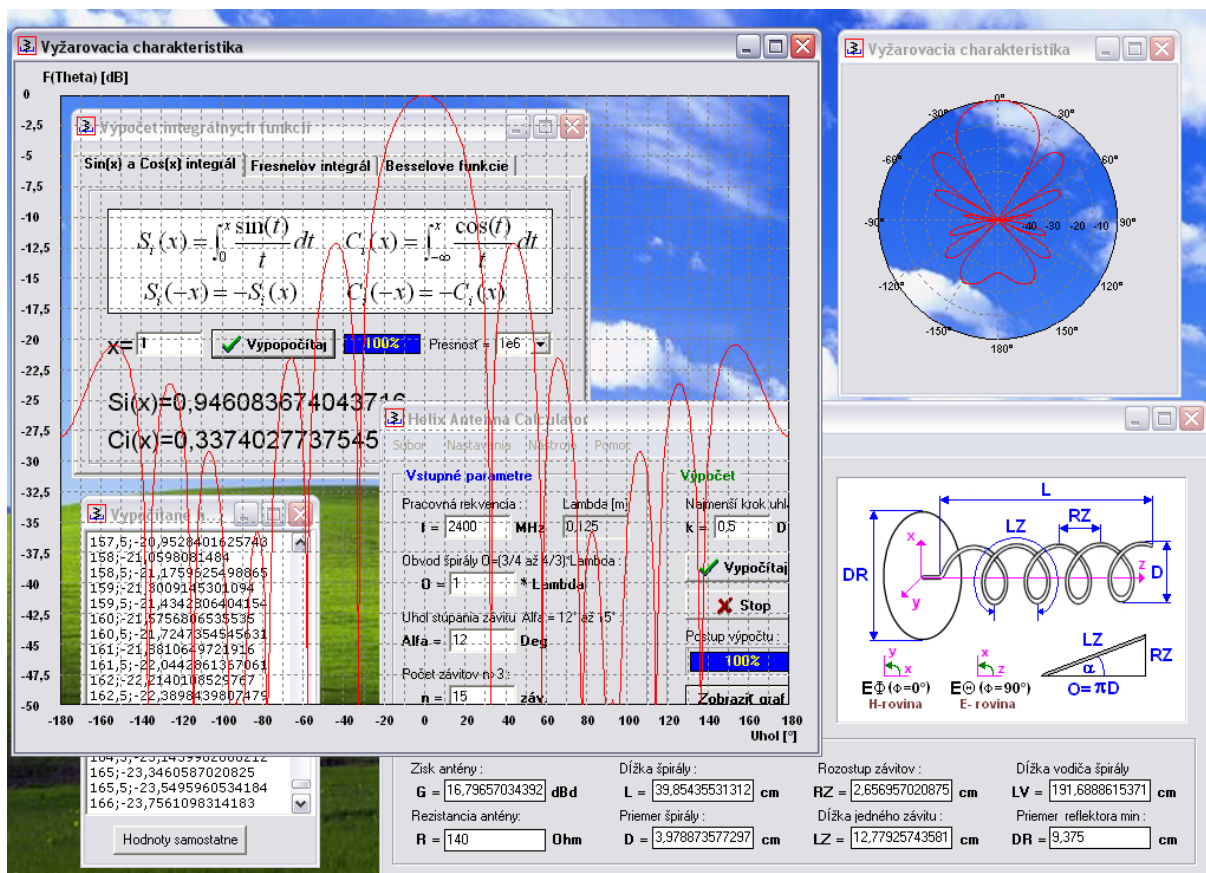
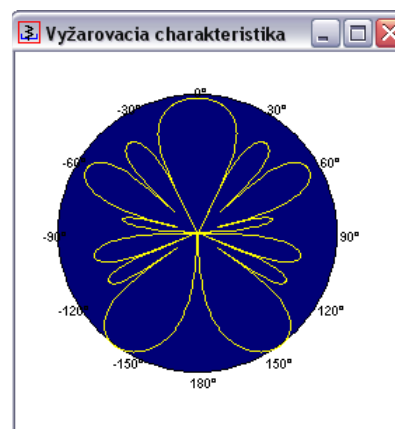
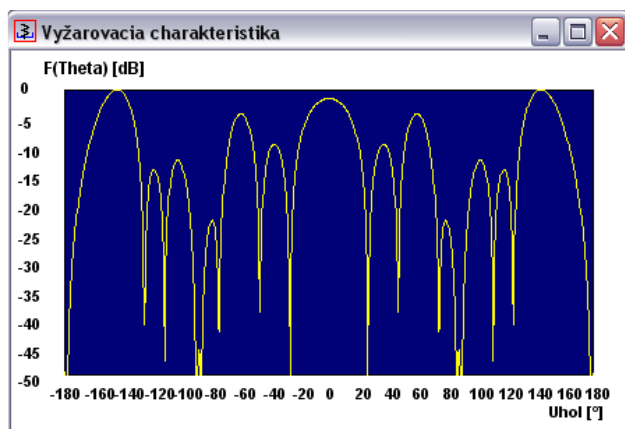
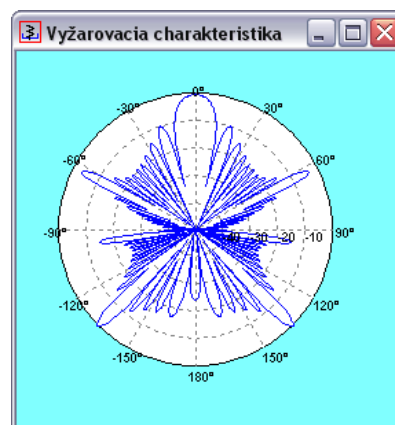
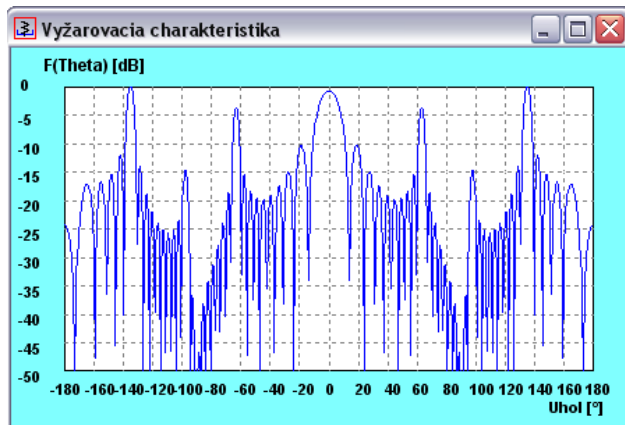
„Hlavné okno na popredí“ - Ak zvolíte túto možnosť okno hlavného programu Obr.1 ostane vždy na popredí ostatných pod okien programu. Na ostatné systémové okná sa to nevzťahuje.

