

OBRNUTO-V (INVERTED V) ANTENA

Obrnuto-V je poluvalni dipol u obliku obrnutog slova V. Dva kraka Obrnutog-V spuštaju se prema zemlji pod kutom od 90° . Vrh Obrnutog-V je najviša točka antene i na tom mjestu napajamo antenu tj. spajamo kabel.

Obrnuto-V oblik ne možemo napraviti samo od jedne žice, kao običan dipol, jer je savijen u sredini. U EZNEC modelu sve žice moraju biti ravne. Zato Obrnuto-V radimo od dvije žice.

Osim toga NEC-2 (koji je jezgra EZNEC-a) ne dopušta napajanje antene na mjestu gdje su spojeni segmenti. EZNEC to rješava sa posebnim izvorom napajanja – *Split Source*.

Dakle, za razliku od običnog poluvalnog dipola, Obrnuto-V radimo sa dvije žice i drugačijim izvorom napajanja.

Za primjer, napravimo model Obrnuto-V antene za 14 MHz, s vrhom na visini od 10 m i iznad realne zemlje.

Kao i svaki drugi model i Obrnuto-V radimo modifikacijom nekog postojećeg modela. Najbrže smo gotovi ako krenemo s modifikacijom dipola za 14 MHz.

Klikom na **Open** otvorite datoteku *Dipol_20m_iznad_zemlje.EZ* (to je model dipola koji smo ranije napravili).

Naslovnicu promijenimo u **Obrnuto V za 20 m**.

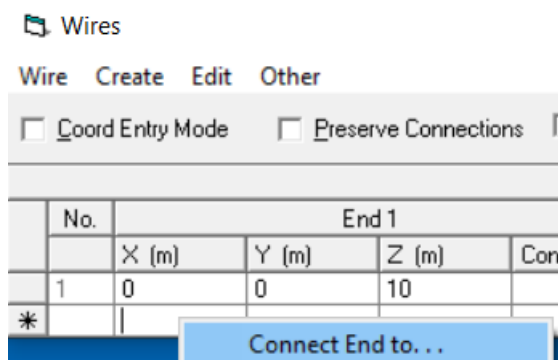
Provjerite da je frekvencija 14 MHz i da je jedinica mjere metri.

Odmah možemo odabrati vrstu tla. U **Ground Type** označite **Real** i **High Accuracy**. **Ground Descrip** odaberite **Average: pastoral, heavy clay**, potvrdite sa **OK** i zatvorite tablicu **Media**.

Obrnuto-V radimo od dvije žice. Duljina svake žica treba biti $1/4$ valne duljine ili $1/2$ poluvalnog dipola. Prvo radimo žicu broj 1. Otvorimo tablicu **Wires**. Koordinata Y kraja **End 2** žice broj 1 je na 10,4 m što znači da je žica dugačka 10,4 m, a trebala bi biti pola od toga. Promijenite 10,4 u 5,2 i potvrdite sa **Enter**. Ostale podatke u tablici ostavite kako je ponuđeno.

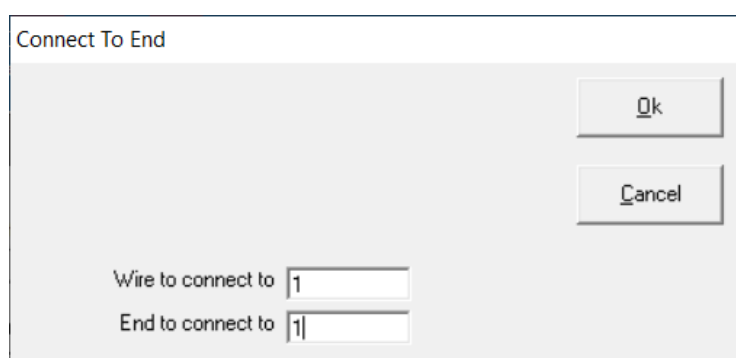
Otvorite **View Ant** i provjerite je li žica 1 duga 5,2 metara (zadržite strelicu miša na žici 1 i u žutom skočnom prozoru, u drugom retku, treba pisati *Length = 5,2 m*).

Sada trebamo napraviti žicu broj 2. Ako već nije otvorena, otvorite tablicu **Wires**. U redak sa zvjezdicom, u bilo koje polje kraja **End 1** kliknite desnom tipkom miša. Desna tipka miša u tablici **Wires** otvara izbornik da dodatnim opcijama, ali u praznom retku nudi opciju **Connect End to...** kao na slici 38. Lijevom tipkom miša kliknite na **Connect End to...** Otvara se prozor **Connect To End**, slika 39.



Sl. 38. Dodavanje žice u tablicu Wires

Prozor **Connect To End** pita na koju žicu (*Wire to connect to*) želite spojiti koji kraj nove žice.



Sl. 39.

Upišite 1 u obadva polja i potvrdite sa **OK**. Ovime ste rekli da želite spojiti na žicu broj 1 (na njezin kraj **End 1**) novu žicu (žicu broj 2) tako da kraj **End 1** nove žice (žice broj 2) bude spojen na kraj **End 1** žice broj 1 (*End to connect to*). Potvrdite sa **OK**. Pogledajmo sada tablicu **Wires** (lijeva strana), sl. 40.

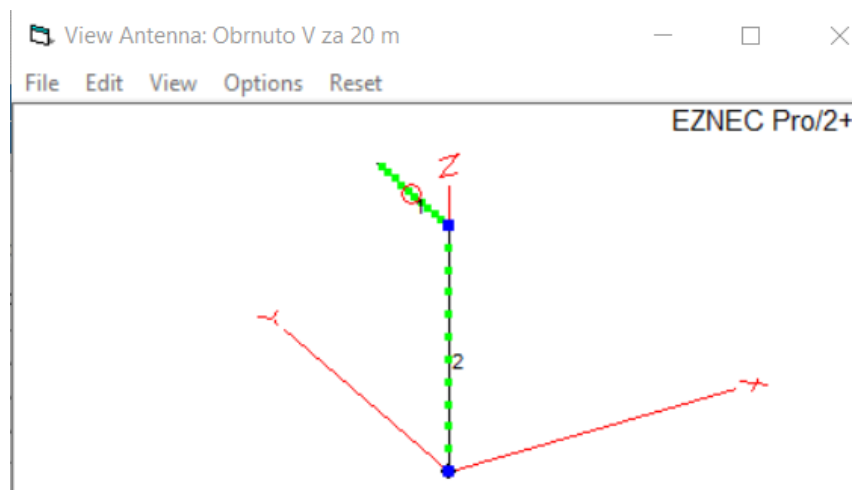
No.	End 1				End 2				Diam (mm)
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	
1	0	0	10	W2E1	0	5,2	10		1
2	0	0	10	W1E1	0	0	0	Ground	1
*									

Sl. 40. Tablica Wires, lijeva strana nakon dodavanja žice broj 2

U tablici sad imamo dvije žice (**No. 1** i **No. 2**). Koordinate kraja **End 1** obadvije žice imaju iste koordinate kako smo i željeli (žice su na tim krajevima spojene!). U stupcu **Conn** vidimo informaciju za žicu **No. 1** *W2E1* – (na žicu broj 1 kraj 1 spojena je žica broj 2 sa krajem 1). Za žicu **No. 2** imamo *W1E1* – (na žicu broj 2 kraj 1 spojena je žica broj 1 sa krajem 1).

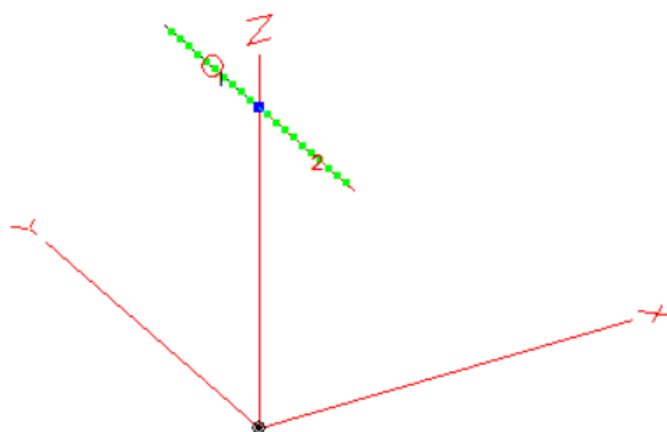
Broj segmenata i promjer nove žice, (žica broj 2) je isti kao i za žicu broj 1. EZNEC novoj žici automatski dodjeljuje isti broj segmenata, promjer i ostale podatke kao i prethodnoj, sve isto osim koordinata.

