

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky



PRŮVODCE V PROGRAMU MMANA-GAL

2013

Zdeněk Urban

Obsah

1	Představení programu MMANA-GAL	- 3 -
2	Úvod do programu.....	- 5 -
2.1	Instalace.....	- 5 -
2.2	První spuštění	- 5 -
2.3	Geometrie	- 6 -
2.3.1	Segmentace vodičů	- 8 -
2.3.2	Tapering.....	- 8 -
2.3.3	Zdroje - napájecí bod antény (sources).....	- 8 -
2.3.4	Zátěže (Loads)	- 9 -
2.4	Zobrazení.....	- 10 -
2.5	Výpočet	- 11 -
2.6	Pokročilé funkce.....	- 13 -
2.6.1	Vykreslení.....	- 13 -
2.6.2	Editování vodiče	- 14 -
2.6.3	Editování elementu	- 15 -
2.6.4	Optimalizace.....	- 16 -
2.7	Zobrazení vzdáleného pole.....	- 18 -
2.7.1	Vzdálené pole 3D	- 19 -
2.8	Modul přizpůsobení.....	- 20 -
2.8.1	Rezonance.....	- 20 -
2.8.2	Cívka.....	- 20 -
2.8.3	LC přizpůsobení	- 21 -
2.8.4	Přizpůsobení vedením 1.....	- 22 -
2.8.5	Přizpůsobení vedením 2.....	- 22 -
2.8.6	Pahýl.....	- 23 -
3	Praktická ukázka vytvoření antény.....	- 25 -
3.1	Tvorba antény.....	- 25 -
3.2	Výpočet antény.....	- 26 -
3.3	Zobrazení výsledků – Far Field.....	- 27 -
	Použitá literatura	- 29 -

1 Představení programu MMANA-GAL

Program **MMANA**, byl vytvořen třemi radioamatéry: Alexem Schewelewem, Igorem Gontcharenkem a hlavní programátor je pan *Macoto Mori*. Jsou to členové mezinárodní radioamatérské skupiny *Hamcall*.

MMANA vychází z původního **MININEC[v3]**. A proto je daleko jednodušší než většina NECově založených softwarů. Má samozřejmě omezenější možnosti použití. Ale běžným uživatelům a radioamatérům tato skutečnost vůbec nevadí. Díky těmto vlastnostem je práce v programu velice rychlá. Je důležité rozlišovat programy na **NEC** a **MININEC** bázi. Většina NECových programů je totiž napsána v jazyce *Fortran* a tyto programy jsou určeny pro složitější operace na výkonnějších strojích (např. *Supernec* umí paralelní výpočty). Kdežto **MININEC** byl vytvořen v jazyce *Basic* a ze začátku to byl velice jednoduchý nástroj, který ani neměl pořádné GUI. Později byl program přepsán z *Basicu* do jazyka *C++* a to proto, aby byl rychlejší a podporoval více paměti. Taky u grafického rozhraní je patrné, že je mnohem méně obsáhlé než jiné čistě NECové systémy.

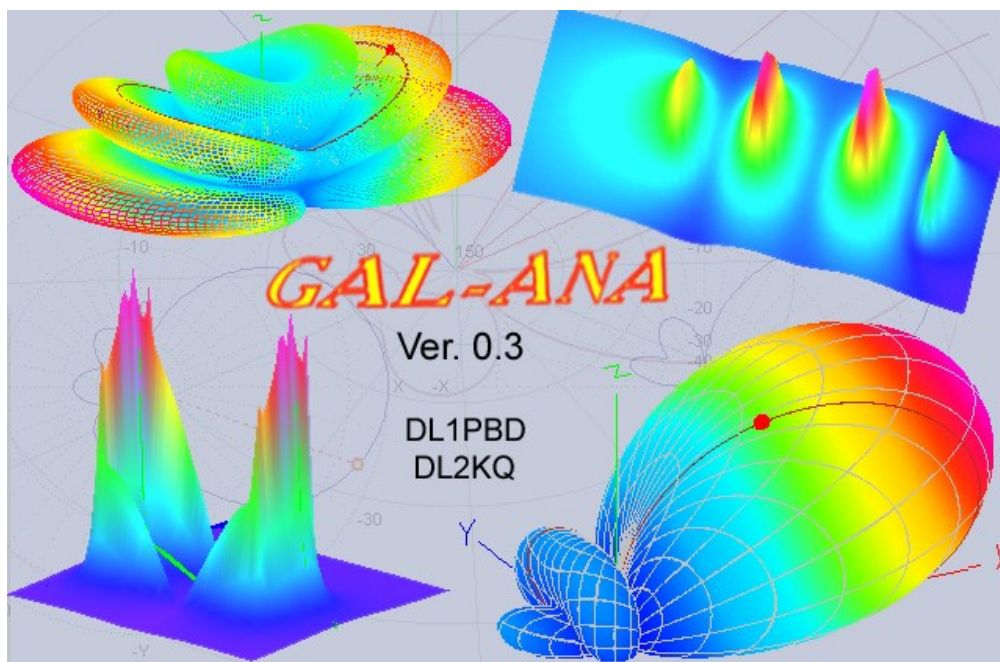
Matematické úkony potřebné pro výpočet vzdáleného pole, jsou velmi komplikované, než abychom je počítali manuálně. Proto byl vyvinut software **MMANA**, který používá vylepšený rychlý zdrojový kód **MININEC**u a ten udělá celou práci za nás. Program vypočítává (kromě vzdáleného pole) také celou řadu dalších veličin jsou: impedance, šířka pásma, impedanční přizpůsobení atd. Nicméně i zde se musíme řídit pravidlem „smetí dovnitř, smetí ven“. Protože je důležité co uživatel do programu zadává a musí ho alespoň částečně pochopit, než ho začne používat. Tak jako jiné programy i **MMANA** potřebuje nějaký čas na základní ovládnutí a poté se z ní stává mocný nástroj a hlavně pomocník při návrhu antén. Její velikou výhodou je jednoduchost, množství tutoriálů, komunita tvůrců a hlavně lokalizace do více než deseti jazyků včetně jazyka českého. O českou lokalizaci se postaral *Ing. Martin Kratoška* a tímto velice zjednodušil práci v programu. Osvojení programu by mělo tedy být opravdu rychlé.

Tvůrci nabízejí dvě různé verze programu. Verzi **PRO** (placenou) a **Basic**, která je zdarma a je předmětem popisu této práce.

Tabulka 1.1: Dostupné verze software MMANA

Parametry	verze Basic	verze PRO
Segmenty (max.)	8192	až 32000 (16GB RAM)
Vodiče (max.)	512	3000
Zdroje (max.)	64	200
Zátěže (max.)	100	300
Spojené anténní soubory	Ne	Od 2 do 4
Tlačítko zpět	Ne	ano
Automatická kontrola vodičů	Ne	ano

Zajímavostí je jistě také další verze takzvaná GAL-ANA ver. 0.3 [1], kterou tvůrci ještě nemají hotovu, ale je možno z jejich stránek stáhnout demo verzi, která představuje názornou ukázkou budoucích schopností programu např. barevné rozšíření vzdáleného a blízkého pole nebo schopnost pracovat na bázi NEC[4]. Tento program byl sice naposledy aktualizován v roce 2008, ale snad tvůrci dodrží své slovo a nakonec ho zdárně dokončí.



Obrázek 1.1: GAL-ANA

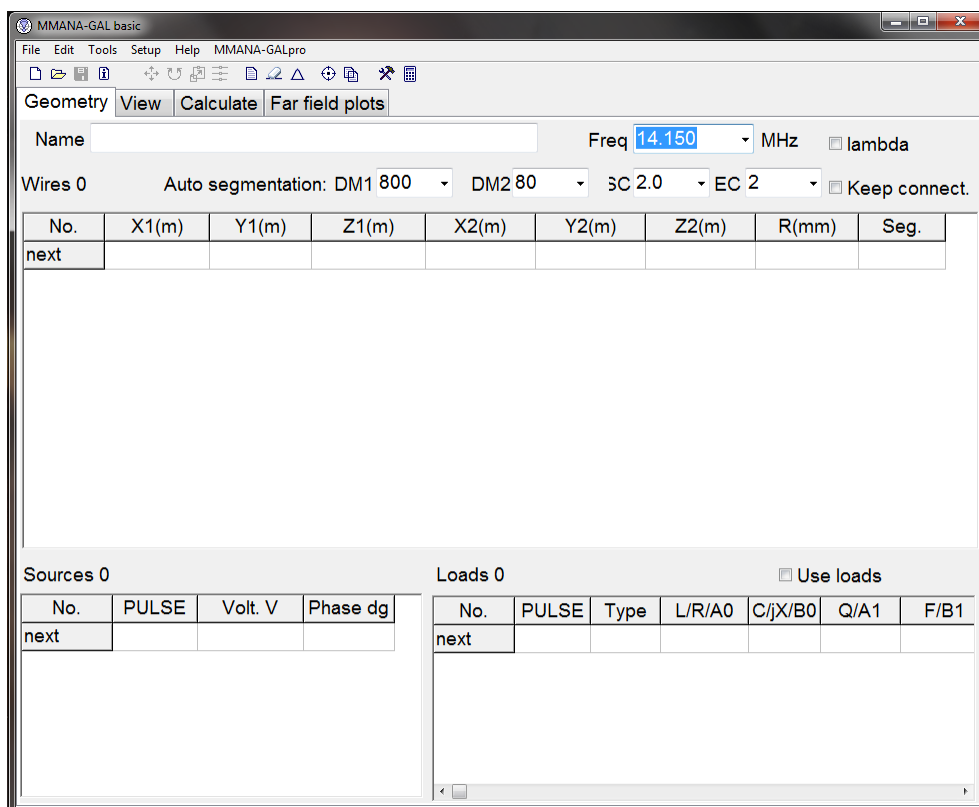
2 Úvod do programu

2.1 Instalace

Stažení softwaru je doporučeno přímo ze stránek vývojářů [1]. Po stažení programu jej rozbalíme a spustíme. Je nutno potvrdit licenční ujednání autorů. Autoři zde přímo říkají, že vlastní autorská práva programu, což neznamená, že zakazují tento software šířit a kopírovat. Zároveň jsou zde všechny potřebné odkazy na návody a stránky autorů. Instalace se nás poté zeptá, kde chceme vytvořit ikony a zda chceme vytvořit ikonu na ploše. Poté vše potvrdíme tlačítkem *Install* a program je nainstalován.