„Vykresľovať charakteristiku pri zmene veľkosti okna grafu“ – Povolí dynamicky vykresľovať priebeh v grafoch pri zmene ich veľkosti.

„Zobrazit' nápovedu“ – Povolí nápovedu pri každom vstupnom políčku.

**Poznámka:** Pri vysokej presnosti výpočtu (malá hodnota „k“ menej ako 0,1) je zmena veľkosti okna grafu pomalá. Pretože algoritmus vykresľovania priebehu funkcie musí pri zmene veľkosti okna čo i len 1 pixel načítať vždy celých 3600 hodnôt (pri  $k = 0,1$ ) a vykresliť ich do grafu. Ak sú grafy minimalizované alebo zatvorené výpočet priebehu rýchlejšie. Ak je graf priehľadný, výpočet trvá podstatne dlhšie.



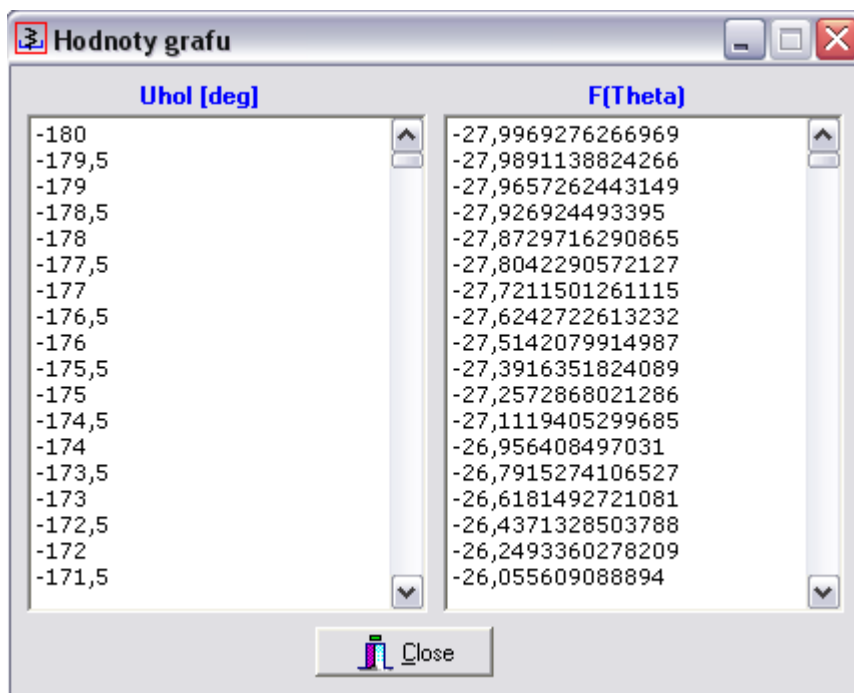
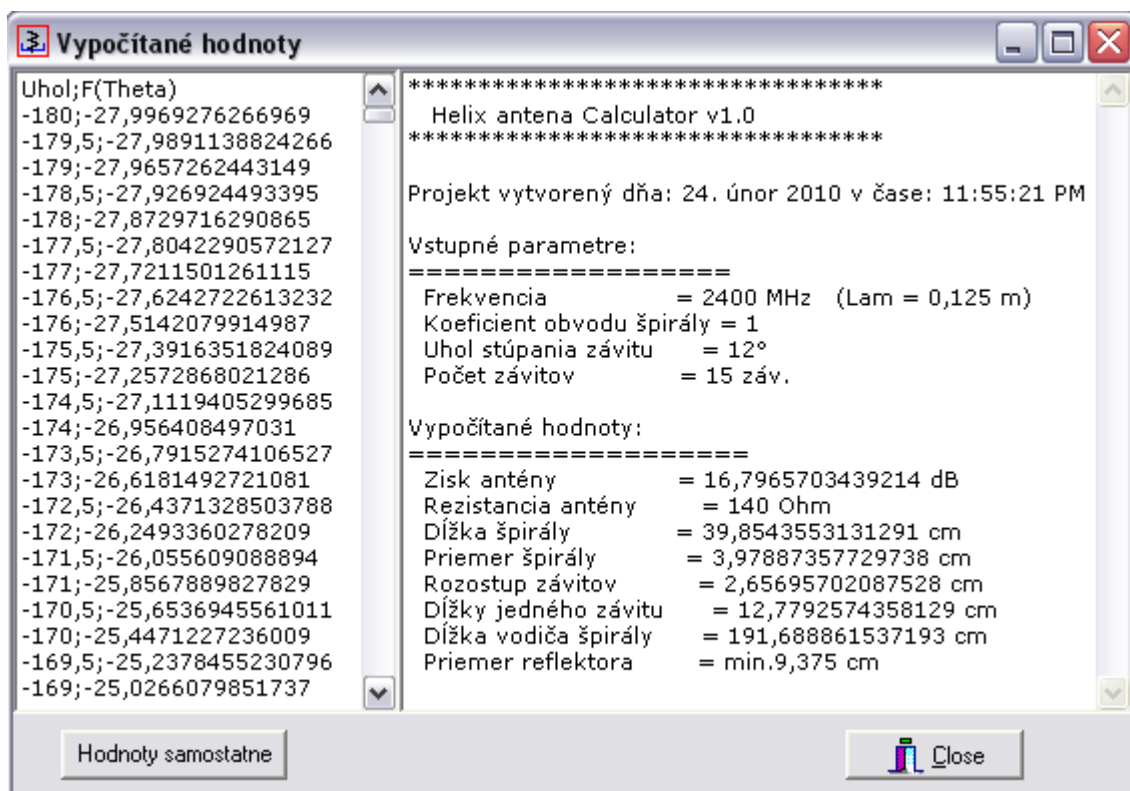


Obr.5: Príklady nastavenia grafu

## Hlavná ponuka → Súbor

- **Zobraziť hodnoty** – Zobrazí vypočítané hodnoty grafu a parametre antény.
- **Uložiť projekt** – Uloží vypočítané parametre antény do súboru \*.TXT.
- **Uložiť hodnoty grafu** – Uloží vypočítané hodnoty charakteristiky do súboru \*.CSV.
- **Vytlačiť graf** – Vytlačí polárny alebo pravouhlý graf.
- **Koniec** – Ukončí program.