Primijetite da u stupcu **Conn** kraja **End 2** žice **No. 2** piše *Ground*. Znači da je taj kraj spojen na zemlju. Pogledajmo kako sada izgleda naš model, sl. 41. Vidimo da je žica broj dva zaista spojena na zemlju.



Sl. 41.

Nova žica bi trebala biti na istoj visini i iste duljine kao i žica broj 1 samo bi se trebala protezati uzduž osi Y u suprotnom smjeru od žice broj 1. Koordinate žice broj 2 kraj **End 1** treba biti isti kao i koordinate žice 1 **End 1**, a koordinate kraja **End 2** žice 2 trebaju biti 0, -5,2, 10. Upišite to u tablicu **Wires**, potvrdite sa **Enter** i pogledajte kako sada izgleda naš model, sl. 42.



Sl. 42.

Primijetite da je napajanje (*Source*, crveni kružić) na žici broj 1. Za Obrnuto-V *Source* treba biti na spoju žica 1 i 2. Iako jezgra NEC-2 ne dopušta *Source* na spoj žica, EZNEC ima rješenje: *Split Source*. Iz glavnog prozora, klikom na **Sources** otvorite tablicu **Sources**, sl. 43.

Sources								
	No.	Specified Pos.		Actual Pos.		Amplitude (V, A)	Phase (deg.)	Type
		Wire #	% From E1	% From E1	Seg			
▶	1	1	50	50	6	1	0	▼
*								V SI SV

Sl. 43. Tablica Sources

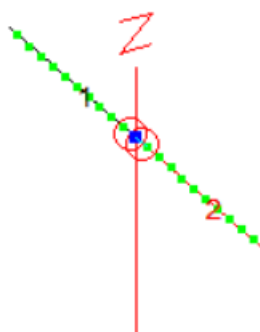
Kliknite u polje **Type**. U desnoj strani polja pojavljuje se "strelica prema dolje" koja otvara padajući izbornik, sl. 43. Iz padajućeg izbornika izaberite *Split Source* klikom na SI i potvrdite sa **Enter**. *Split Source* treba biti na mjestu gdje su spojene dvije žice, dakle na udaljenosti 0% od kraja **End 1**. U polje **% From E1** upišite 0 i potvrdite sa **Enter**.

Sources								
	No.	Specified Pos.		Actual Pos.		Amplitude (V, A)	Phase (deg.)	Type
		Wire #	% From E1	% From E1	Seg			
▶	1	1	0	0	1	1	0	SI
*								

Sl. 44. Split Sources

Možete zatvoriti tablicu **Source**, ali prije toga provjerite je li izgleda kao na slici 44.

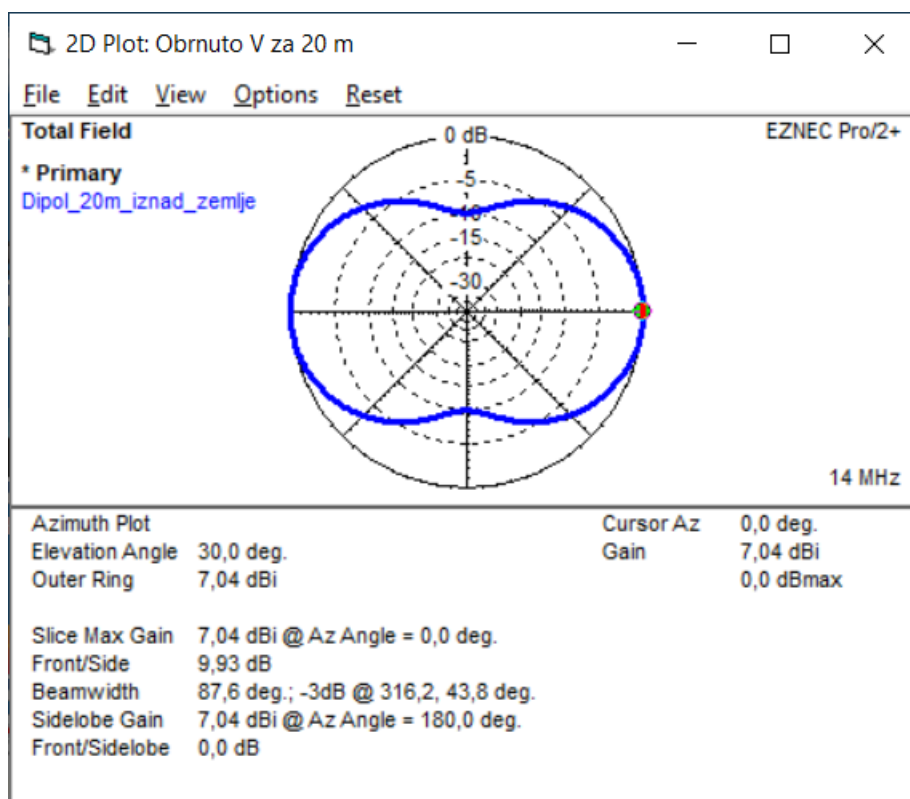
Pogledajmo model. Vidimo dvije crvene kružnice na sredini modela, sl. 45., koje označavaju *Split Source*.



Sl. 45. Split Source na modelu antene

Još uvijek imamo dipol za 20 m na visini od 10 m, isti model koji modificiramo kako bi napravili model Obrnuto-V antene. Jedina razlika je što se ovaj model sastoji od dvije žice i *Split Source*. Usporedimo dijagrame zračenja ovog modela s dvije žice i modela iste antene s jednom žicom.

Otvorite **FF Plot** da vidimo kako izgleda horizontalni dijagram zračenja (azimut) nedovršenog modela Obrnuto-V. Na ovaj dijagram dodajemo dijagram zračenja modela dipola napravljenog od jedne žice, iznad zemlje za opseg 20 m. U **2D Plot** prozoru, iz izbornika **File** klikom na **Add Trace...** dodajte dijagram dipola iznad zemlje koji smo ranije spremili u datoteku *Dipol_20_m_iznad_zemlje.PF*.



Sl. 46. Preklapanje dvaju dijagrama zračenja

Na slici 46. vidimo da se dijagrami točno preklapaju - novi dipol, napravljen s dvije žice i podijeljenim izvorom (*Split Source*), te centriran u odnosu na x os, ima isti oblik kao i jednožični dipol sa standardnim izvorom.

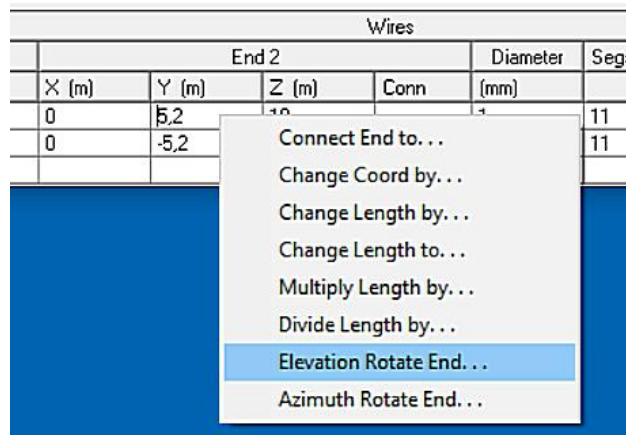
Otvorite **Src Data**. Vidimo da se impedancija malo razlikuje od originalnog dipola sa slike 35. Razlika je zbog činjenice da novi dipol ima dvostruko veći broj segmenata. Male razlike u prijavljenoj impedanciji su očekivane kad god se model promijeni, ma koliko neznatno. Razlike su beznačajne za bilo koju praktičnu svrhu. Prozor **Src Data** više nam ne treba i možemo ga zatvoriti.

Naš model je još uvijek običan vodoravni dipol, a znamo da Obrnuto-V ima krajeve koji su pod međusobnim kutom od 90° spušteni prema zemlji. Znači, trebamo spustiti koordinate krajeva **End 2** obadvije žice. Pitanje je na koju koordinatu Y? To možemo izračunati jednostavnom trigonometrijskom metodom, ali bolje, brže i točnije je računanje prepustiti EZNEC-u.

Prije nastavka pametno je spremiti do sada napravljeni dipol. Klik na **Save As...** spremite model u datoteku npr. *Obrnuto_V_20m*. Ako nešto pogriješimo lako se vratimo na početak.

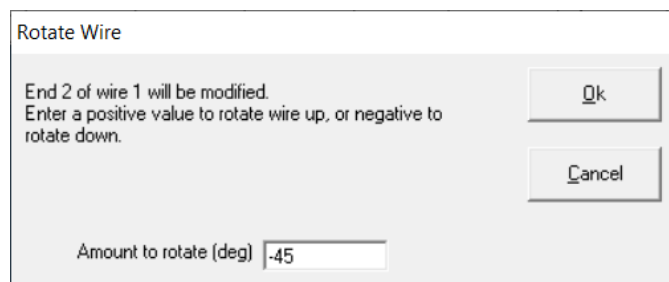
Slobodno zatvorite sve prozore osim glavnog prozora i **Wires**. Ako **Wires** nije otvoren, otvorite ga.