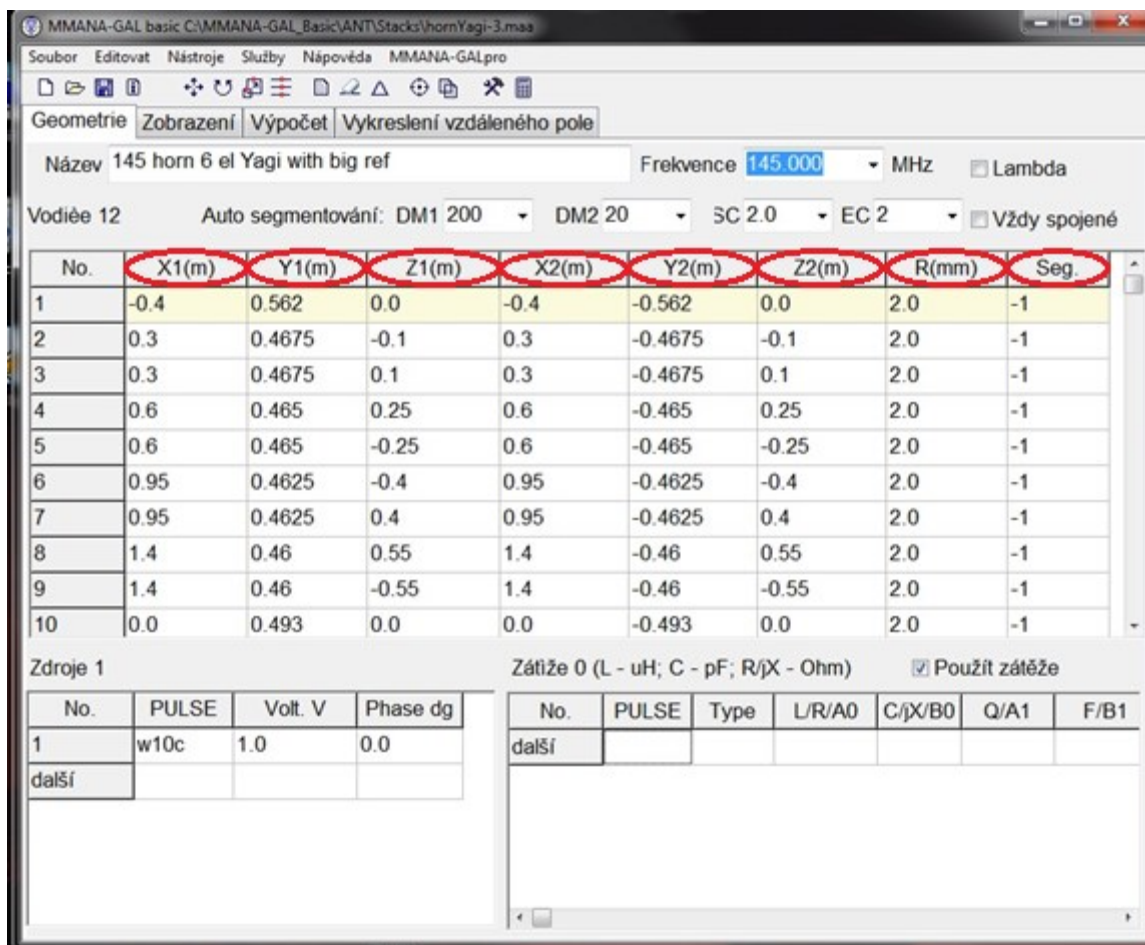
2.2 První spuštění

Pakliže jsme vše udělali správně, tak bychom po prvním spuštění měli vidět obrazovku z obrázku 2.1. Zde můžeme rovnou zadávat jednotlivé body a tím vytvořit anténu. Nejdříve, ale změníme lokalizaci, aby se s programem lépe pracovalo. Český jazyk nalezneme v záložce *Setup – language – Czech*. Česká lokalizace se občasně zadržává u diakritiky a má potíže se speciálními znaky jako jsou měkké souhlásky, ale tento handicap ničemu nevadí. Nyní je program plně připraven pro nenáročnou tvorbu anténních systémů.



Obrázek 2.1: První spuštění

2.3 Geometrie

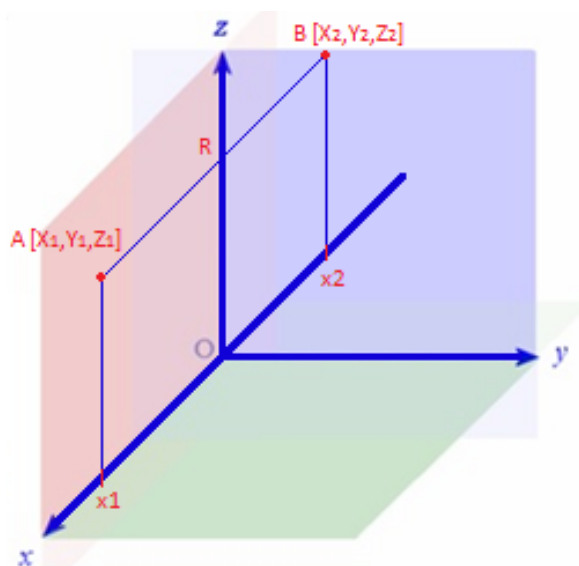


Obrázek 2.2: Geometrie antény

Tabulka 2.1: Geometrie

No.	Číslo řádku.
X1	Počáteční pozice vodiče na ose X (počáteční délka v metrech).
Y1	Počáteční pozice vodiče na ose Y (počáteční hloubka v metrech).
Z1	Počáteční pozice vodiče na ose Z (počáteční výška v metrech).
X2	Konečná pozice vodiče na ose X (konečná délka v metrech).
Y2	Konečná pozice vodiče na ose Y (konečná hloubka v metrech).
Z2	Konečná pozice vodiče na ose Z (konečná výška v metrech).
R	Poloměr vodiče (udávaný v milimetrech).
SEG	Možnosti tohoto pole bude vysvětleno v podkapitole 2.3.1. Jedná se o tzv. Tapering (rozdělení vodičů na segmenty) Vysvětleno v podkapitole 2.3.2.

Geometrie, jako první záložka programu, obsahuje nejdůležitější část a to tabulku, do které se zadávají samotné body celé antény. Pomocí těchto bodů dokážeme sestavit anténu. Ze začátku může být tabulka trochu matoucí, ale je to jen otázka zvyku. Musíme si uvědomit, jak vypadají základní osy ve třech dimenzích (osy X, Y a Z).



Obrázek 2.3: Kartézské souřadnice

Tabulka 2.2: Popis první obrazovky

Název	Název projektu.
Frekvence	Zvolíme frekvenci, na které bude anténa pracovat.
Lambda	Automaticky převede jednotky z metrů na vlnovou délku.
Počet vodičů	Hodnota udává z kolika vodičů je anténa celkově složena.
Auto segmentování	Pokročilá metoda nastavení segmentace. (Vysvětleno v kapitole 2.3.1.)
Vždy spojené	Pokud zatrhneme toto políčko znamená to, že se jednotlivé body (které jsou vzájemně spojeny) budou posouvat zároveň. Například změním bod No.1 Y1 na -5, tak se automaticky změní také bod No.4 Y2 na -5 a to protože jsou spojeny. Tato funkce nám hodně pomůže při stavění symetrických antén.
Zdroje	Vysvětleno v kapitole 2.3.3. V zásadě se jedná o umístění zdroje napájení antén, na kterém vodiči se bude nacházet.
Zátěže	Vysvětleno v podkapitole 2.3.4. Toto je pokročilé nastavení, které při základních úkonech nebudeme potřebovat.

2.3.1 Segmentace vodičů

Sloupec **Seg**, který se nachází v tabulce pro zadávání vodičů (obr. 2.2) určuje typ, jakým bude provedena segmentace vodiče antény. Zde jsou možnosti, které je možno zadat:

Tabulka 2.3: Hodnoty segmentace

Kladné celé číslo	Vodič bude rozdělen na počet stejně dlouhých segmentů odpovídající právě zadanému číslu.
Číslo 0	Vodič bude rozdělen automaticky. Délka segmentu bude potom rovna hodnotě $1/DM2$ násobené vlnovou délkou.
Záporné číslo	Při této volbě se použije takzvaný Tapering.

2.3.2 Tapering

Tato metoda má za úkol rozdělit vodič na různě dlouhé segmenty podle výskytu uzlů a kmiten na proudovém obložení antény. Cílem je úspora času při numerickém výpočtu modelu. Obecně platí, že v místě uzlu je vhodné rozdělit vodič počítaného modelu na větší počet segmentů, v místě kmitny je shoda modelu se skutečnou anténou větší a výpočet není třeba provádět na velkém množství segmentů. Při použití metody tapering pro segmentaci vodičů se do sloupce **Seg** zadávají následující hodnoty: [2]

Tabulka 2.4: Hodnoty Taperingu

Zadávaná hodnota	Vysvětlení
-1	Délka segmentů se pohybuje od $1/DM1 * \lambda$ do $1-DM2 * \lambda$
-2	Tapering je použit pouze na počáteční bod
-3	Tapering je použit pouze na koncový bod

Parametr SC je násobič, který udává počet vytvářených segmentů. Jeho hodnota může být v intervalu $1 < SC \leq 3$. **SC** je nejčastěji nastaven na hodnotu 2. **Parametr EC** udává číslování segmentů. Ve většině případů je nastaven na hodnotu 1; ve zvláštních případech může mít jinou hodnotu. Pro detailní informace a nastavení (viz. **Help**). [2]

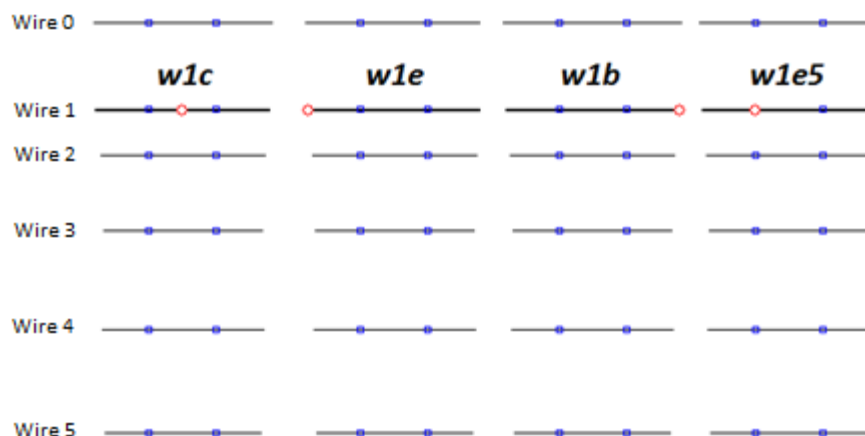
2.3.3 Zdroje - napájecí bod antény (sources)

Tato sekce se nachází v záložce geometrie (vlevo dole – obr. 2.2). Je to nezbytně důležitá součást pro zvolení zdroje antény. První sloupec tabulky se nazývá **Pulse** a obsahuje informaci o umístění zdroje. Pokud byla segmentace vodičů vytvořena zadáním celého čísla do sloupce **Seg** v zadávací tabulce, stačí napsat do sloupce **Pulse** číslo segmentu, ve kterém má být umístěn zdroj. K umístění zdroje lze použít také tento zápis ve tvaru, který se nachází v této tabulce:

Tabulka 2.5: Parametry zdroje

w<číslo vodiče><parametr><počet segmentů>	
Číslo vodiče	Numerické označení vodiče.
Parametr	C je umístění zdroje do středu vodiče B je umístění zdroje na začátek vodiče E je umístění vodiče na konec vodiče
Počet segmentů	Počet segmentů vzdálených od umístění.

Při zadání hodnot $w1e5$ se zdroj umístí na první vodič, pět segmentů od konce. Sloupec *Phase dg* obsahuje fázi zdroje ve stupních. U antén s jedním zdrojem je fáze většinou nulová. Používá se u antén využívajících fázové zpoždění. Hodnota napětí (*Voltage*) nemá při modelování zvláštní význam, závisí na ní pouze velikost proudu. Všechny změny jsou viditelné v záložce **Zobrazení**, kde červený bod představuje zdroj.