**Poznámka:** Súbor \*.CSV je súbor s hodnotami oddelenými čiarkou programu Microsoft Office Excel.



Obr.6: Vypočítané parametre antény – „hodnoty samostatne“



## Hlavná ponuka → Nástroje → Simulácia špirálovej antény

Umožňuje simulovať vplyv zmeny konštrukčných parametrov na zmenu vyžarovacej charakteristiky antény Obr.6.

### PARAMETRE SIMULÁCIE:

1. **Zmena obvodu špirály  $F(\Theta) = f(O)$**  – Umožňuje simulovať zmenu obvodu závitov špirály. Obvod je v absolútnych hodnotách  $O/\lambda$ . ( $0 < O/\lambda \leq 9999999$ )  
Vstupné hodnoty sú:
  - Počiatočná hodnota obvodu špirály
  - Konečná hodnota obvodu špirály
  - Uhol stúpania závitov
  - Počet závitov
2. **Zmena uhla stúpania závitov špirály  $F(\Theta) = f(\alpha)$**  – Umožňuje simulovať zmenu uhla stúpania špirály. Obvod je v stupňoch [deg]. ( $0 < \alpha \leq 89,9999$ )
3. **Zmena počtu závitov špirály  $F(\Theta) = f(N)$**  – Umožňuje simulovať zmenu počtu závitov. Počet závitov môže byť celé číslo alebo desatinné číslo. ( $0 < Z \leq 9999999$ )  
Po zaškrtnutí možnosti „N - celé“ bude simulátor zväčšovať N po celých číslach. Zo smerovej funkcie špirálovej antény vyplýva, že maximálna smerovosť v priamom smere (v smere osi z) bude práve vtedy ak N je celé číslo väčšie ako 3. Ak ponecháte možnosť „N - celé“ nezaškrtnutú bude sa parameter N meniť plynulo v reálnych číslach s krokom ktorý si zvolíte.

Prekročením stanovených hodnôt osového módu je možné názorne pozorovať okamih kedy anténa prestáva osovo vyžarovať. Parameter  $F_{max}$  je maximum smerovej funkcie  $F(\Theta)$  pri uhle  $0^\circ$  teda  $F(0^\circ)$  teda zisk v priamom smere (v smere osi z), ideálne je  $F_{max}$  stále rovné 1. Určuje okamih kedy anténa prestáva vyžarovať v osovom móde. Ak  $F_{max}$  prekročí hodnotu 1 anténa začína vyžarovať v uhle z-y (z-x) väčšom ako  $0^\circ$  teda má maximum v bočných lalokoch.

**Príklad:** Ak pri nejakej kombinácii vstupných parametrov nastane že sa  $F_{max}$  rovná napr. 1,3, značí to, že bočné vyžarovanie antény je o 0,3 (v absolútnych hodnotách) menšie ako v priamom smere (v smere osi z) teda v  $F(0^\circ)$ .

### NASTAVENIE SIMULÁCIE:

Najskôr si vyberiete jeden z troch parametrov simulácie. Tým sa maximálne hodnoty ostatných parametrov stratia, to značí že ich pôvodné počiatočné hodnoty sú konštanty, ktoré sa nemenia.

Pozn.: Simulácia umožňuje len dynamickú zmenu jedného z troch parametrov.

Presnosť simulácie sa nastavuje hodnotami:

- **„Počet krokov“** – Určuje maximálny počet krokov na jedno vykreslenie grafu. Teda určuje na koľko častí rozdelí simulátor celý interval premennej veličiny. Inými slovami „Počet krokov“ určuje z akým krokom sa bude stúpať zvolený parameter simulácie. Určenie počtu krokov na rozdiel od určovania samotného kroku má výhodu v tom, že simulátor každý interval (o rôznych veľkostiach) rozdelí na rovnaký počet častí. Tým je zaručené to, že pri akomkoľvek veľkom intervale (zmeny premennej veličiny) bude celkový čas simulácie rovnaký.

**Príklad:** Požadujeme aby parameter simulácie napríklad uhol stúpania  $\alpha$  sa menil v rozsahu od 5 do 45° s krokom 0,1°. Počet krokov (PK) zvolíme nasledovne:

$$PK = \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{\text{krok}} = \frac{45 - 5}{0,1} = 400$$

A podobný postup je ak chceme zistiť s akým krokom sa mení nejaká premenná X:

$$\text{krok} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{PK}$$

**Poznámka:** Ak pri simulácii zmeny počtu závitov máme zaškrtnutú možnosť „N - celé“ počet závitov sa mení vždy s krokom 1. Teda nezávisle na „Počet krokov“.