Postavite kursor miša na bilo koje polje koordinata X, Y ili Z žice **No. 1** ali na kraj **End 2** i kliknite desnom tipkom miša, sl. 47.



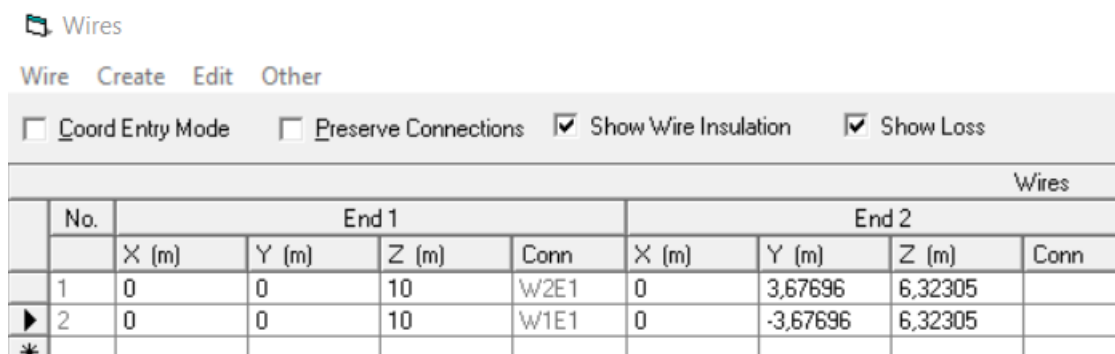
Sl. 47.

Kliknite na **Elevation Rotate End...** i upišite -45, sl. 48. Ovime kraj **End 2** žice broj 1 spuštamo za 45°. Potvrdite sa **OK**.



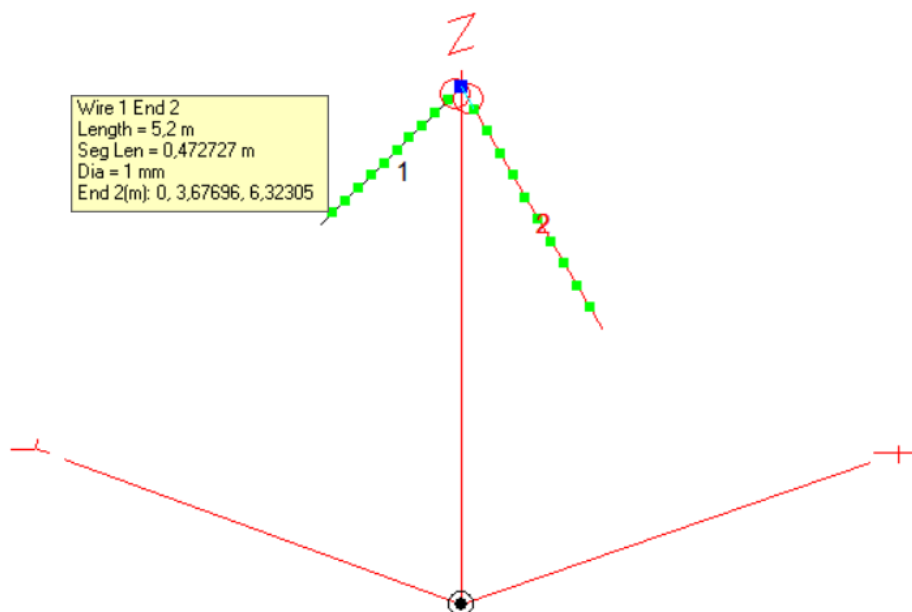
Sl. 48.

Ponovite postupak ali sada za kraj **End 2** žice broj 2. Koordinate krajeva **End 2** u tablici **Wires** trebale bi biti kao na sl. 49.



Sl. 49.

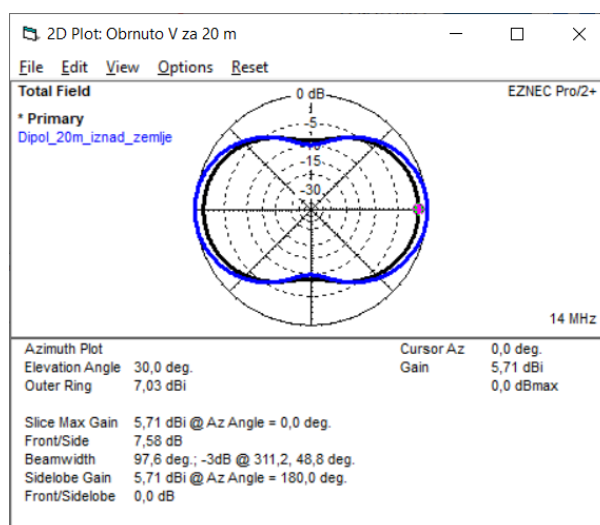
Kliknite na **View Ant** da vidimo kako konačno izgleda naša Obrnuto-V antena. Maksimizirajte prozor **View Antena** i vrtite prikaz kako bi se uvjerali da smo zaista dobili Obrnuto-V kao na slici 50.



Sl. 50. Konačni izgled Obrnuto-V modela

Zadržite strelicu miša na žici broj 1 i uvjerite se je li koordinata Y kraja **End 2** niža od kraja **End 1** iste žice. Isto ponovite za žicu broj 2.

Otvorimo **FF Plot** za horizontalni dijagram zračenja. (Prije klika na **FF Plot** provjerite da je **Plot Type Azimuth** i **Elevation Angle** oko 30^0). Vidimo da je dijagram zračenja jako sličan dipolu koji smo ranije napravili. Za usporedbu možete na ovaj dijagram dodati dijagram iz datoteke *Dipol_20_m_iznad_zemlje.PF*. Iz izbornika **File** klik na **Add Trace...** otvorite datoteku *Dipol_20_m_iznad_zemlje.PF*. Vidimo da je razlika vrlo mala, sl. 51.



Sl. 51.

VERTIKALNA ANTENA NA ZEMLJI

Za tipičnu četvrtvalnu vertikalnu antenu na zemlji, tlo ima dva različita i donekle neovisna učinka. Struja koja teče u bazu antene jednaka je struji koja teče iz zemlje do drugog vodiča koaksijalnog kabela. (*Antenu spajamo na sredinu, a zemlju na oklop koaksijalnog kabela*). Ta struja teče kroz zemlju i pritom uzrokuje gubitke. Primarna svrha radijala na tlu (ili ukopanih nekoliko centimetara u tlo) je smanjenje ovih gubitka povećanjem vodljivosti tla ispod antene. Loša vodljivost tla smanjuje efikasnosti zračenja vertikalne antene, ali ne mijenja dijagram zračenja.

Drugi učinak, često od puno većeg značaja, je da dijagram zračenja nastaje kombinacijom izravnog i od tla reflektiranog vala na udaljenosti puno većoj od mjesta gdje smo instalirali radijale, tako da radijali nemaju skoro nikakav utjecaj na dijagram zračenja, ali imaju na efikasnost zračenja.

Ukratko, koliko god je važna dobra efikasnost zračenja antene, nizak kut zračenja za DX rad je čak i važniji.

Ova dva učinka treba imati na umu za razumijevanje rada vertikalnih antena i njihovog modeliranja.

NEC-2 ne može modelirati zakopane vodiče. Sustav zakopanih radijala u tlu može se simulirati radijalnim žicama postavljenim neposredno iznad tla.

Verzije NEC-4.2 ili NEC-5 nemaju taj problem, ali nisu besplatne. Ipak, EZNEC (sa besplatnom NEC-2 jezgrom) može prilično dobro simulirati ukopane radijale (radijale u tlu).

Umjesto sa radijalima, model možemo napraviti simuliranjem gubitaka u tlu umetanjem radnog otpora u model (kao umetnuti objekt – *Insertion Object*) koji simulira otpor zemlje i kao vrstu tla koristiti MININEC. MININEC dobro računa učinak refleksije od tla na udaljenosti od antene (drugi učinak tla na rad vertikalne antene) i pravi točan dijagram zračenja.