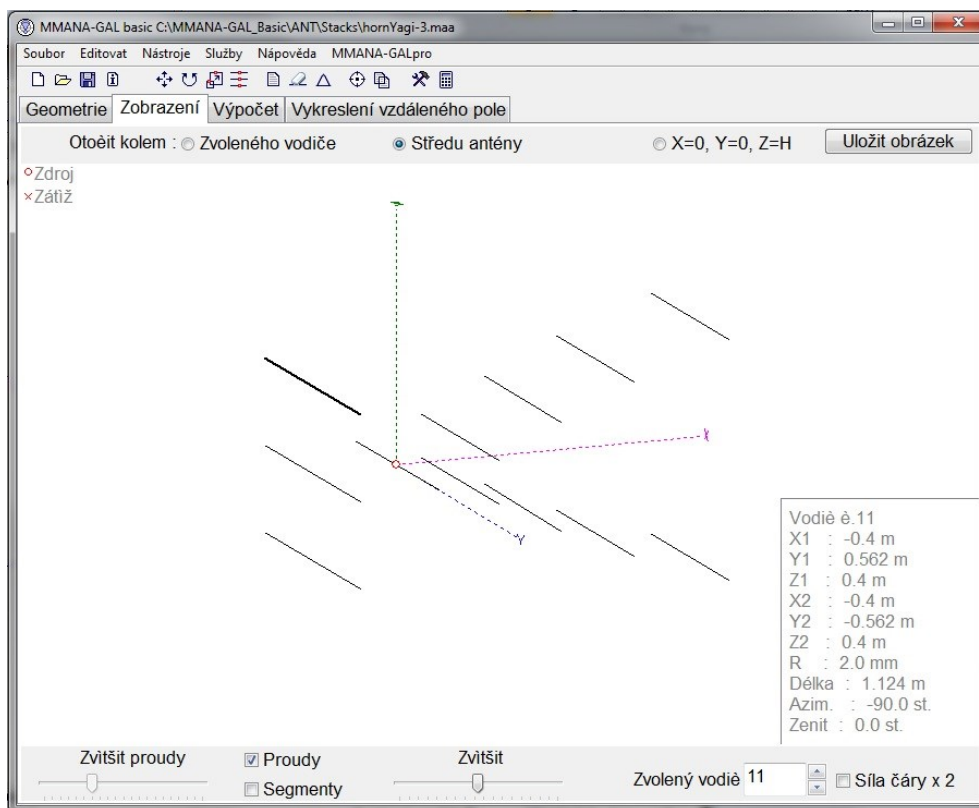
Obrázek 2.4: Příklad zobrazení zdroje

2.3.4 Zátěže (Loads)

Tabulka **Zátěže** (napravo od zadávání zdrojů obr. 2.2) umožňuje vložit do modelu antény rezonanční články **LC**, komplexní impedanci $R + jX$ nebo vodivosti S .

Toho lze využít např. při modelování vertikální antény s přizpůsobovacím článkem v patě, u antén s trapy nebo se zakončovacími odpory. K vložení zvoleného typu článku stiskněte klávesu **enter** v poli *Type*, levým tlačítkem myši zobrazte rolovací menu a zvolte typ článku. Chcete-li použít **LC** článek musíte kromě hodnot L [μH] a C [pF] zadat i činitel jakosti článku Q ; chcete-li použít pouze indukčnost L , zadejte hodnotu C nula a naopak. **LC** článek tvoří na anténě rezonanční trap s frekvencí danou hodnotami L a C . Při změně jedné z hodnot L nebo C , přepočítá program hodnotu druhé součástky (funkce zachování frekvence). Chcete-li funkci zachování frekvence zrušit, zadejte do pole L nebo C hodnotu 0a poté znovu zadejte obě hodnoty. Chcete-li modelovat anténu s bezztrátovým obvodem, zadejte hodnotu $Q = 0$. Podobným způsobem jako **LC** článek lze do obvodu antény vložit impedanci $R + jX$ nebo vodivosti S . Některé typy antén konstruované s použitím článků jsou v adresáři /Ant (seznam antén využívajících články viz. **Help**). [3]

2.4 Zobrazení

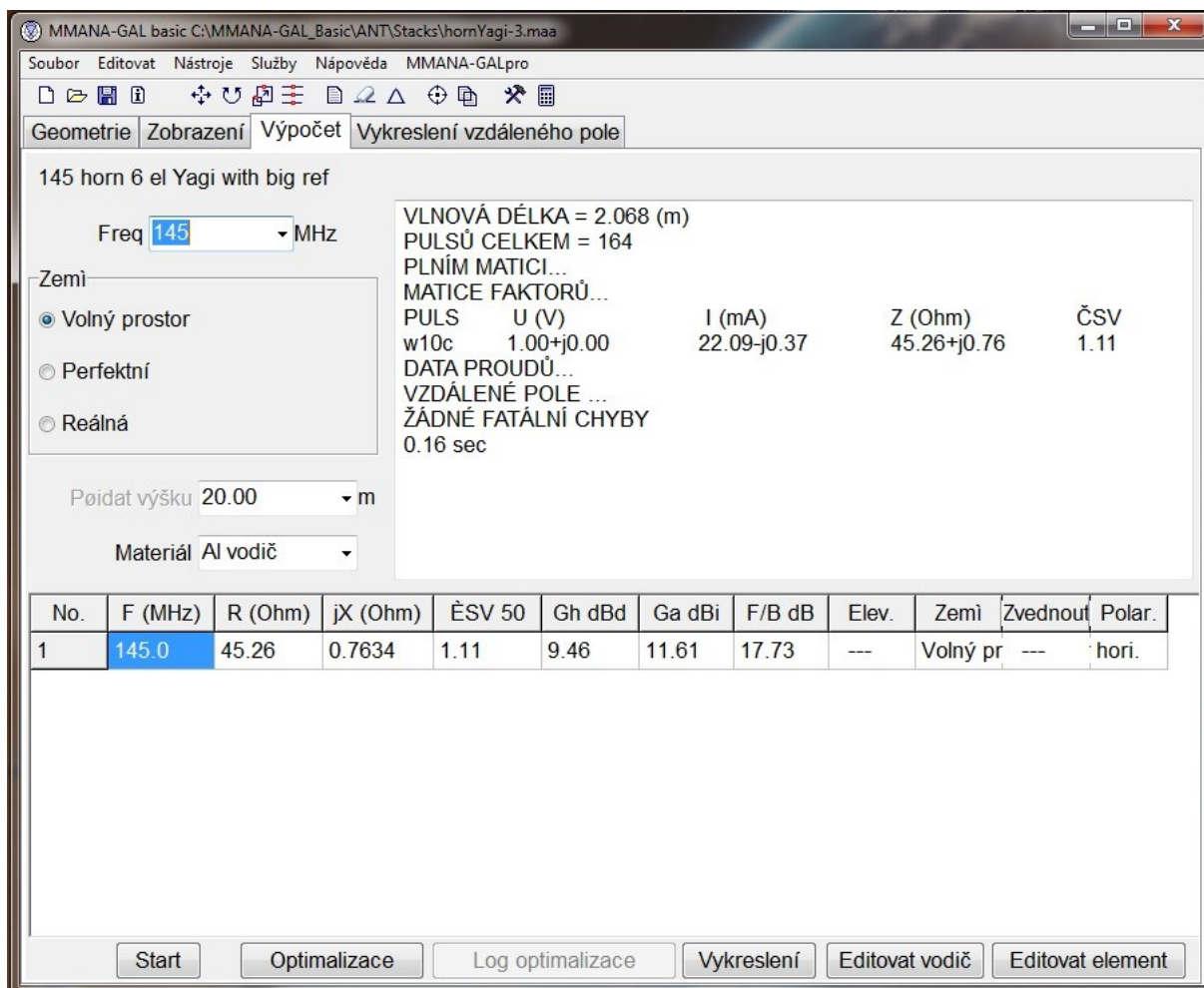


Obrázek 2.5: Zobrazení

Tabulka 2.6: Popis zobrazení

Výběr vodiče	Vodič si můžeme vybrat, buďto šipkami vpravo dole nebo přímým kliknutím levým tlačítkem myši na požadovaný vodič. Vodič se poté zvýrazní, každý takto vybraný, se objeví v tabulce napravo. Je zde jeho název, délka, souřadnice a všechny parametry.
Zvětšení proudů	Posuvníkem v levém dolním rohu můžeme zvětšovat, či zmenšovat proudy antény. Nejdříve však aktivujeme zaškrťovací políčko Proudy. Poznámka: Musíme alespoň jednou provést výpočet antény, jinak nebude možné proudy zobrazit.
Zvětšit	Tento posuvník ovládá přibližování a oddalování celého obrazu.
Vyskakovací menu	Levé tlačítko myši: Pokud kdekoliv na obrazovce zobrazení provedeme „dvojklik“ levého tlačítka myši, objeví se menu pomocného editoru, ve kterém můžeme okamžitě změnit parametry označeného vodiče. Je to prakticky zmenšená verze první záložky geometrie. Pravé tlačítko myši: Tímto tlačítkem aktivujeme druhé menu, ve kterém můžeme změnit polohu antény, přidat nebo odstranit zdroj, posunout vodič atd.
Otočit kolem	Když zvolíme jeden z přepínačů v horní části obrazovky (zvolený vodič, střed antény nebo střed osy). Poté stiskneme a držíme levé tlačítko myši, tak se dá jednoduše anténou otáčet a prohlédnout ji tedy ze všech stran.
Segmenty	Toto zaškrťovací políčko slouží k odhalení segmentace jednotlivých bodů.
Síla čáry 2x	pouze zesílí tloušťku vodičů
Uložit obrázek	Tato nabídka nám dovoluje rychle uložit vzhled naší antény a to buď ve formátu .jpg a nebo .bmp.

2.5 Výpočet



Obrázek 2.6: Okno výpočet

V této záložce nalezneme výpočet antény, pokud tedy máme hotovou anténu můžeme dát start a tím spustit výpočet. Nejdříve se však s touto záložkou seznámíme. Nastavit se zde dá znova frekvence, to hlavně kvůli rychlé změně a okamžitému výpočtu. Můžeme tak porovnat jaké má anténa parametry při různých frekvencích. Dále je zde parametr země, který je také důležitý. Můžeme zvolit:

Tabulka 2.4: Simulace země

Volný prostor	Pokud zvolíme toto tlačítko program bude předstírat, že je anténa ve volném prostoru takzvaně (bez země).
Perfektní	Při zvolení tlačítka perfektní, bude se program chovat jako by byla anténa nad zemí, ale s ideálními parametry. To znamená, že země je dokonale vodivá a v tomto důsledku mají výsledky nižší hodnoty impedance, než v praxi.
Reálná	Když zvolíme možnost na reálnou, můžeme tak nastavit reálné hodnoty země na které se anténa nachází. K tomu použijeme tlačítko nastavení země (zobrazí se až po výběru reálné). A zde můžeme nastavit dielektrikum a vodivost země.

Zde je přiložena tabulka, kterou mají vývojáři na svých stránkách. Jsou to běžné typy zemin, půdy a podkladů, které mohou být pod anténami. Také je zde možnost přidat vlastní typ zeminy, nebo materiálu.

Tabulka 2.5: Typ podkladu

Typ Země	Dielektrická konstanta (ϵ)	Vodivost (mS / m)
Mořská voda	81	4000
Čerstvá voda	80	1 - 10
Mokrá zem	5 - 15	1 - 10
Suché pole, les	13	5
Písečná pláň	12	2
Předměstí, průmyslové	5	1
Vyprahlá pole	2-6	0,1

Také se zde dá nastavit, v jaké výšce se anténa nachází a z jakého je vyrobena materiálu. Materiály jsou předem nadefinovány. Buďto beze ztrát což je ideální materiál, který nám ukáže, co by teoreticky anténa dokázala. A poté je zde na výběr z pár možností standartních materiálů, včetně možnosti přidat si svůj vlastní materiál. Dole se nachází tabulka, ve které máme vypočtené hodnoty antény zaznamenaný. Je zde pěkně rozepsáno číslo výpočtu, frekvence v [MHz], Reálná část vstupní impedance [Ohm], komplexní složka impedance [Ohm], **Ga** které nám představuje absolutní zisk antény atd.