- „Presnosť uhla“ – Určuje s akým krokom uhla bude vykresľovaná vyžarovacia charakteristika.

**Príklad:** Požadujeme aby bola charakteristika vykresľovaná s krokom 0,5°. Presnosť uhla (PU) zvolíme nasledovne:

$$PU = \frac{360^\circ}{\text{krok\_uhla}} = \frac{360^\circ}{0,5^\circ} = 720$$

A podobný postup je ak chceme zistiť s akým krokom uhla sa vykresľuje charakteristika:

$$\text{krok\_uhla} = \frac{360^\circ}{PU}$$

**Poznámka:** Ak chceme detailne sledovať postup zmeny vyžarovacej charakteristiky, krok po kroku, zaškrtneme možnosť „Oneskorenie“, tým sa odkryje políčko z časom, kde môžeme zadať čas oneskorenia medzi krokmi. Čas je v [ms] a môžeme ho zadať od 1 po 99999ms. Pri PC, ktoré majú vysoký výpočtový výkon, odporúčam použiť túto možnosť oneskorenia pretože sa môže stať, že simulácia prebehne aj za 2s. Pri PC, ktoré majú nízky výpočtový výkon, odporúčam znížiť „Počet krokov“ rovnako aj „Presnosť uhla“.

Aktuálna hodnota parametra sa zobrazuje nad grafom.

Pre vykresľovanie charakteristiky v dB zaškrtnite možnosť „Graf v dB“, tým sa odkryje políčko s minimálnu hodnotou  $F_{\min}$  kde môžete zadať minimálnu hodnotu  $F(\Theta)_{\min}$ .

Nastavenie farieb grafu v simulátore a jeho priehľadnosti sa nastavuje v Hlavná ponuka → Nastavenia.

## Hlavná ponuka → Nástroje → Výpočet integrálnych funkcií

Výpočet integrálnych funkcií Obr.7 umožňuje vypočítať niektoré špecifické integrály, ktoré majú v teórii antén veľký význam. Väčšina antén má na popis svojich smerových charakteristík ale aj elektrických parametrov zložité matematické funkcie, ktoré sa pre jednoduchosť nahrádzajú známymi tabuľkovými integrálmi, ktoré uľahčujú výpočet daných parametrov.



### Výpočet integrálnych funkcií umožňuje vypočítať:

- *Sínusový a kosínusový integrál*

$$S_i(x) = \int_0^x \frac{\sin(t)}{t} dt \quad C_i(x) = \int_{-\infty}^x \frac{\cos(t)}{t} dt$$

$$S_i(-x) = -S_i(x) \quad C_i(-x) = -C_i(x)$$

- *Fresnelov integrál*

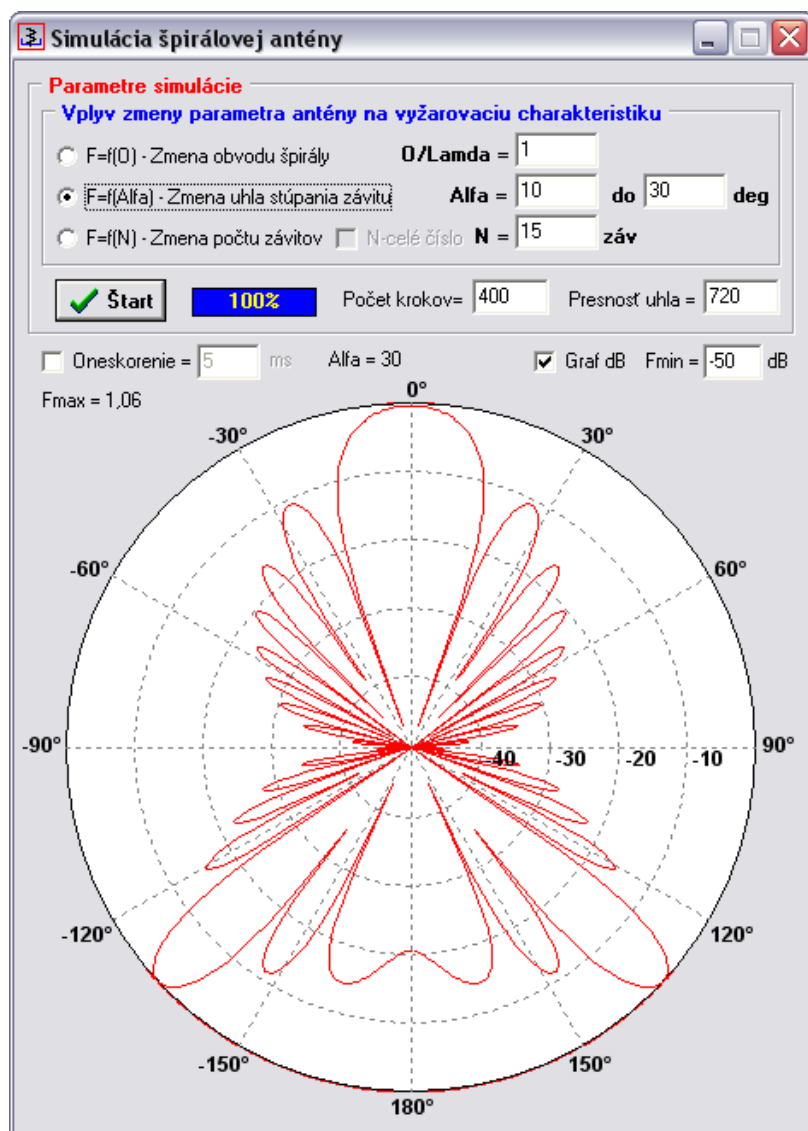
$$F(x) = \int_0^x e^{-j\frac{\pi}{2}t^2} dt = C(x) - jS(x)$$