EZNEC UMETNUTI OBJEKTI – *INSERTION OBJECT*

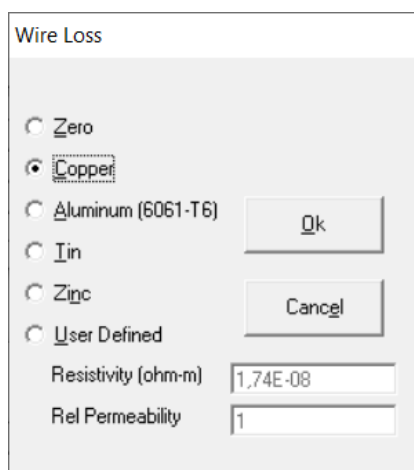
U EZNEC-u, objekt za umetanje predstavlja komponentu ili element koji se dodaje modelu antene kako bi se simuliralo njezino ponašanje. Ti objekti mogu predstavljati različite elemente, kao što su realni otpor, reaktancija, izvor ili prijenosni vod, a postavljaju se na određene segmente žica antene. Umetnute objekte (*Insertion object*) definiramo i stavljamo na segment u tablici **Loads** na sličan način kao i izvore (*Sources*). Npr. u tablici **Loads** možemo postaviti neki otpor na određeni segment kako bi predstavljao realni otpor tla.

U idućem primjeru modela vertikalne antene za 40 metara, sve gore spomenuto postati će malo jasnije.

Model vertikalke iznad zemlje počinjemo modificiranjem modela iz datoteke *Dipole1.ez*. Nakon što ste otvorili datoteku *Dipole1.ez* promijenite naslov u **Vertikal 40m na zemlji**.

Promijenite frekvenciju u 7 MHz i jedinicu mjere u metre.

Otvorite **Wires** i pretvorite dipol u vertikalnu antenu. Kraj **End 1** treba biti na zemlji na koordinatama 0, 0, 0. Drugi kraj, **End 2**, je na istim X, Y koordinatama ali na Z=10,4 (visina vertikalke je 10,4 metra). Dakle, koordinate **End 2** su 0, 0, 10,4. Dijametar žice stavite na 1,5 mm, a broj segmenata na 19. Potvrdite sa **Enter**. Desnom tipkom miša kliknite u bilo koje polja stupca **Wire Loss** i u novom prozoru **Wire Loss** odaberite **Copper**, Potvrdite sa **OK**, sl. 52.



Sl. 52.

End 1 još uvijek nije spojen na tlo. U glavnom prozoru promijenite **Ground Type** u **Perfect**.

Pogledajte antenu. *Source* (crveni kružić) je na sredini antene, a trebao bi biti na 0% od kraja **End 1**. Otvorite **Sources** i u polje **% From E1** upišite 0 i potvrdite sa **Enter**. EZNEC ne može staviti izvor točno na **End 1**. Stavio ga je najbliže što može, na 2,63158 % od **End 1** što je dovoljno dobro za praktičnu primjenu. (Ovdje ne možemo koristiti *Split Source* jer ne postoji druga žica na koji bi mogli staviti drugu polovicu izvora!).

Pogledajmo impedanciju u **Source Dat**. Vidimo da je impedancija 36,68 -j1,397 oma, kao što bi i trebala biti. Ovo ne predstavlja stvarnost, jer smo za vrstu tla izabrali savršeno tlo, **Perfect**, što u stvarnosti ne postoji. Promijenite **Ground Type** u **Real MININEC**.

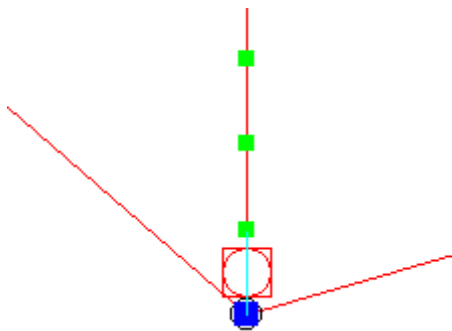
Stvarno tlo nije savršeno vodljivo. Gubitke (realni otpor stvarnog tla) možemo simulirati umetnutim objektima **Loads**. Iz glavnog prozora otvorite tablicu **Loads** u kojoj definiramo vrstu otpora, mjesto na koje ga spajamo, njegovu vrijednost i način spajanja (serijski ili paralelno), sl. 53.

U gornji redak u **Specified Pos** upisujemo broj žice na koju stavljamo umetnuti objekt, **Wire #** upišite 1. U polje **% From E1** upišite 0. **R** je realni otpor, upišite 20, a u reaktivni dio **X** upišite 0. Desnom tipkom miša kliknite u polje ispod **Ext Conn** i iz padajućeg izbornika odaberite **Ser** (spajamo u seriju s segmentom), sl. 53. Potvrdite sa **Enter**.

Loads							
No.	Specified Pos.		Actual Pos.		R	X	Ext Conn
	Wire #	% From E1	% From E1	Seg	(ohms)	(ohms)	
1	1	0			20	0	Set

Sl. 53. Insertion Object Loads

Primijetite promjenu u **View Ant**, sl. 54.



Sl. 54. Insertion Object u View Antenna

Crveni kvadratić predstavlja serijski spojen otpor.

U **Src Dat** vidimo da se impedancija promijenila u 56,68 -j 1,397 oma. Nakon umetanja 20 oma gubitaka imamo skoro idealan SWR !!! Pazite, snaga predana u antenu dijeli se u zračenje na otporu zračenja vertikalne antene (36 oma!) i na toplinu u otporu od 20 oma. Toplina predstavlja gubitak snage, u ovom slučaju značajan postotak!

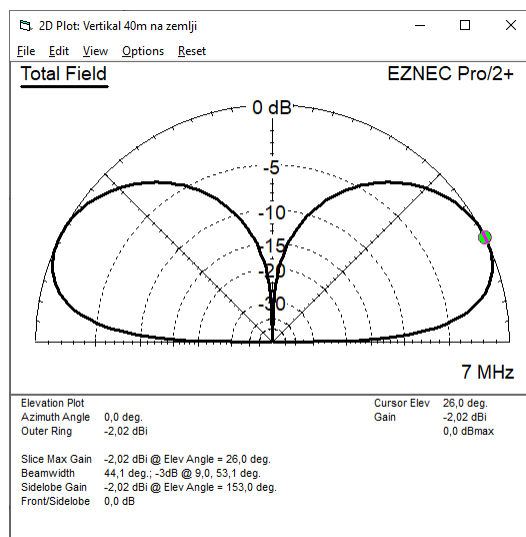
Nikada ne pretpostavljajte da je nizak SWR znak učinkovite antene.

Možemo zatvoriti sve prozore osim glavnog.

Klikom na **Save As** spremite model u datoteku po volji, npr.

Vertikal_40m_na_zemlji.

Nema smisla gledati horizontalni dijagram zračenja vertikalne antene, zato pogledajmo vertikalni dijagram zračenja i kut elevacije. Za DX rad želimo što manji kut elevacije. Kliknite na **Plot Type**, odaberite **Elevation** i kliknite na **FF Plot**. Za pregledniji prikaz u **2D Plot** u izborniku **View** provjerite da imate kvačice ispred **Show Data** i **Show Data Lines**. Dijagram izgleda kao na slici 55.

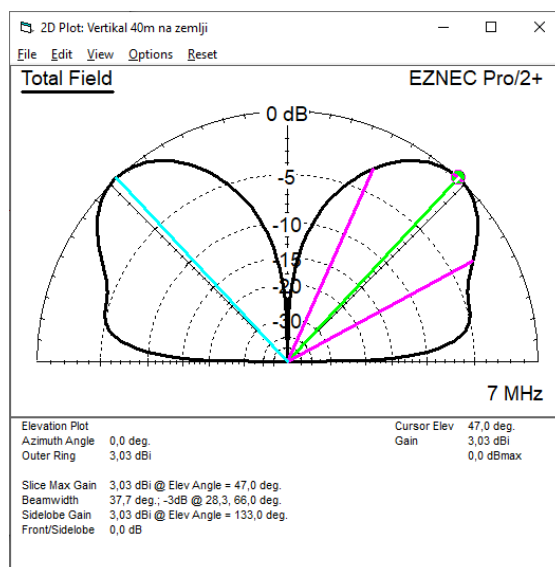


Sl. 55.

Maksimalno zračenje imamo pod kutom elevacije od 26° i praktički ništa pod 90° . Spremite dijagram u posebnu datoteku jer će nam kasnije trebati. U izborniku **File** klik na **Save Trace As...** upišite ime npr. *Vertikal_40m_na_zemlji* i potvrdite sa **Save**.