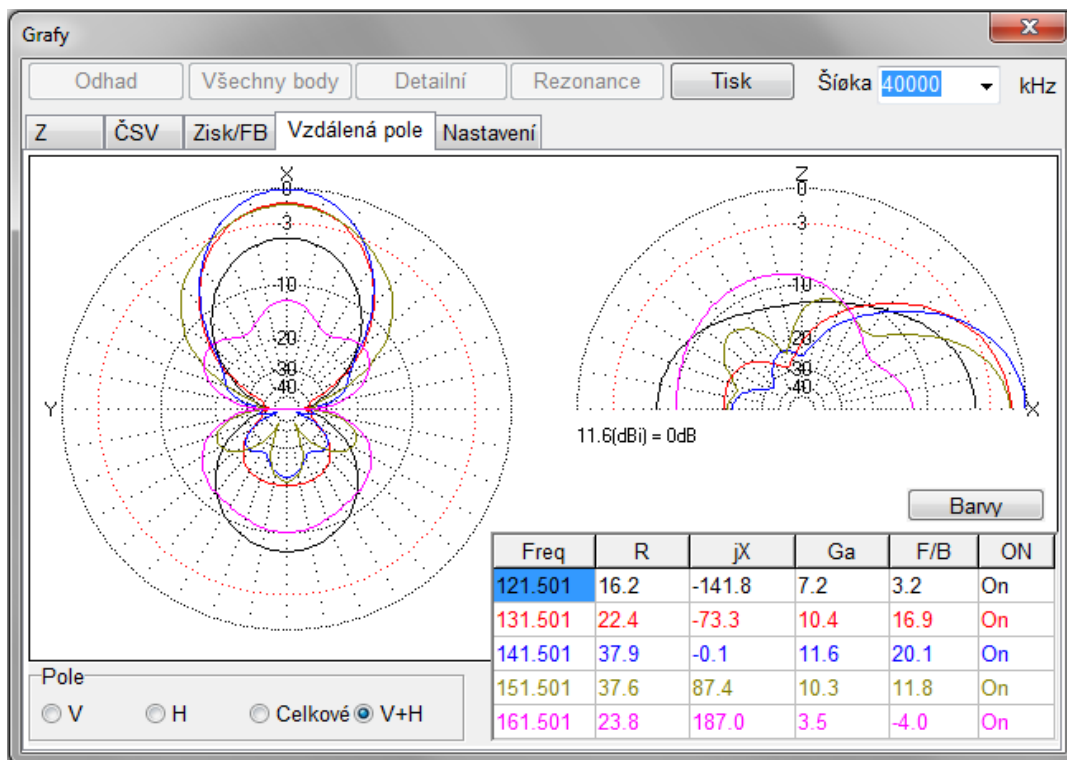
Tabulka 2.6: Popis okna výpočtu

No.	Číslo řádku, výpočtu.
F [MHz]	Frekvence antény v megahertzích.
R [Ohm]	Reálná část vstupní impedance antény.
jX [Ohm]	Imaginární část vstupní impedance antény.
ČSV 50	Poměr stojatých vln na impedanci 50 Ω .
Gh [dBd]	Je jednoduše odvozen dosazením 2,15dB z Ga. Pokud počítáme s nějakým typem země, tak tato položka nebude vyplněna.
Ga [dBi]	Představuje absolutní zisk.
F/B [dB]	Předozadní poměr.
Země	Typ země, který jsme při výpočtu zvolili.
Výška	Jak vysoko je anténa nad zemí.
Polarita	Zde je buďto horizontální nebo vertikální.

2.6 Pokročilé funkce

2.6.1 Vykreslení

(Aktivují se až po výpočtu antény). Zde nalezneme grafy antény, které slouží k analýze antény. Dá se zde porovnat anténa a její chování při různých frekvencích.



Obrázek 2.7: Vykreslení

Tabulka 2.7: Popis nabídky vykreslení

Šířka	Toto rozbalovací menu, se používá k určení šířky pásma analýzy.
Odhad	Slouží k hrubému (rychlému) výpočtu analýzy. Program „posouvá“ frekvenci a odhaduje frekvenční charakteristiky na obou stranách modelované střední frekvence na některý z požadovaných parametrů (z, PSV, atd..). MMANA používá lineární aproximace pro odvození zisku a F/B a předpokládá, že anténa je sériový rezonanční obvod pro odhad jX a PSV
Všechny body	Toto tlačítko se používá pro náhled na celou šířku pásma. Vykreslí nám 5 rovnoměrně rozložených frekvencí, tj. + / - 2 kmitočty po obou stranách středu.
Detailní	Detailní tlačítko nám poskytne detailní náhled. Toto je užitečné, když potřebujeme získat vlastnosti antény v širokém frekvenčním rozsahu. Pokud, ale vybereme šířku pásma příliš velkou, bude vykreslené vzdálené pole méně přesné.
Rezonance	Rezonanční kmitočet, ukazuje nám hodnotu F_0 z grafu impedance.

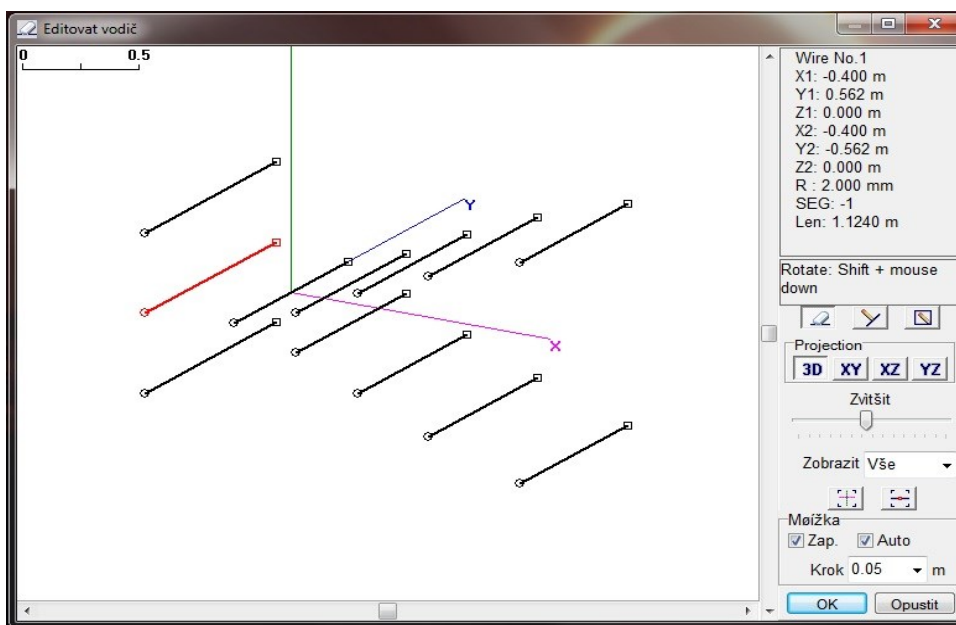
Tisk	Tímto tlačítkem můžeme grafy ihned vytisknout, bez zbytečného ukládání.
Z (Impedance)	Na ose Y jsou vyneseny hodnoty R a jX. Osa X je zmenšena v závislosti na zvolené šířce pásma.
ČSV / PSV	V anglickém jazyce SWR [Poměr stojatých vln] se v tomto grafu vynáší na osu Y a je zmenšen v závislosti na stanoveném limitu. Osa X je upravena v závislosti na šířce pásma, které jsme vybrali.
F / B	Na ose Y jsou vyneseny GA (zisk) a FB (předozadní poměr). Osa X je upravena podle zvolené šířky pásma
Vzdálená pole	Pokud zvolíme tuto položku, objeví se nám 2D vykreslení vzdáleného pole. Zde se dá nastavit a porovnat frekvence v celé šířce pásma. Můžeme použít tlačítka, které byly představeny v předchozí tabulce. Detailní, Rezonance, Všechny body, či Odhad. Mezi jednotlivými frekvencemi můžeme přepínat a měnit jejich barvy. Také je zde kolonka pole, která nám určuje jak bude vypadat vykreslení. Máme na výběr vertikální, horizontální a celkové.
Nastavení	Můžeme zde určit střední frekvenci ve vzdáleném poli.
	Nastavení osy Y na určitý limit (Poměr stojatých vln) tedy SWR hodnoty větší než tento limit nebudou vykresleny.
	Nastavení počtu bodů nebo bodů, které budou vynášeny od 9,13,17,21.

2.6.2 Editování vodiče

Je dodatečný modul vodičů úprava vodičů antény. Můžeme zde přidávat, upravovat a mazat jednotlivé vodiče. Editor má čtyři pohledy, které se dají přepnout na pravé straně v sekci **projection**. 3D pohled, pohled shora, pohled z boku a čelní pohled. Také se zde dá snímek zvětšit či zmenšit pomocí posuvníku.

Pokud zmáčkne a držíme klávesu **SHIFT**, můžeme levým tlačítkem myši libovolně otáčet anténou ve 3D pohledu. Také můžeme využít funkce **SHIFT** + kolečko myši, tato funkce nám změní zobrazené prvky a to buď všechny, prvky v rovině nebo pouze označený prvek, toto můžeme taktéž provést u položky **Zobrazit**.

Tlačítka, které se nacházejí pod možností **Zobrazit** nám, změní vycentrování obrazu. Buďto na střed antény nebo na střed protínajících se os. Možnost mřížka je viditelná pouze ve 2D pohledech a ukazuje nám rozložení antény, co se rozměrů týče. Můžeme si nastavit krokování (od tisícín metru až po jejich stovky) nebo můžeme nechat označené políčko auto, program nám sám obrázek rozdělí. Dále je zde tabulka, která nám ukazuje vždy všechny parametry vybraného vodiče.



Obrázek 2.8: Editování vodiče

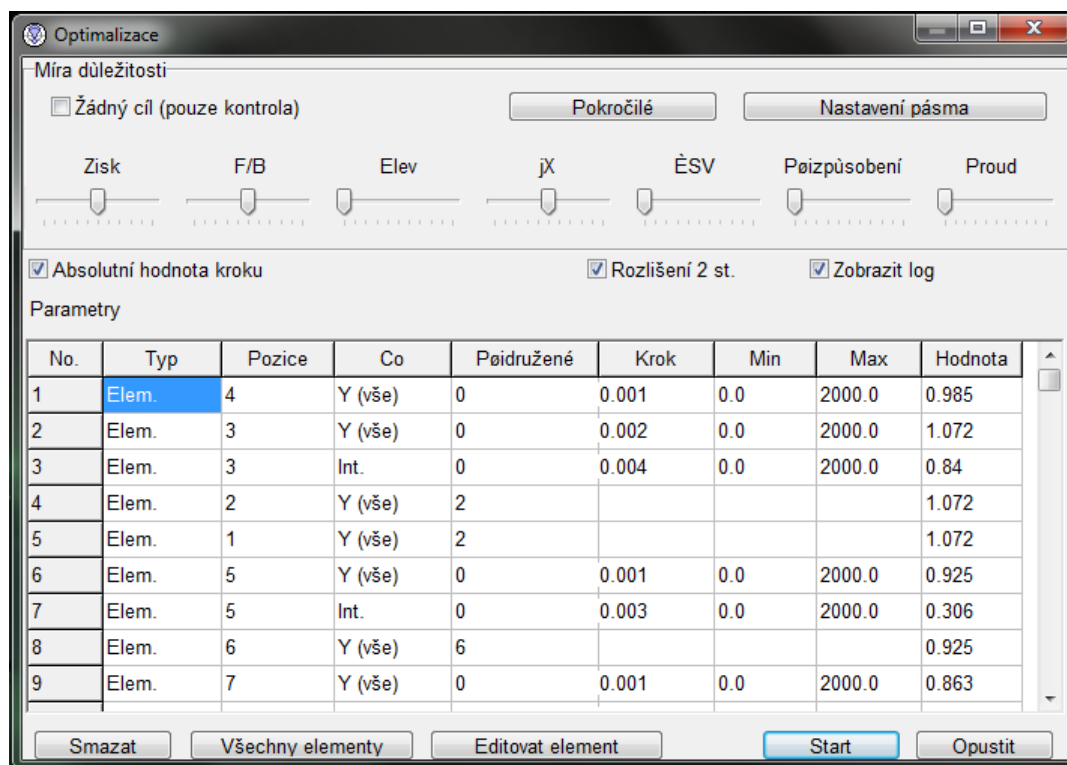
2.6.3 Editování elementu

Lze nalézt v dolní pravé části záložky výpočet, ale také se dá kdykoliv zapnout stisknutím **CTRL+E**. Editor je navržen tak, aby zjednodušil zadávání dat u komplexních antén. Zadávání je intuitivní a velice se podobá editování vodiče, které bylo představeno o kapitolu dříve. Také je zde náhled, který vypadá úplně stejně. Tyto dodatečné funkce tvůrci přidali z důvodu urychlení práce.