$$C(-x) = -C(x) \quad S(-x) = -S(x)$$

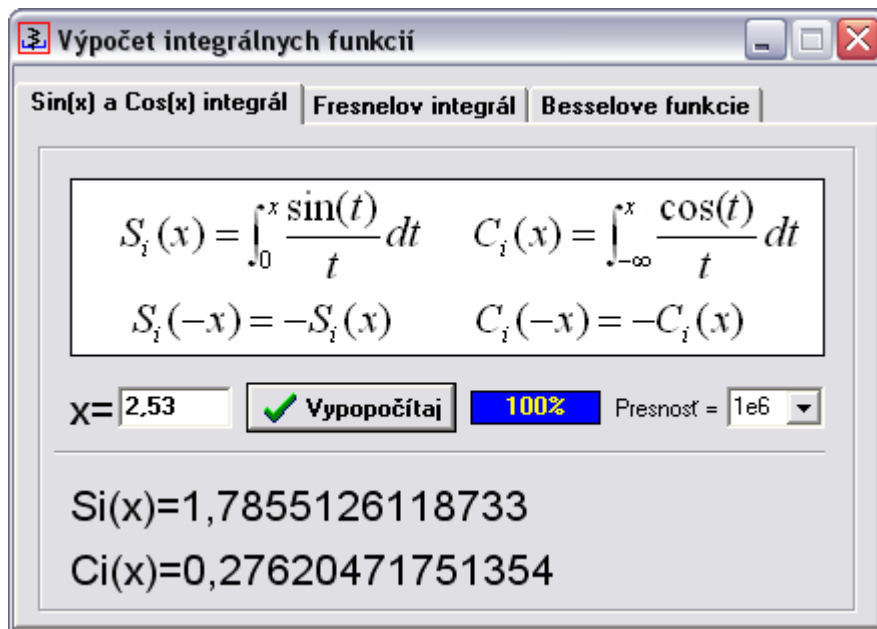
- *Besselove funkcie*

$$J_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos(n.t - x.\sin(t)) dt$$

$$J_{-n}(x) = (-1)^n J_n(x) \quad J_n(-x) = (-1)^n J_n(x)$$



**Obr.6:** Simulácia špirálovej antény



**Obr.7:** Výpočet integrálnych funkcií

#### **Hlavná ponuka → Pomoc → O špirálových anténach**

Zobrazí krátku nápovedu k špirálovým anténam a postup návrhu optimálnej špirálovej antény.

#### **Hlavná ponuka → Pomoc → O programe**

Zobrazí informácie o programe Helix Antenna Calculator, v1.0, 32 bit. Toto okno zavriete kliknutím myši na toto okno lebo stlačením klávesy Enter.

**Copyright © 2010 Ing. Matúš Krahúnek**

[Matus.Krahunek@gmail.com](mailto:Matus.Krahunek@gmail.com)

<http://www.em.tym.sk>

18. marca 2010