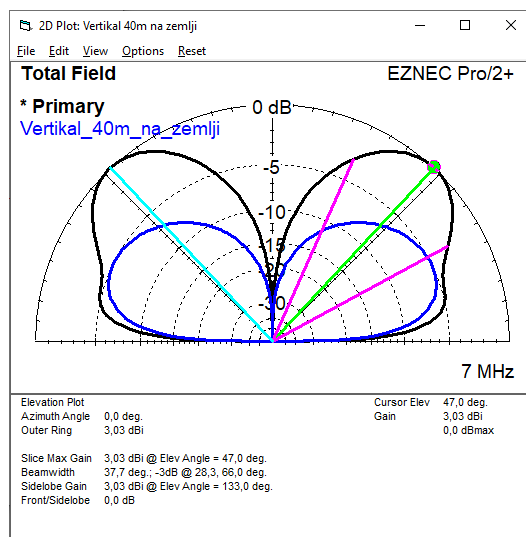
Što će se dogoditi ako promijenimo duljinu antene u 26 m? U tablicu **Wires**, koordinata Z kraja **End 2** upišite 26. Otvorimo **FF Plot** i vidimo da se kut elevacije smanjio na 15° .

Ponovno promijenimo duljinu antene, sada na 31 metar (dobili smo vertikalku $3/4 \lambda$) i pogledajmo kut elevacije, sl. 56.



Sl. 56.

Kut elevacije (maksimalno zračenje!) se promijenio na 47° . Na prvi pogled čini se da antena previše zrači visoko gore i da nije dobra za DX rad. Provjerimo je li stvarno tako. Usporedimo dijagram zračenja antene duge 10,4 m koji smo ranije spremili sa dijagramom vertikalne antene visoke 31 m (dijagram sa slike 54.). U **2D Plot** prozoru, u izborniku **File** kliknite na **Add Trace...** i otvorite ranije spremljenu datoteku *Vertikal_40m_na_zemlji.PF*.

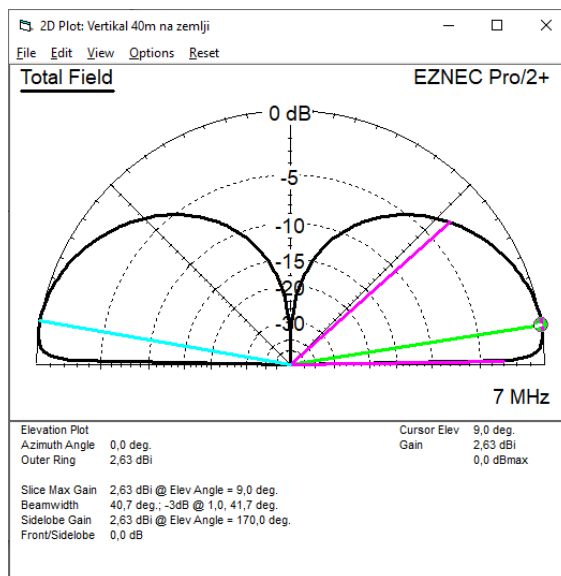


Sl. 57.

Slika 57. prikazuje ova dva dijagrama, jedan preko drugog. Maksimalno zračenje vertikalne antene duge $3/4 \lambda$ (crna krivulja) pod većim je kutom od četvrtvalne vertikalke, (plava krivulja), ali slabije zračenje $3/4 \lambda$ antene na nižim kutovima još uvijek je jače od $1/4 \lambda$ vertikalne antene!

Nikada ne uzimajte samo najbolji kut kao mjeru performansi. Uvijek uspoređujte s drugom antenom.

Vratimo se ponovno našoj četvrtvalnoj vertikalnoj anteni. U **Wires** promijenite visinu antene na 10,4 metra (Z **End 2** = 10,4). Pogledajmo kako takva antena zrači iznad mora. Otvorite **Ground Description** i kliknite desnom tipkom miša u polje **Cond.** ili **Diel. Const.** Odaberite **Salt water** i potvrdite sa **OK**. Pogledajmo sada kut elevacije, sl. 58.



Sl. 58. Četvrtvalna vertikalna iznad mora

U slanoj vodi kut elevacije se smanjio na 9° . Ovo pojašnjava zašto DX ekspedicije sa raznih otoka dobro čujemo i zašto oni dobro čuju nas. Podsjetimo se, antena je recipročni uređaj. Pod kutom pod kojim najbolje zrači, pod tim kutom najbolje prima.

DATA LINES

Ljubičaste, zelene i svjetloplave crte na dijagramima sa slika 56., 57. i 58. su tzv. "*data lines*". Na dijagramu ih vidite ako u dijagram zračenja, u izborniku **View**, označite **Show Data Lines**.

Zelena crta je crta maksimalnog zračenja. Pokazuje pod kojim kutom antena najjače zrači.

Ljubičaste crte označavaju kut propusnosti (*eng. beamwidth*). To je kut između točki -3 dB (-3 dB je točka u kojoj je zračenje palo na 1/2 maksimalne snage).

Svjetloplava crta pokazuje kut najjačeg zračenja u suprotnom smjeru od smjera kuta maksimalnog zračenja.

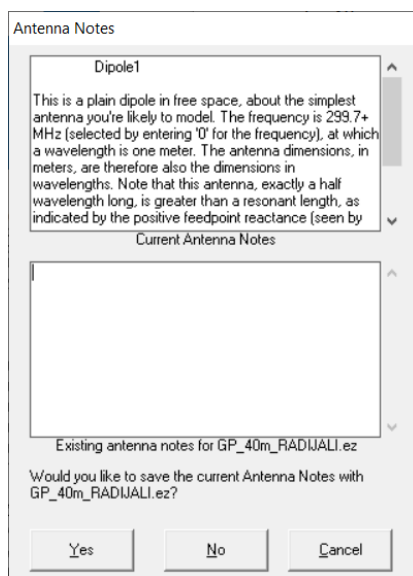
VERTIKALNA ANTENA SA RADIJALIMA NA ZEMLJI

U EZNEC-u, sa NEC-2 jezgrom, radijale koji su na površini tla možemo modelirati tako da antenu i radijale podignemo malo iznad zemlje, najmanje $0,001\lambda$. Za 80 m to je oko 10 cm, a za 40 m oko 5 cm. Prvo napravimo vertikalnu žicu, zatim samo jedan radijal i onda koristimo **Create Radials...** iz izbornika **Create** u tablici **Wires**. Pogledajmo na primjeru.

Otvorite datoteku *Dipole1.ez*.

Prvo, klik na **Save AS** spremimo model u novu datoteku, npr. *Vertikal_40m_RADIJALI*

Prilikom spremanja modela u datoteku ponekad se otvara **Antenna Notes**, sl. 59., sa napomenama o modelu. Zatvorite prozor klikom na **Yes**.



Sl. 59. Antenna Notes

Antenna Notes je obična TXT datoteka. Ako želite dodati svoje napomene o modelu u glavnom prozoru kliknite na tipku **Ant Notes** i promijenite tekst.

Promijenite frekvenciju u 7 MHz.

Vrstu tla promijenite u **Real/High Accuracy**.

Ground Descript postavite na **Average: pastoral, hevy clay**.

Zatvorite tablicu **Media**.

Promijenite naslov u npr. **Vertikalka radijali na zemlji**.

Otvorite **Wires** i pretvorite dipol u vertikalnu antenu. Kraj **End 1** treba biti na visini od najmanje $0,001\lambda$. Za 40 m to je oko 5 cm. Znači, koordinate kraja **End 1** će biti 0, 0, 0,05. Drugi kraj, **End 2**, je na istim X, Y koordinatama ali na Z=10,45 (visina antene 10,4 metra + visina iznad zemlje 0,05 m). Dakle, koordinate **End 2** su 0, 0, 10,45. Potvrdite sa **Enter**.

Desnom tipkom miša kliknite u bilo koje polja stupca **Wire Loss** i u novom prozoru **Wire Loss** odaberite **Copper**, kao na slici 50. Potvrdite sa **OK**.

Debljinu žice promijenimo na 3 mm (stupac **Diameter**) i broj segmenata na npr. 19 (stupac **Segs**). Potvrdite sa **Enter**. Tablica **Wires** sada izgleda kao na slici 60.

Wires																
No.	End 1				End 2				Diameter (mm)	Segs	Insulation			Wire Loss		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn			Diel C	Thk (mm)	Loss Tan	R (ohm-m)	Perm	Type
1	0	0	0,05		0	0	10,45		3	19	1	0	0	1,74E-08	1	Copper
*																

Sl. 60.

Pogledajte antenu u **View Ant** i provjerite je li kraj **End 1** zaista 5 cm iznad zemlje i je li antena duga 10,4 metra. (Zadržite strelicu miša na donjem kraju antene, pa onda opet na gornjem).

Napajanje antene, *Source*, još uvijek je na sredini antene, a treba biti na početku kraja **End 1**. Otvorite tablicu **Sources** i u **Specified Pos.** žice 1, polje **% From E1**, upišite 0. Potvrdite sa **Enter**. EZNEC upozorava da je *Source* na otvorenom kraju, ali to možemo ignorirati (jer još nismo definirali radijale). **Amplitude**, **Phase** i **Type** ostavite kako je ponuđeno (1, 0, I). Klikom na **X** zatvorite tablice **Segmentation Check** i **Sources**.