No.	Forma	Int. (m)	Šířka (m)	Výška (m)	Délka (m)	R (mm)	Seg.	Vodiče
1	H line	0.0	1.124	0.0	0.0	2.0	-1	1
2	H line	0.0	1.124	0.0	0.0	2.0	-1	1
3	H line	0.4	1.124	0.0	0.0	2.0	-1	1
4	H line	Base element	0.986	0.0	0.0	2.0	-1	1
5	H line	0.3	0.935	0.0	0.0	2.0	-1	1
6	H line	0.0	0.935	0.0	0.0	2.0	-1	1
7	H line	0.3	0.93	0.0	0.0	2.0	-1	1
8	H line	0.0	0.93	0.0	0.0	2.0	-1	1
9	H line	0.35	0.925	0.0	0.0	2.0	-1	1
10	H line	0.0	0.925	0.0	0.0	2.0	-1	1
11	H line	0.45	0.92	0.0	0.0	2.0	-1	1
12	H line	0.0	0.92	0.0	0.0	2.0	-1	1
další								

Obrázek 2.9: Editování elementu

2.6.4 Optimalizace



Obrázek 2.9: Optimalizace

Sekce optimalizace je důležitou součástí při ladění a spravování antén. Nachází se taktéž v záložce výpočtu nebo jako sekce v panelu nástroje. Umožňuje dosáhnout požadovaných parametrů modelované antény. V horní části dialogového okna jsou posuvná tlačítka s označením jednotlivých parametrů antény. Posuvem tlačítka doprava se parametr stává důležitějším, posuvem tlačítka doleva je parametr při výpočtu ignorován. Pomocí optimalizace v programu *MMANA* můžeme dosáhnout:

- Zvýšení zisku antény.
- Zvýšení předozadního poměru antény.
- Nalezení vhodného (potřebného) úhlu maximálního vyzařování.
- Snížení imaginární složky vstupní impedance jX (vyladění antény do rezonance).
- Snížení poměru stojatých vln (ČSV).
- Vyladění trapů – přizpůsobení.
- Souřadnice a poloměr vodičů.
- Úpravy anténního proudu.

Zvolte prioritu jednotlivých parametrů, stiskněte tlačítko *All elements* a spusťte optimalizaci tlačítkem *Start*. Po skončení optimalizačního výpočtu program nabídne možnost uložení výsledku optimalizace

do souboru. Pokud se uloží výsledek optimalizace do souboru, může program dále pracovat se svým modelem antény a k optimalizované „verzi“ se vrátit později.

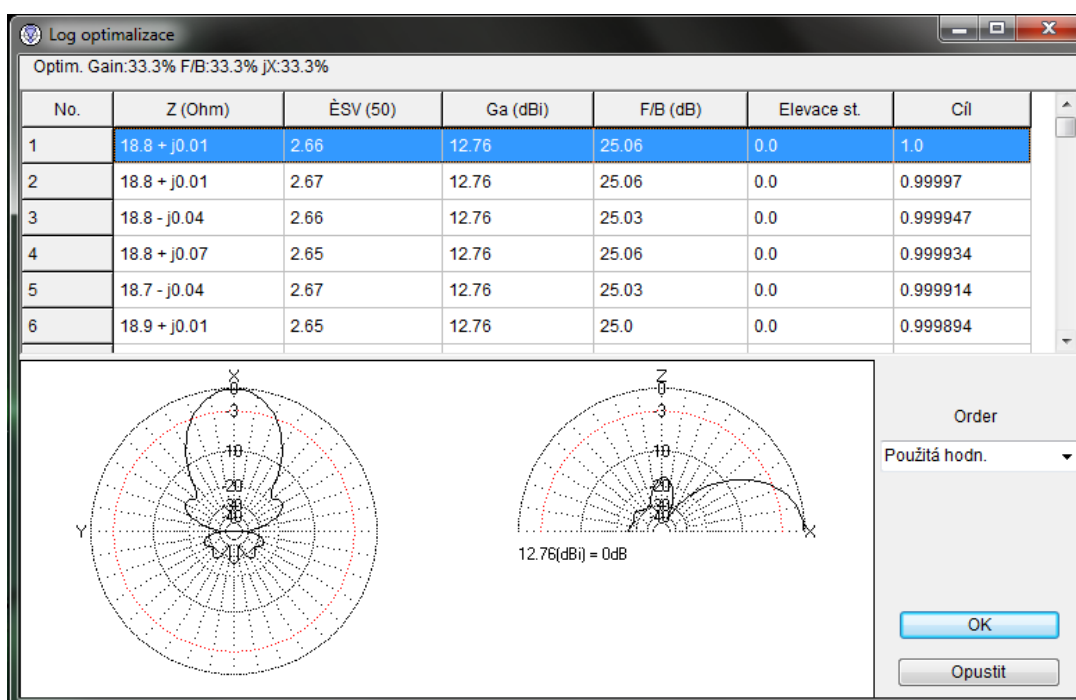
Parametry, které *MMANA-GAL* automaticky upraví během optimalizačního procesu:

- Souřadnice a poloměr vodičů.
- Délka vodičů, azimut a zenit (v polárních souřadnicích).
- Šířka prvku, obvod a poloměr.
- Parametry konstantního zatížení.
- Výška antény.
- Frekvenci.
- Napětí a fázi zdroje.

• Logování optimalizace

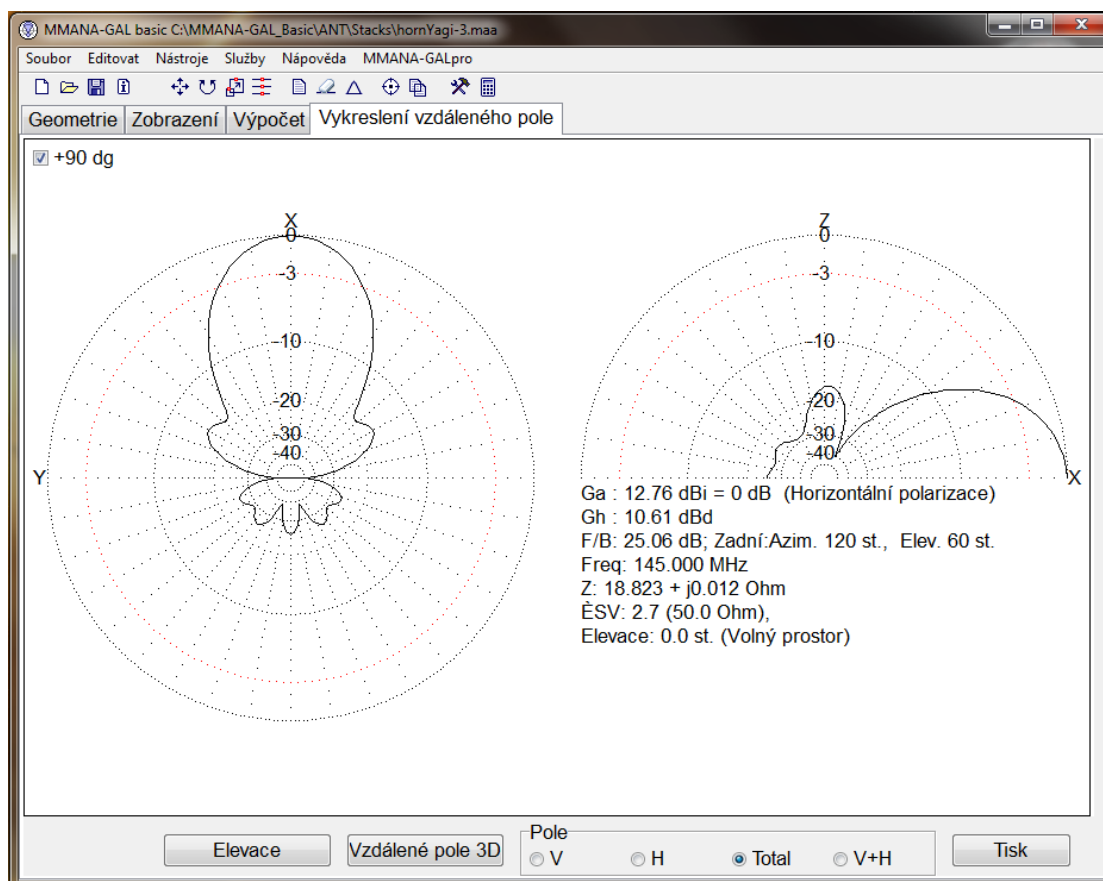
Na pracovní ploše Výpočtu je možnost otevřít deník se zápisem průběhu optimalizace (Logování optimalizace). V deníku jsou hodnoty parametrů antény zjištěné v jednotlivých krocích výpočtu. V pravém horním rohu v poli Cíl se dá zvolit parametr, podle kterého chcete tabulku hodnot seřadit a potom vybrat nejvhodnější soubor parametrů pro váš model.

Stiskněte tlačítko **OK** a potvrďte volbu. Váš model bude upraven podle vybraného souboru parametrů. Podrobnější informace k funkci optimalizace lze najít v menu *Help*. Nebo také na stránkách výrobce ve specializované pomocné sekci. [4]



Obrázek 2.10: Logování optimalizace

2.7 Zobrazení vzdáleného pole



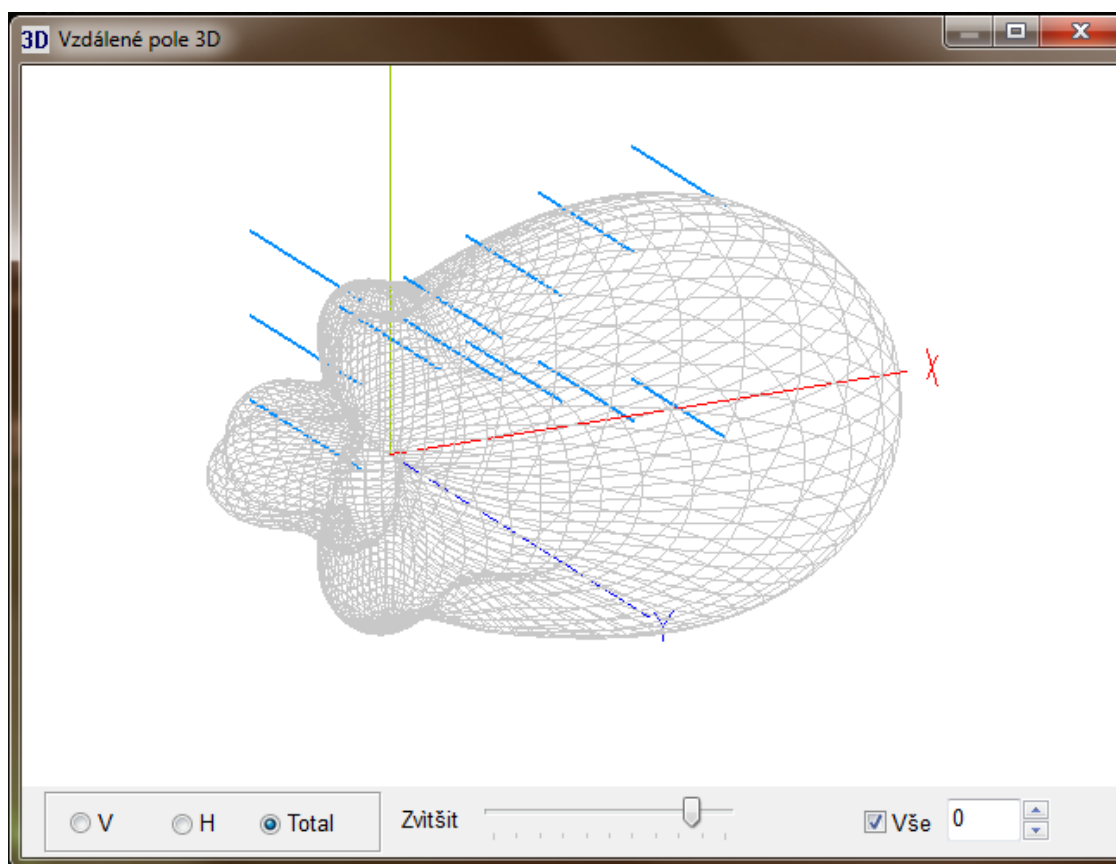
Obrázek 2.11: Far-field (vzdálené pole)