Idući korak je izrada radijala. Radijali su geometrija antene i definiraju se u tablici **Wires**. Umjesto upisivanja jednog po jednog (mukotrpno i dosadno), EZNEC cijeli postupak automatizira metodom **Create Radials**. Ipak, prvi radijal moramo definirati ručno. Definiramo ga uzduž osi Y, na visini 5 cm i duljine kao i antena. Dakle, koordinate žice broj 2 (prvi radijal!) će biti: kraj **End 1** 0, 0, 0,05 i kraj **End 2** 0, 10,4, 0,05. Upišite ih u drugi redak tablice **Wires** i potvrdite sa **Enter**. Primijetite da je EZNEC automatski "prepisao" ostale podatke: promjer, broj segmenata i vrstu žice.

Primijetite da u stupcu **Conn.** piše W2E1 i W1E1. Za žicu br. 1 W2E1 znači da je kraj **End 1** žice broj 1 spojen na kraj **End 1** žice broj 2, sl. 61. Za žicu br. 2 W1E1 znači da je kraj **End 1** žice broj 2 spojen na kraj **End 1** žice broj 1.

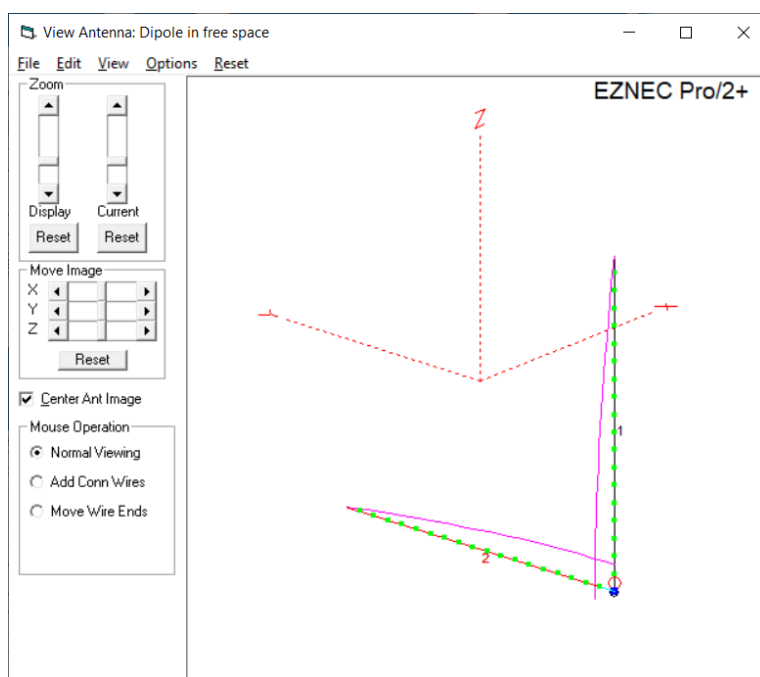
Wires																
No.	End 1				End 2				Diameter (mm)	Segs	Insulation			Wire Loss		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn			Diel C	Thk (mm)	Loss Tan	R (ohm-m)	Perm	Type
1	0	0	0,05	W2E1	0	0	10,45		3	19	1	0	0	1,74E-08	1	Copper
2	0	0	0,05	W1E1	0	10,4	0,05		3	19	1	0	0	1,74E-08	1	Copper
*																

Sl. 61.

Pogledajte antenu u **View Ant** i provjerite je li radijal, žica broj 2, zaista 5 cm iznad zemlje i je li antena duga 10,4 metra. (Zadržite strelicu miša na donjem kraju antene...).

Struje kroz žice vidimo tek nakon klika na **Src Dat**. Da bi bolje vidjeli antenu, u **View Antenna** stavite kvačicu ispred **Center Ant Image** (na lijevoj strani prozora, sl. 62.). Ako ne vidite kontrole, u izborniku **View** kliknite na **Show Controls**. S kontrolama na lijevoj strani

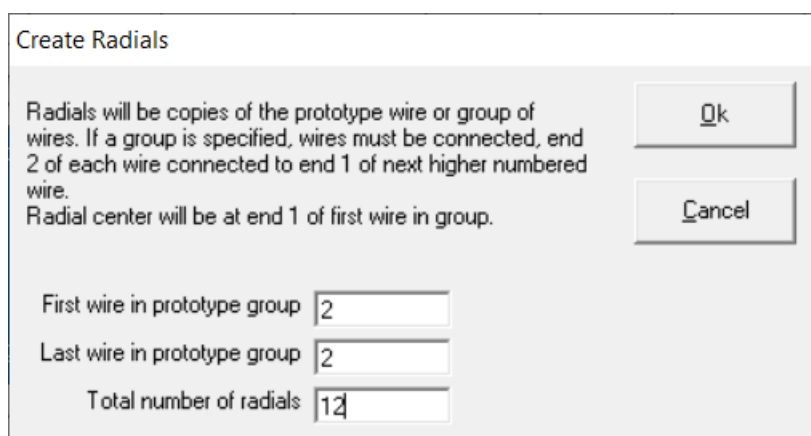
možete pregledavati antenu kako vas volja. Na početni prikaz vraćate se klikom na tipke **Reset**.



Sl. 62.

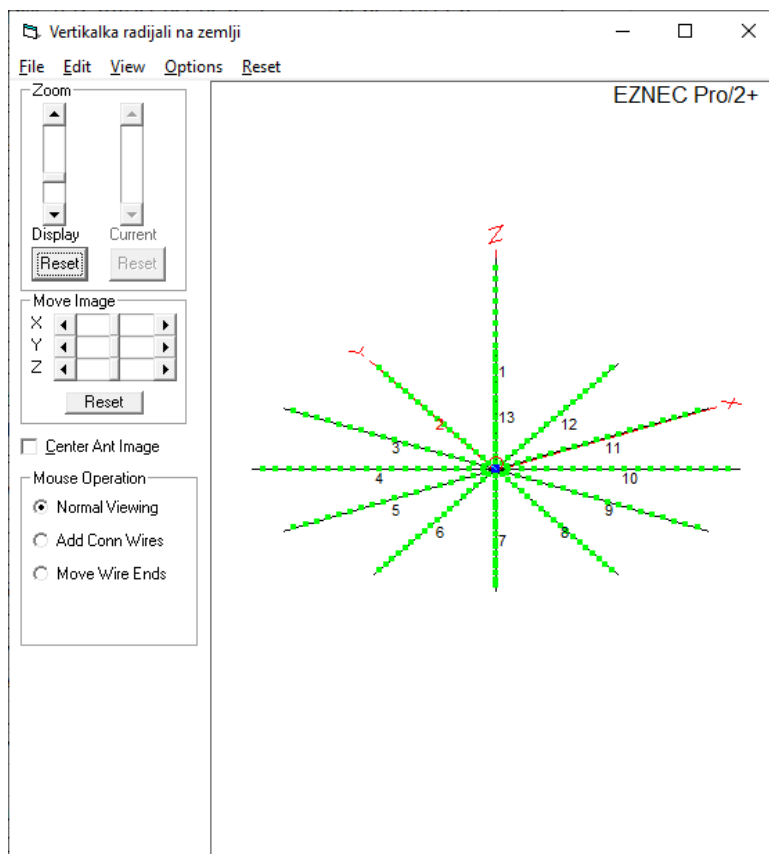
Ostale radijale definiramo u tablici **Wires**. U izborniku **Create** klinite na **Radials....** Otvorio se prozor **Create Radials** u kojem kopiramo žicu broj 2 (naš radijal!) koliko puta želimo. U polje **First wire in prototyp group** upisujemo broj radijala koji kopiramo, a u polje **Last wire in prototype group** upisujemo broj posljednjeg radijala u grupi – to će opet biti radijal tj. žica broj 2.

U polje **Total number of radials** upišite koliko radijala želite, npr. 12 i potvrdite sa **OK**, sl. 63. EZNEC će automatski upisati žice (radijale!) u tablicu **Wires** i pravilno ih rasporediti oko antene.



Sl. 63.

Pogledajmo **View Ant**, sl. 64.



Sl. 64.

Sa **Save As** spremite model u istu datoteku kao i na početku, npr. *Vertikal_40m_RADIJALI.ez*.

Promijenite **Plot Type** u **Elevation** i otvorite **FF Plot**. U prozoru **2D Plot** u izborniku **File** otvorite **Save Trace As...** i spremite dijagram zračenja u datoteku npr. *Vertikal_40m_RADIJALI*.

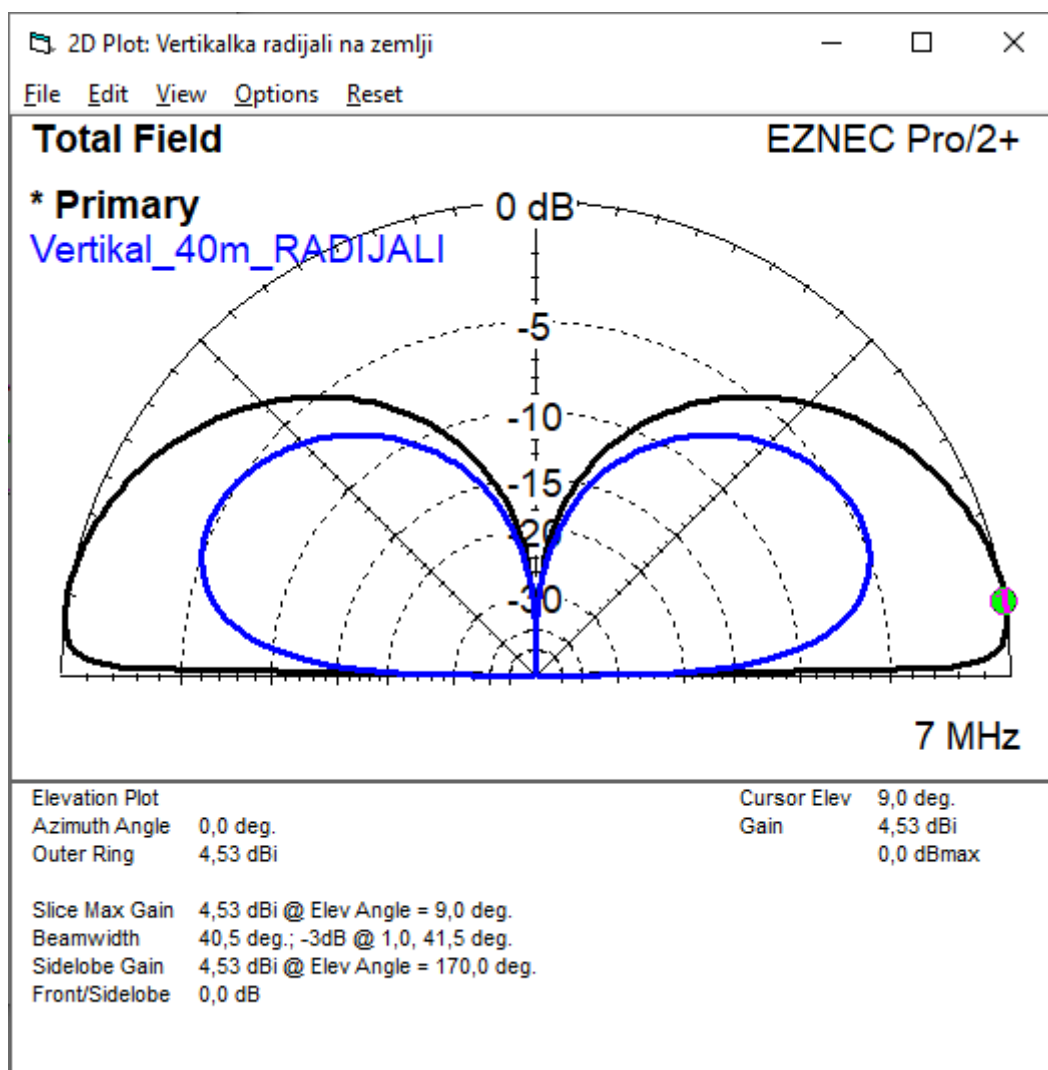
U tablici **Wires** vidimo naše radijale kao žice od broja 2 do 13.

Ako želite izbrisati jedan ili više radijala (za eksperimentiranje s brojem radijala), za radijale koje želite izbrisati kliknite u sivi pravokutnik na lijevom stupcu tablice **Wires**. Kada cijeli redak poplavi, žicu iz modela možete izbrisati tipkom **Delete** na tipkovnici ili sa **Delete...** iz izbornika **Wire**.

Provjerite SWR.

Sada promijenite vrstu tla (**Ground Descrip**) u npr. **Salt Water** i otvorite **FF Plot**. Usporedite dva vertikalna dijagrama zračenja. Iz izbornika **File** klikom na **Add Trace...** otvorite prije spremljeni dijagram zračenja *GP_40m_RADIJALI.PF*.

Primijetite da ista antena postavljena s radijalima u moru bolje zrači od antene postavljene iznad zemlje i ima niži vertikalni kut zračenja, sl. 65.



Sl. 65.

VERTIKALNA ANTENA SA KOSIM RADIJALIMA

Sve dok su žice horizontalne ili vertikalne, određivanje krajnjih koordinata nije veliki problem. Problem bi mogao nastati kada žice idu pod nekim kutom. Koordinate krajeva žica su projekcije krajnjih točki žica na koordinatne osi. Možemo ih računati trigonometrijskom metodom ili, bolje i jednostavnije, izračun prepustiti EZNEC-u,

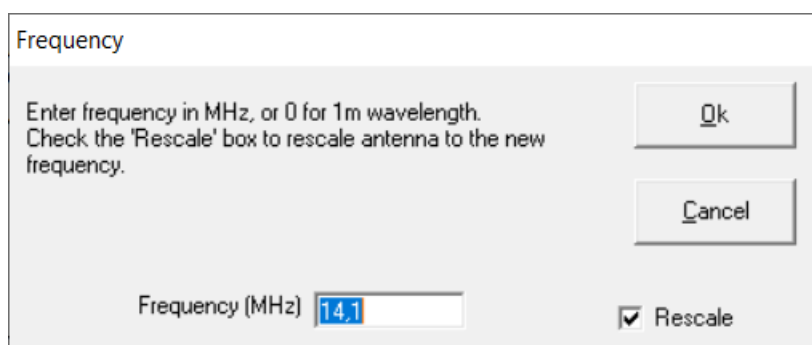
Pogledajmo kako napraviti kose radijale za GP antenu za 20 m, na visini od 10 m iznad zemlje. GP radimo tako da prvo napravimo vertikalni dio i jedan vodoravni radijal.

Otvorite model *Bydipole1.ez* i promijenite jedinicu mjere u metre.

Napravite novu datoteku. Klik na tipku **Save As** spremite model u datoteku sa novim imenom, npr. *GP_20m_kosi_radijali*. U **Antenna Notes** kliknite na **Yes**.

Promijenite naslov u npr. **GP za 20 m, kosi radijali**.

Sada promijenite frekvenciju u 14,1 MHz. Stavite kvačicu ispred **Rescale** i potvrdite sa **OK**, sl. 66. **Rescale** automatski mijenja duljinu dipola prema zadanoj frekvenciji.



Sl. 66.

EZNEC je izračunao valnu duljinu za 14,1 MHz kao $Wavelength = 21,2619$ m. Četvrtvalna GP je duga $1/4 \lambda$ tj. $21,2619/4 = 5,3$ m. Znači, radimo GP dugu 5,3 metra, na visini od 10 metara.

Kraj **End 1** GP antene je u ishodištu koordinatnog sustava, ali na visini od 10 m. Dakle, koordinate kraja **End 1** su 0, 0, 10, a koordinate kraja **End 2** su 0, 0, 15,3.

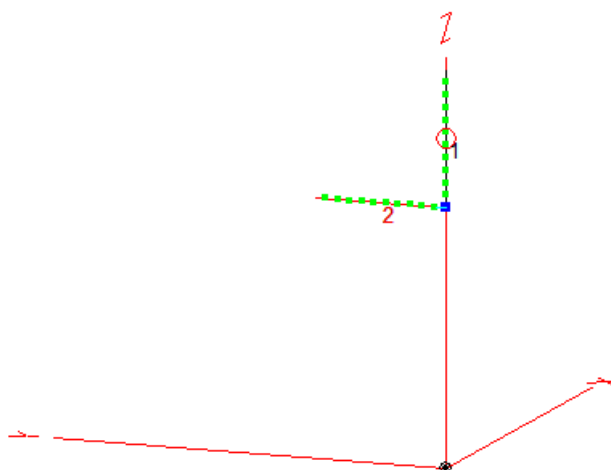
Otvorite tablicu **Wires**. Naša GP antena je žica broj 1. Upišite koordinate žice 1 kraj **End 1** = 0, 0, 10 i kraj **End 2** = 0, 0, 15,3. Ispravite promjer žice u 2 mm. Broj segmenata neka bude 11. Za vrstu žice, **Wire Loss**, postavite **Copper**.