Vykreslení vzdáleného pole je poslední záložka programu *MMANA-GAL*. Pole se vykreslí, až po spuštění výpočtu viz, předchozí kapitola. Jsou zde 2 grafy: Levý znázorňuje horizontální pohled a pravý vertikální. Sekce **Pole** nám také nabízí různé možnosti:

- Horizontální složka pole (H)
- Vertikální složka pole (V)
- Celková složka pole
- Superponovaná (V+H)

Další možností tohoto okna je **měřicí vektor**, který pomáhá změřit jednotlivé zisky antény v přesné pozici. Pouze stiskem levého tlačítka myši kamkoliv do pole grafu tento vektor aktivuje a poté přidržetím tlačítka s ním lze pohybovat. Tlačítko **tisk** je zde navíc, pokud by bylo zapotřebí okamžitě daný graf vytisknout. Dále je zde tlačítko udávající elevaci. Antény tohoto typu mají velký vertikální zisk, proto nemusí být programem správně simulovány. Toto bude mít vliv zejména pro antény s frekvencí 1,2 GHz nebo vyšší.

2.7.1 Vzdálené pole 3D



Obrázek 2.12: 3D zobrazení vzdáleného pole

Slouží k vykreslení 3D vzdáleného pole. Nastavení v této sekci není nijak obsáhlé pouze pole, které nám nabízí stejné funkce jako u vzdáleného pole ve 2D. A také je zde možnost vykreslení libovolně otáčet a přibližovat. Dále zde funguje pop-up menu, které se zobrazí po stisku pravého tlačítka myši. Slouží pro:

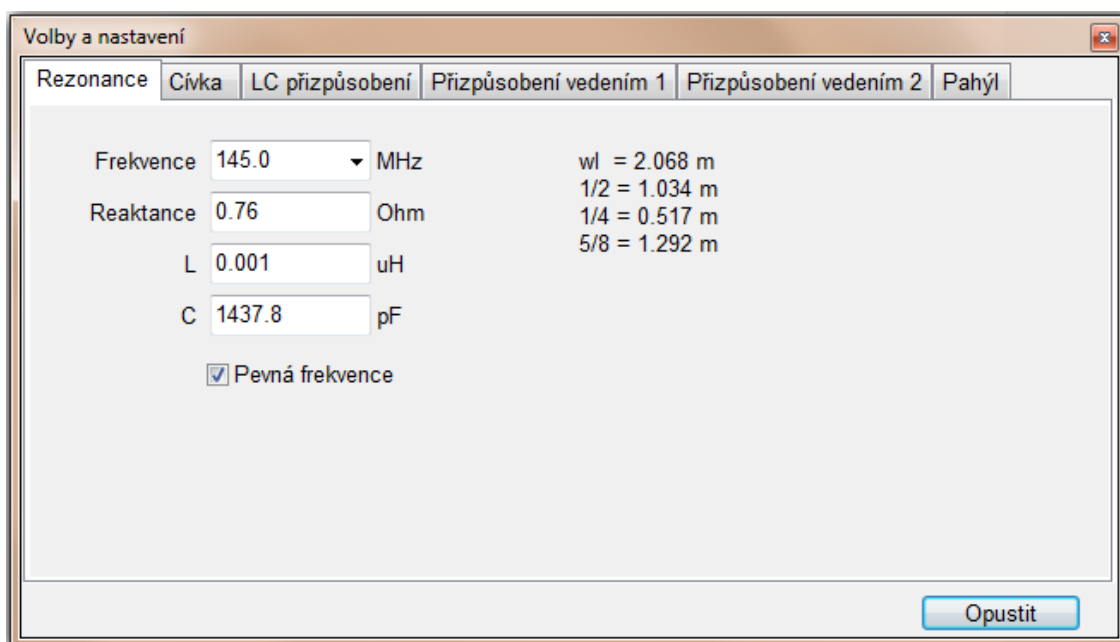
- Změnění průměru vodiče antény.
- Nastavení hustoty sítě antény.
- Změnu barvy pozadí, prvků i sítě.
- Uložení obrázku ve formátu **.jpg** nebo **.bmp**.
- Změnění polohy obrazu.

2.8 Modul přizpůsobení

Neboli HF komponenty se nachází v sekci *Nástroje – Volby a nastavení*. Zde se může dodatečně zvolit jednotlivé položky antény. *MMANA* v základu automaticky vyplní jednotlivé kolonky a pole tak, aby odpovídaly anténě a také, aby usnadnila celé modelování.

2.8.1 Rezonance

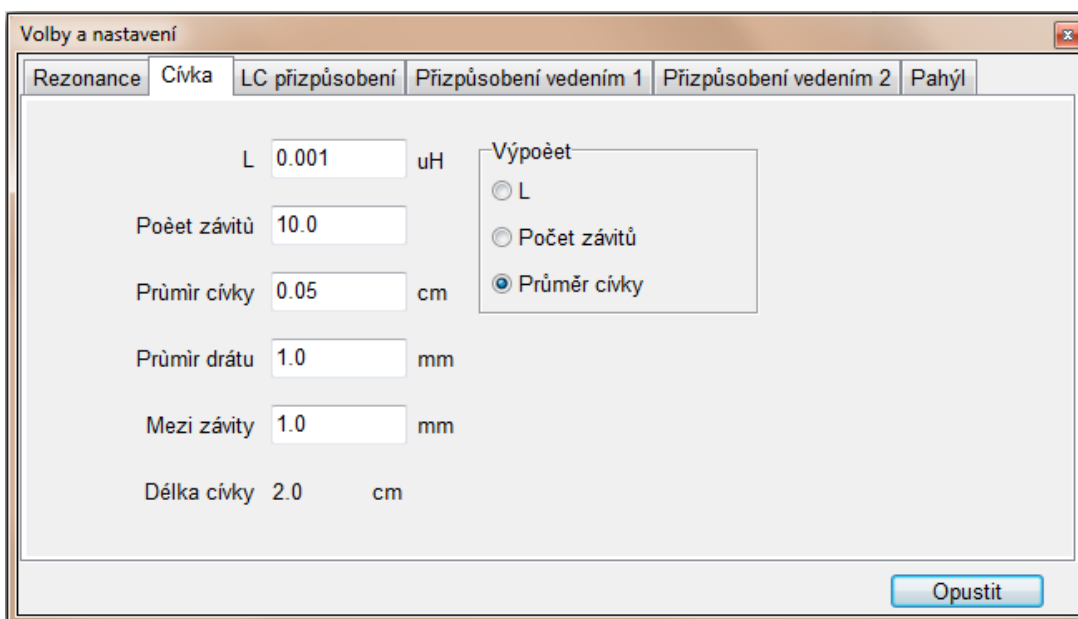
Zde program vypočítá hodnoty pro **L** v **μH** nebo **C**, v **pF** podle použité frekvence, která je v záložce Výpočet (můžeme upravit i přímo zde). Také je zde uvedena reaktance pro obě hodnoty.



Obrázek 2.13: Přizpůsobení – Rezonance

2.8.2 Cívka

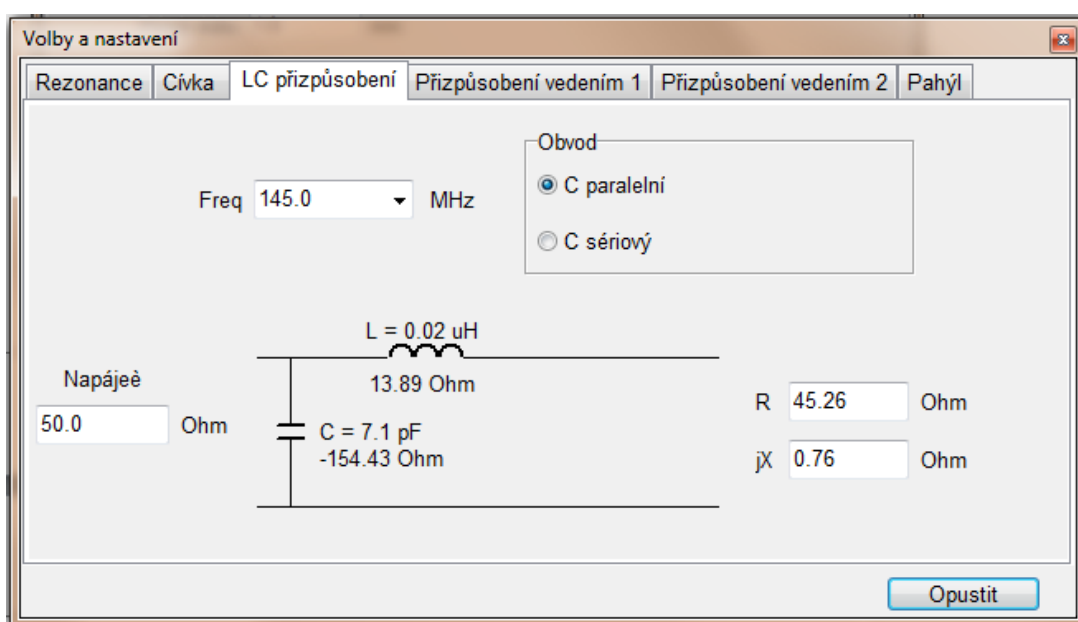
Návrh jednovrstvé indukční cívky. Zde můžeme navrhnout cívku se vzduchovým jádrem, pomocí několika zadaných hodnot. Program automaticky před-vyplní některé hodnoty výchozími. Pokud výchozí hodnoty nejsou vhodné, můžeme je pozměnit a program automaticky celou anténu přepočítá s novými. Tento výpočet však není zcela přesný a proto se dají očekávat drobné chyby. Viz obrázek 2.14.



Obrázek 2.14: Přizpůsobení - Cívka

2.8.3 LC přizpůsobení

Toto přizpůsobení se často používá pro měření krátkých antén (s ohledem na 1/4 vlny). Zde stojí za zmínku, že malá hodnota reaktance (pár ohmů) se chová jako zkrat. Na rozdíl od vysoké hodnoty (více než 1000 ohmů), která se chová jako izolant. Tento odpovídající obvod je často používán v automatických přijímačích. *MMANA* ignoruje jakékoliv ztráty. Obecně se dá říct, že čím větší bude hodnota **L** nebo **C**, tím větší bude ztráta. A proto by **L** neměla mít o moc větší ztrátu než **C** a **L** by měla mít co nejmenší hodnotu, aby se maximalizovala účinnost.



Obrázek 2.15: LC přizpůsobení

2.8.4 Přizpůsobení vedením 1

Obsahuje dvě sekce. První část je nástroj pro výpočet *impedance* a druhá tzv. *Q-match* se využívá k ověření sériových komponent jako je koaxiální napaječ atd.

Volby a nastavení

Rezonance Cívka LC přizpůsobení Přizpůsobení vedením 1 Přizpůsobení vedením 2 Pahýl

Impedance

Zi

Ri 45.26 Ohm

Xi 0.76 Ohm

ĚSV (50.00)=1.106

Vedení

Zo 50.0 Ohm

L 0.5 wl

Ztráta 0.0 dB

Vypočítat ZL

ZL

RL 45.26 Ohm

XL 0.76 Ohm

ĚSV (50.00)=1.106

Q-match

Ri 50.0 Ohm

ĚSV(50.00)=1.106

LADIT

Line1

Zo 75.0 Ohm

L1 0.0 wl

Line2

Zo 50.0 Ohm

L2 0.0 wl

ZL

RL 45.26 Ohm

XL 0.76 Ohm

Opustit

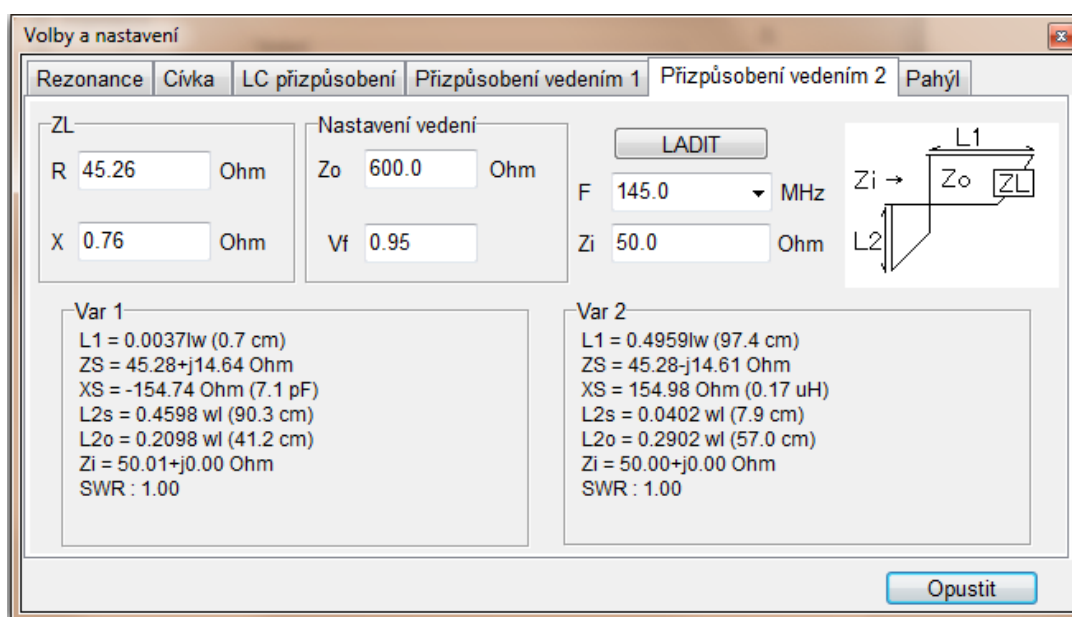
Obrázek 2.16: Přizpůsobení vedením 1

Impedance se vypočítává získáním hodnoty impedance na výstupu s ohledem na impedanci vstupu. Zde se snižuje *SWR*, pokud je ztráta na vedení. Tento jev je vysvětlen ve všech anténních příručkách a knihách. Například zde: [3].

Q-mach počítá délky dvou sériových linek, když zmáčkneme tlačítko *LADIT*, budou délky mít za následek minimální *SWR* (*ČSV*) s ohledem na vstupní straně *Ri*.

2.8.5 Přizpůsobení vedením 2

Kombinace zkratovaného pahýlu a pahýlu, který je připojen paralelně v napájecím bodu tak, aby se dosáhlo vstupní impedance *Zi*. Toto uspořádání se dá lépe pochopit, když si ho představíme jako dvě samostatné části napájecího vedení: Kapacitní část (otevřená) a indukčnostní část (zkratovaná) paralelně zapojené linky. Po stisknutí tlačítka *LADIT* se spustí výpočet *L1* a *L2*, které udávají minimální *SWR* (*ČSV*).



Obrázek 2.17: Přizpůsobení vedením 2

Tabulka 2.7: Popis hodnot

L1	Vzdálenost od zátěže k pahýlu.
ZS	Impedance na pahýlu.
XS	Reaktance pahýlu.
L2S	Délka zkratovaného pahýlu.
L2o	Délka otevřeného pahýlu.
Zi	Vstupní impedance.

2.8.6 Pahýl

Záložka pahýl se dá využít pro výpočet impedance zkratovaného nebo otevřeného pahýlu. Pro jeho specifický výběr zaškrtneme jedno z políček (otevřený nebo zkratovaný).

- Otevřený pahýl může být použit jako kondenzátor.
- Zkratovaný pahýl může být použit jako cívka.

Pahýl je ideální nástroj pro nejběžněji používané napaječe. Ve speciální kolonce (Typ vedení) jsou všechny běžně dostupné napaječe. V této sekci můžeme spočítat také frekvenci, která odpovídá 1/4 vlnové délky. Př. Pro 34,3 cm je frekvence 146,423MHz

Volby a nastavení

Rezonance Cívka LC přizpůsobení Přizpůsobení vedením 1 Přizpůsobení vedením 2 Pahýl

Frekvence 145.0 MHz Vf 0.67

Typ vedení RG 213 Z0 50.0 Ohm

Pahýl

otevřený

zkratovaný

Délka 34.3 cm Fo=146.423 MHz (1/4wl)

Reaktance -0.76 Ohm C 1437.818 pF

Opustit

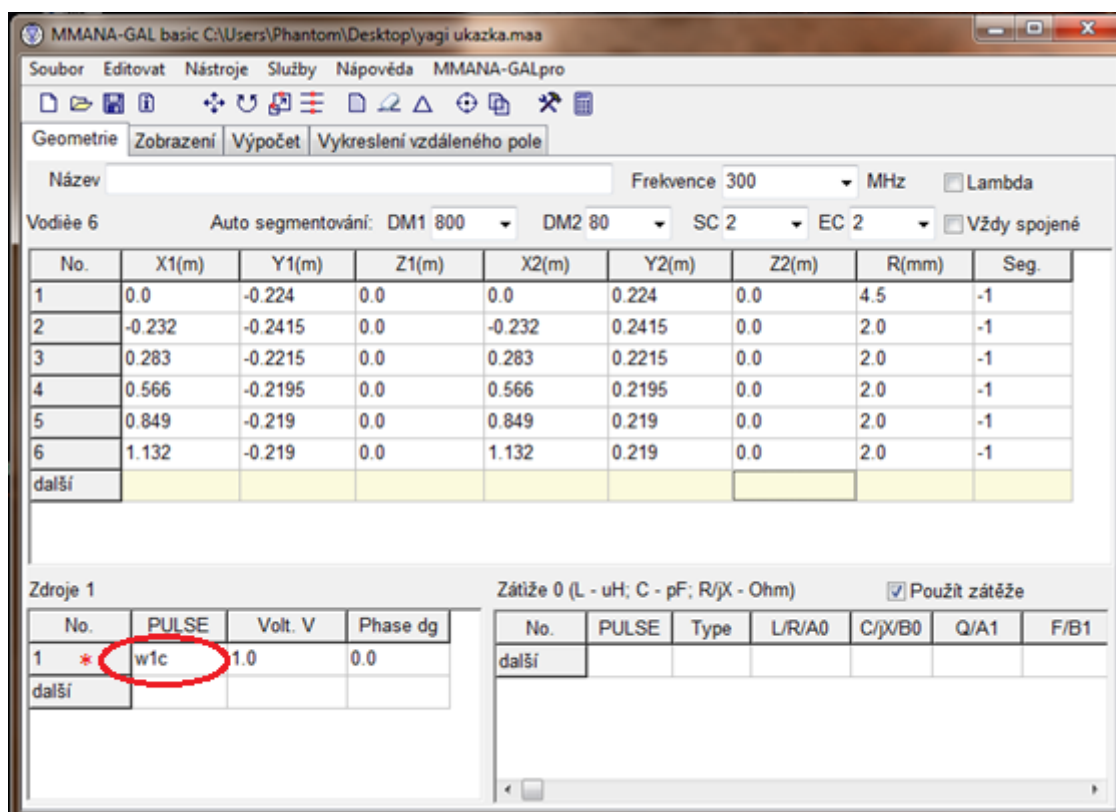
Obrázek 2.18: Pahýl

3 Praktická ukázka vytvoření antény

Nyní bude předvedena praktická tvorba Yagiho antény. Anténa bude napájena uprostřed druhého vodiče. Konstrukce bude složená z vodičů o velikosti 4mm z hliníkového vodiče a vodič na kterém se nachází zdroj bude silný 9mm. Frekvence bude 300MHz. Bude umístěna 10m nad reálnou zemí. Za úkol bude také zjistit vstupní impedanci, poměr stojatých vln (ČSV) na 50 Ω, zisk antény, předozadní poměr, a úhel maxima vyzařování.

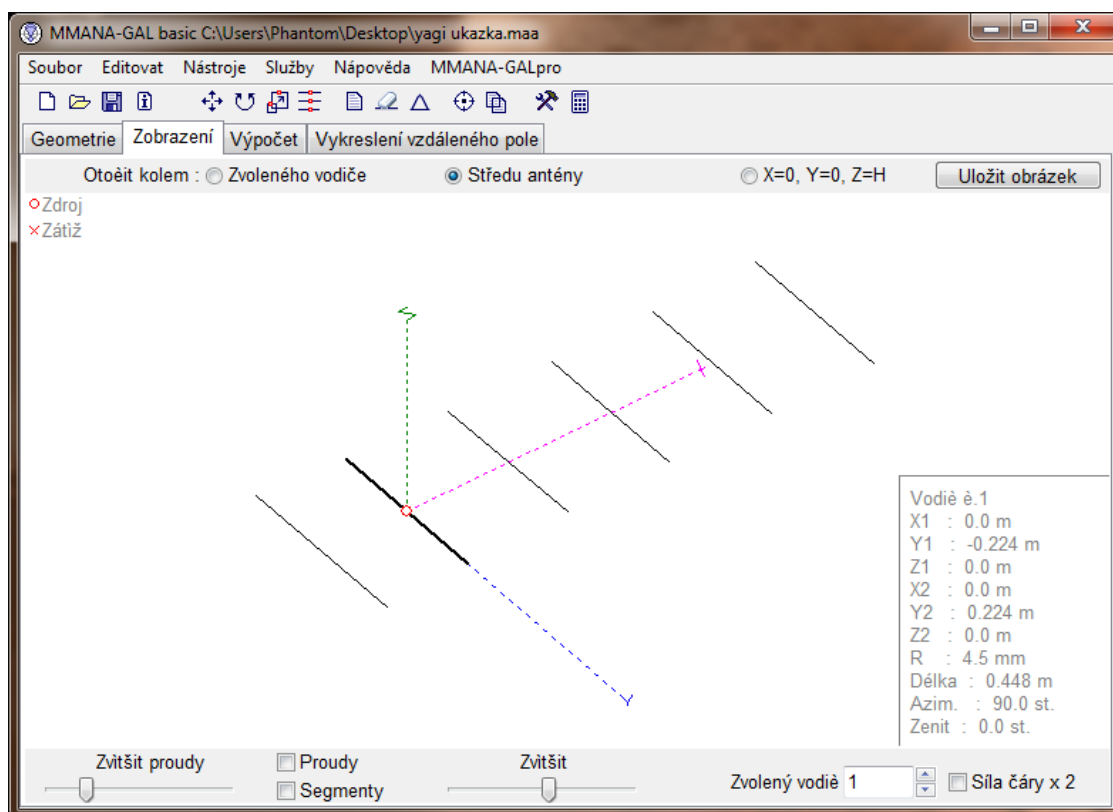
3.1 Tvorba antény

- Po spuštění programu *MMANA* je zapotřebí zvolit záložku Geometrie.
- Zde se zvolí základní parametry antény. Frekvence 300MHz a název např. Yagi ukázka.
- Dále musí být anténa „postavena“ a to se provede jednoduchým zadáváním hodnot do tabulky *Vodiče*. Každá hodnota musí být potvrzena klávesou enter. Poznámka: nezapomenout na trojrozměrný prostor). Detailní vysvětlení se nachází v kapitole: 2.3.
- V obrázku pod textem se nacházejí specifické hodnoty, se kterými byla tato anténa vytvořena.
- V tabulce *Zdroje* bude zadáno pouze hodnota *w1c*. To nám indikuje umístění zdroje uprostřed prvního vodiče antény. (* obr. 3.1)



Obrázek 3.1: Specifické hodnoty antény Yagi

V záložce *Zobrazení* můžeme sledovat velikost antény, zda má správná tvar. Anténa je umístěna v kartézském souřadnicovém systému. V tomto trojrozměrném systém jsou osy X a Y rovnoběžné se zemí a osa Z je k zemi kolmá. Vše se dá ověřit pomocí tabulky v pravém spodním rohu. Která ukazuje hodnoty jednotlivých označených segmentů. Pokud je něco v nepořádku, vždy se to dá napravit zpátky v záložce **Geometrie**. Volba **Zvětšení proudů** bude k dispozici až po vykonaném výpočtu antény.