Otvorite **View Ant**. Trebate vidjeti vertikalni dipol duljine 5,3 m, s krajem **End 1** na visini 0, 0, 10 i krajem **End 2** na visini 0, 0, 15,3. Sve to vidimo na skočnom prozoru.

Source je na sredini dipola.

Ako je sve OK, pravimo model prvog radijala. U tablici **Wires** to će biti žica broj 2. Radijal je dug 5,3 m, proteže se vodoravno uzduž osi Y na visini od 10 m. Dakle, koordinate

žice broj 2 će biti: **End 1** 0, 0, 10 i **End 2** 0, 5,3, 10. Upišite podatke u tablicu **Wires** i potvrdite sa **Enter**. Antena treba sada izgledati kao na slici 67.



Sl. 67.

Source treba biti na početku vertikalnog dijela antene. Otvorite tablicu **Sources** i stavite *Source* na udaljenost 0% od kraja **End 1** žice broj 1 (u polje **%From E1** upišite 0). U **Type** odaberite **I** i potvrdite sa **Enter**.

Ako se otvorilo upozorenje **Segmentation check** možete ga slobodno ignorirati. Upozorenje vam samo skreće pažnju, a ako ste sve točno napravili, onda je sve u redu.

Model radimo iznad tla. Za **Ground Type** odaberite **Real/High Accuracy**, a za **Ground Descript** odaberite **Average: pastoral, heavy clay** i potvrdite sa **OK**.

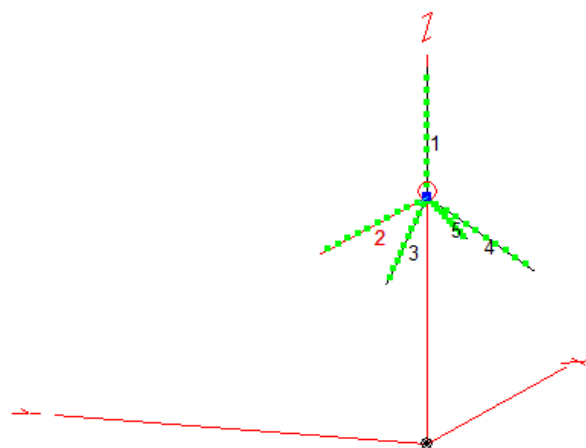
Zatvorite tablice **Sources** i **Media**.

Spremite do sada napravljeni model klikom na **Save As** i sa istim imenom kao i na početku npr. *GP_20m_kosi_radijali*. EZNEC nudi to ime. Prihvatite i potvrdite.

Slijedeći korak je pretvorba vodoravnog radijala u kosi radijal pod nekim kutom, npr. po kutom od 30° . To radimo na isti način kao i kod Obrnuto-V antene. Desnom klikom miša kliknite u bilo koje polje kraja **End 2** žice broj 2 i odaberite **Elevation Rotate End...** (slika 47. – poglavlje Obrnuto-V). U polje **Amount to rotate (deg)** upišite -30 (minus 30 jer spuštamo radijal prema dolje!). Potvrdite sa **OK**. Provjerite na **View And** kako sada izgleda radijal.

Imamo jedan kosi radijal, a treba nam 4. U tablici **Wires** iz izbornika **Create** kliknite na **Radials...** Polje **First wire in prototype group** pita nas koji radijal želimo kopirati. Tu upišite 2 (kopiramo radijal tj. žicu broj 2). Polje **Last wire in prototype group** pita "do kojeg posljednjeg radijala u grupi" pa i tu upišite isti broj dakle upišite 2. Konačno u polje **Total number of radials** upišite ukupan broj radijala naše GP antene. Upišite 4 i potvrdite sa **OK**.

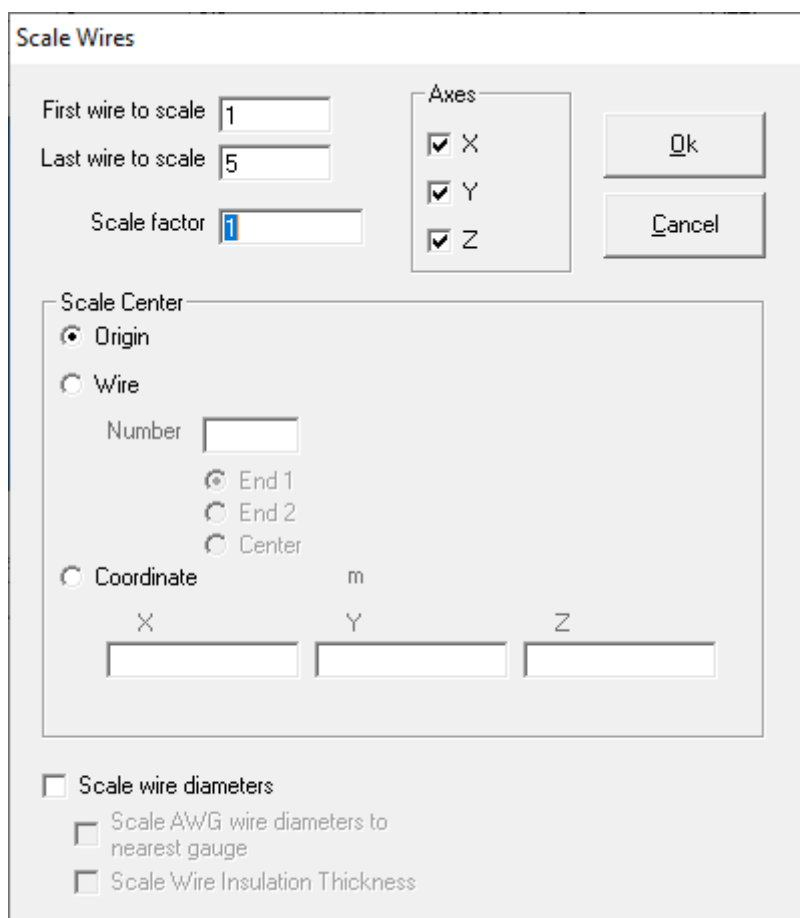
Naša GP treba izgledati kao na slici 68.



Sl. 68.

Klikom na tipku **SWR** otvorite prozor **SWR Sweep Parameters**. U polje **Start** upišite početnu frekvenciju npr. 13,8 i u polje **Stop** upišite završnu frekvenciju npr. 14,5. Kao **Step** upišite npr. 0,02 i kliknite na **Run**. Na krivulji SWR-a vidimo da je najbolji SWR negdje ispod 13,8 MHz. Znači da je antena predugačka i da sve elemente antene treba skratiti.

U prozoru **Wires** iz izbornika **Wire** otvorite **Scale Wires**, sl. 69.



Sl. 69.

Ovdje smanjujemo i produljujemo žice za neki iznos u postocima. EZNEC u podrazumijevanim postavkama nudi promjenu duljina svih žica, po svim osima počevši od ishodišta koordinatnog sustava – upravo ono što trebamo. Početni **Scale factor** (iznos u % za koliko želimo produljiti i skratiti sve žice) je 1, a mi želimo skratiti sve elemente antene. Znači **Scale factor** treba biti manji od 1. Najbolje je mijenjati u malim iznosima od svega 1 %. Smanjujemo duljinu žica, pa u polje **Scale factor** upišite 0,99. Ostalo kao na sl. 69. Potvrdite sa **OK**.

Ponovno pogledajte krivulju SWR-a. Ako SWR još nije tamo gdje treba ponovite **Scale Wires** sve dok ne dobijete SWR tamo gdje želite. Nakon trećeg skraćanja (svaki puta za 1 %) na frekvenciji 14,1 MHz dobivamo SWR 1,25 i impedanciju od 40,21 -j1,635 oma.

Spremite gotovi model u datoteku (**Save as** i ime datoteke).

Pogledajte dijagrame zračenja.

Malo se poigrajte s modelom (model smo spremili u datoteku tako da se uvijek možemo vratiti na početak).

Npr. za antenu umjesto bakrene žice od 2 mm, stavite aluminijsku cijev promjera 20 mm i pogledajte kako se je promijenio model antene (u **Wires** promjer žice broj 1 promijenite u 20 i vrstu materijala u aluminij).

ZA KRAJ

Ovih nekoliko primjera modela antena ni izdaleka ne opisuju mogućnosti programa, a što u konačnici nije ni namjera ovog teksta. U tekstu su opisane osnove za lakši početak.

Uz sva nastojanja, u tekstu sigurno ima grešaka. Zato, kad radite model, osim PC-a koristite i "kompjutor između vlastitih ušiju".

Sve primjedbe i kritike rado primam na e-mail.