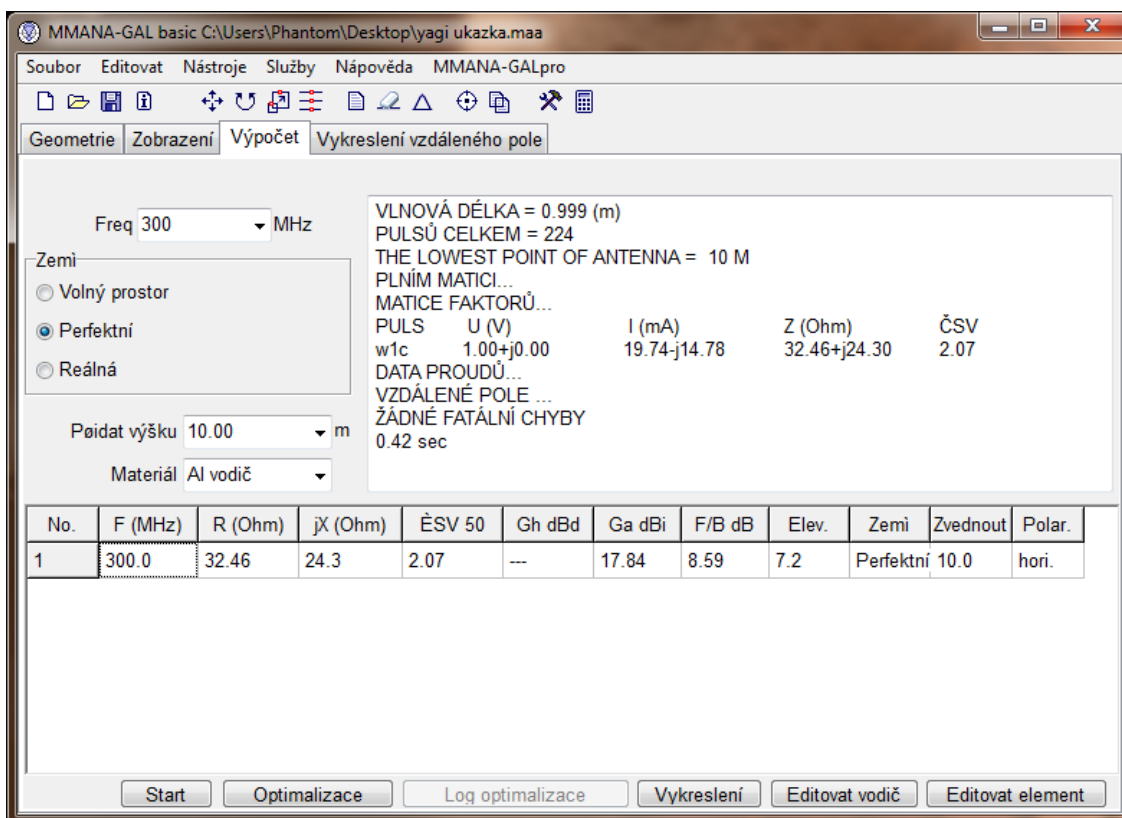


Obrázek 3.2: Ukázka vytvořené antény

3.2 Výpočet antény

Pro správný výpočet musí být ověřeno, zda jsou všechny hodnoty správně zadány. Zejména frekvence a také zda je zdroj na správném místě. Dále se nastaví země, zda chceme reálnou či perfektní nebo ve volném prostoru. Sekce je popsána v kapitole 2.5.

- Na levé straně programu se nachází kolonka **země**. Zde bude zvolena **Perfektní**. (pro větší upřesnění se dá nastavit reálná a také různé zeminy a podklady – vysvětleno výše).
- Pro kontrolu se zde nachází i frekvence, která je na určených 300MHz.
- Dále zde bude zapotřebí vyplnit výšku – v tomto případě na 10 metrů a materiál, ze kterého je anténa vyrobena. Podle zadání Al vodič.
- V tomto okamžiku se pouze spustí analýza antény a to tlačítkem **Start**.



Obrázek 3.3: Výpočet antény

V pravém horním rohu programu se nachází průběh výpočtu. Pokud se zde objeví chyba, nebo nějaké chybové hlášení je zapotřebí zkontrolovat zadávané hodnoty v celém programu. V dolní části pracovní plochy se nachází tabulka, ve které jsou uvedeny výsledky analýzy.

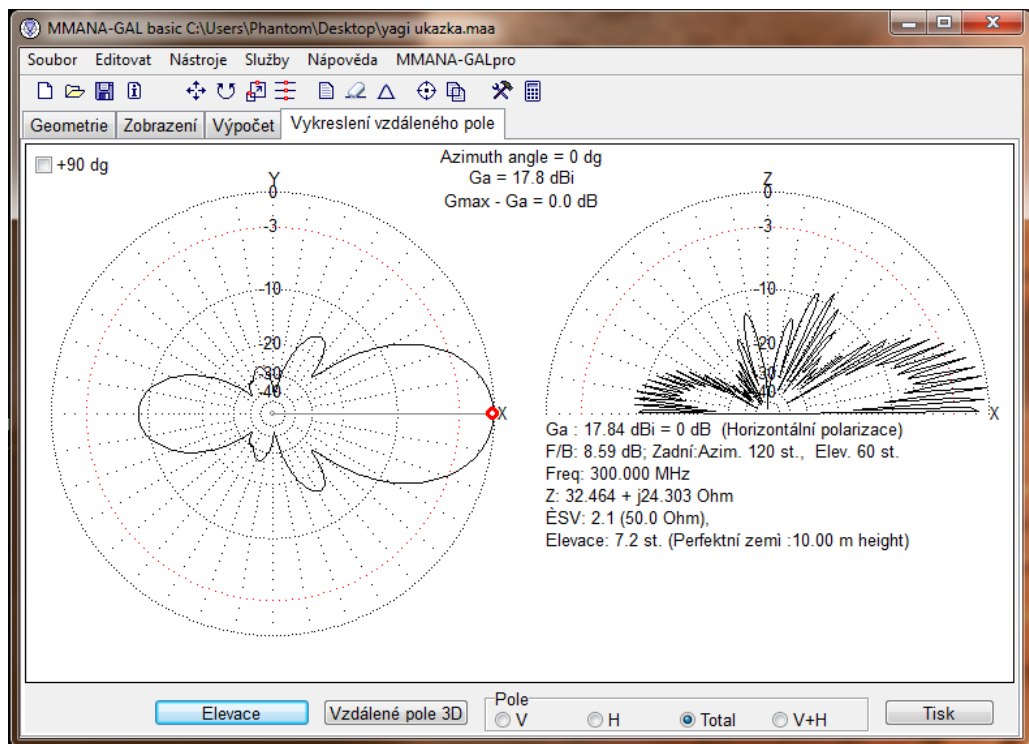
R a jX jsou hodnoty vstupní impedance antény, $\check{E}SV$ 50 vyjadřuje poměr stojatých vln na impedanci 50Ω , zisk antény G_a , F/B jako předozadní poměr, $Elev.$ je úhel, ve kterém anténa vyzářuje maximum energie ve vertikální rovině. Tímto krokem bylo splněno zadání, všechny výpočty obsahuje tento řádek.

No.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	$\check{E}SV$ 50	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.	Zemí	Zvednout	Polar.
1	300.0	32.46	24.3	2.07	---	17.84	8.59	7.2	Perfektní	10.0	hori.

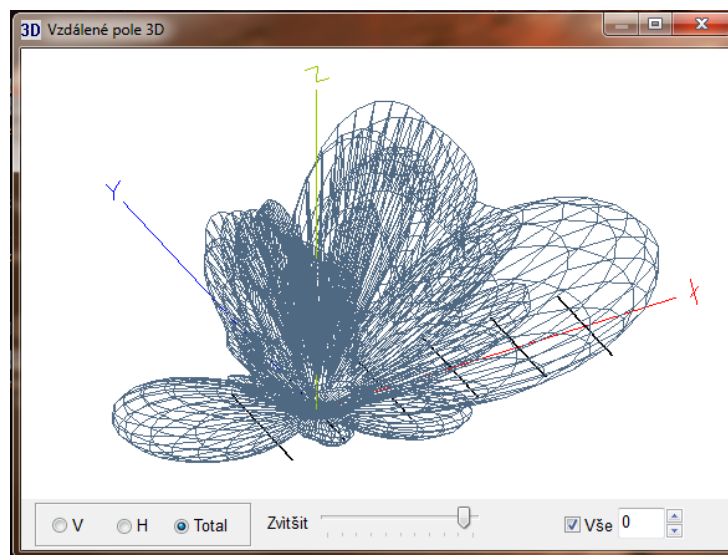
Obrázek 3.4: Detail výpočtu

3.3 Zobrazení výsledků – Far Field

Jakmile je proveden výpočet, v záložce *Vykreslení* vzdáleného pole se objeví hotová charakteristika antény. Nacházejí se zde dva grafy s různými pohledy a to s *horizontálním* a *vertikálním*. V pravém dolním rohu je poté tabulka, která zobrazuje hodnoty antény. Více je toto vysvětleno v kapitole 2.6. *Horizontální* graf je zobrazen pro maximum vyzářování ve *vertikální* rovině úhlu maximálního vyzářování. Toto může být změněno stiskem právě tlačítka **Elevace** a úpravy hodnot.



Obrázek 3.5: Vykreslení vzdáleného pole v horizontálním a vertikálním diagramu



Obrázek 3.6: Zobrazení vzdáleného pole ve 3D

Použitá literatura

- [1] **MMANA-GAL** - MM Hamsoft. *Domovská stránka* [online]. 2000, 2013 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://hamsoft.ca/pages/MMANA-gal.php>
- [2] IVÁNEK, Lubomír a Dušan MÜLLER. Antény. *Modelování antén s programem MMANA* [offline]. 2001/2002, č. 1 [cit. 2013-04-20].
- [3] Škvor Zbyněk, Impedanční přizpůsobení [online]. 2006 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.skvor.cz/pdf/impmatch2.pdf>
- [4] Help **MMANA-GAL** basic. *MMANA-GAL - basic* [online]. 2000, 2013 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://gal-ana.de/basicmm/en/#te>
- [5] Antenna Design. *MMANA-GAL Antenna Modeling Program* [online]. 2005 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.smeter.net/antennas/MMANA.php>
- [6] RADIOAMATÉRSKÝ OBČASNÍK. *MMANA-GAL - 1* [online]. 22.02.2006, 21.12.2009 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.ok1cjb.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=148:0-341&catid=7:lanky&Itemid=14
- [7] RADIOAMATÉRSKÝ OBČASNÍK. *MMANA-GAL - 2* [online]. 22.02.2006, 21.12.2009 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.ok1cjb.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=149:0-342&catid=7:lanky&Itemid=14