

Skraćena 3D Korner Reflektor Antena

Dragoslav Dobričić, YU1AW

Apstrakt

U ovom radu prikazane su dve modifikacije 3D korner reflektor antene.

Prva modifikacija se odnosi na **sniženje ulazne impedanse** antene sa oko 72 oma, koliko ima originalna antena, na oko 50 oma, čime je omogućeno prilagođenje na napajanje uobičajenim koaksijalnim kablovima impedanse 50 oma. Ovo je postignuto dodavanjem jednog pasivnog elementa postojećem aktivnom elementu. Time je snižena impedansa uz očuvanje dobiti antene i njenog dijagrama zračenja.

Druga modifikacija se sastoji u promeni oblika antene **uklanjanjem jednog dela donje reflektorske površine**. Ovim je dobijena manja i kompaktnija antena sa smanjenim otporom na vetar i taloženje snega, uz veoma malu promenu dijagrama zračenja i smanjenje dobiti antene za oko 0.25 dB.

Na kraju rada je dato **praktično rešenje konstrukcije** Skraćene 3D korner reflektor antene za opseg od 2.4 GHz.

Uvod

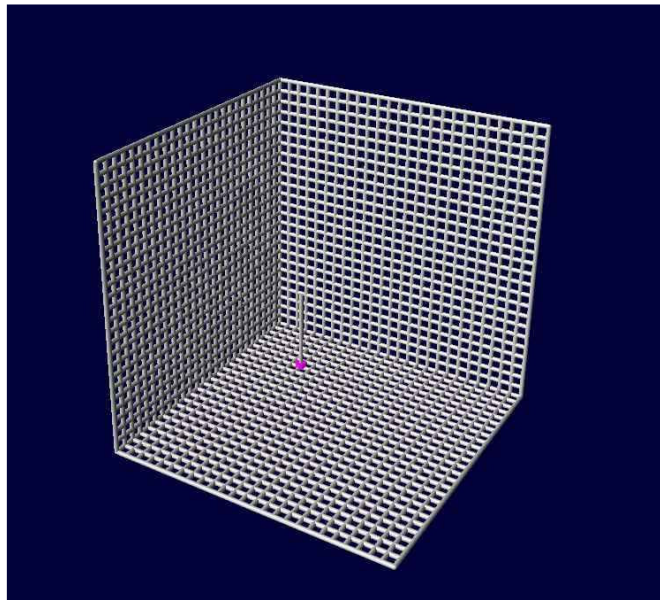
Originalni dizajn 3D korner reflektor antene prvi put je u literaturi opisan u:

IEEE Transactions on Antennas and Propagation, July, 1974. "Three-Dimensional Corner Reflector Array" by Naoki Inagaki (pp. 580-582).

Precizne i opširne rezultate kompjuterske analize i simulacije objavio je jula 2003. godine

L.B. Cebik W4RNL u članku: **"The 3-D Corner Reflector"** (www.cebik.com/vhf/3c.html).

Antena se sastoji iz tri kvadratne reflektorske površine međusobno postavljene pod pravim uglom kao jedna polovina kocke, i aktivnim elementom u vidu monopola na jednoj od njih, kao što se vidi na **Sl. 1**. Ovakva struktura koncentriše elektromagnetno zračenje u relativno uzan snop, čiji smer maksimalnog zračenja leži na velikoj dijagonali kocke koja polazi iz apex-a (vrha), tj. pod uglom od **45 stepeni** u odnosu na sve tri reflektorske ravni.

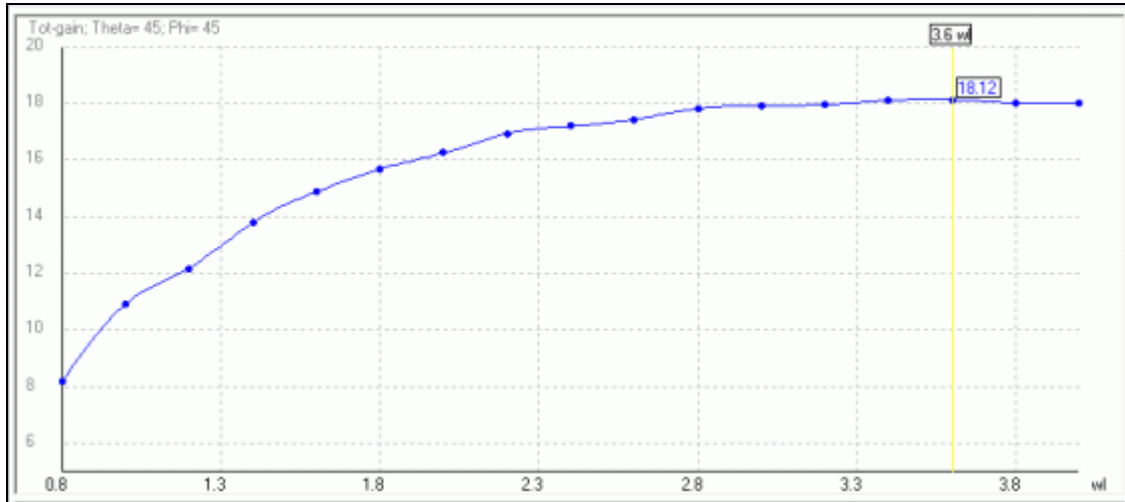


Sl. 1. Izgled originalne 3D korner reflektor antene.

Veličina reflektorskih ravni nije kritična. Sa njenim povećanjem povećava se dobit (pojačanje) antene, u početku značajno a kasnije sve manje.

Naša analiza je pokazala da se praktični maksimum dobiti postiže mnogo pre nego što se do sada očekivalo.

Optimalna veličina je oko **2.8** talasnih dužina. Dalje povećanje dimenzija dovodi do vrlo malog povećanja dobiti antene, i pri oko **3-3.5** talasnih dužina dostiže se praktični maksimum dobiti. Dalje povećanje dimenzija reflektorskih površina nema smisla jer više ne dovodi do povećanja dobiti, kao što se vidi na **Sl. 2**.



Sl. 2. Dobit 3D kornier reflektor antene sa promenom dužine reflektora od 0.8 do 4 talasne dužine.

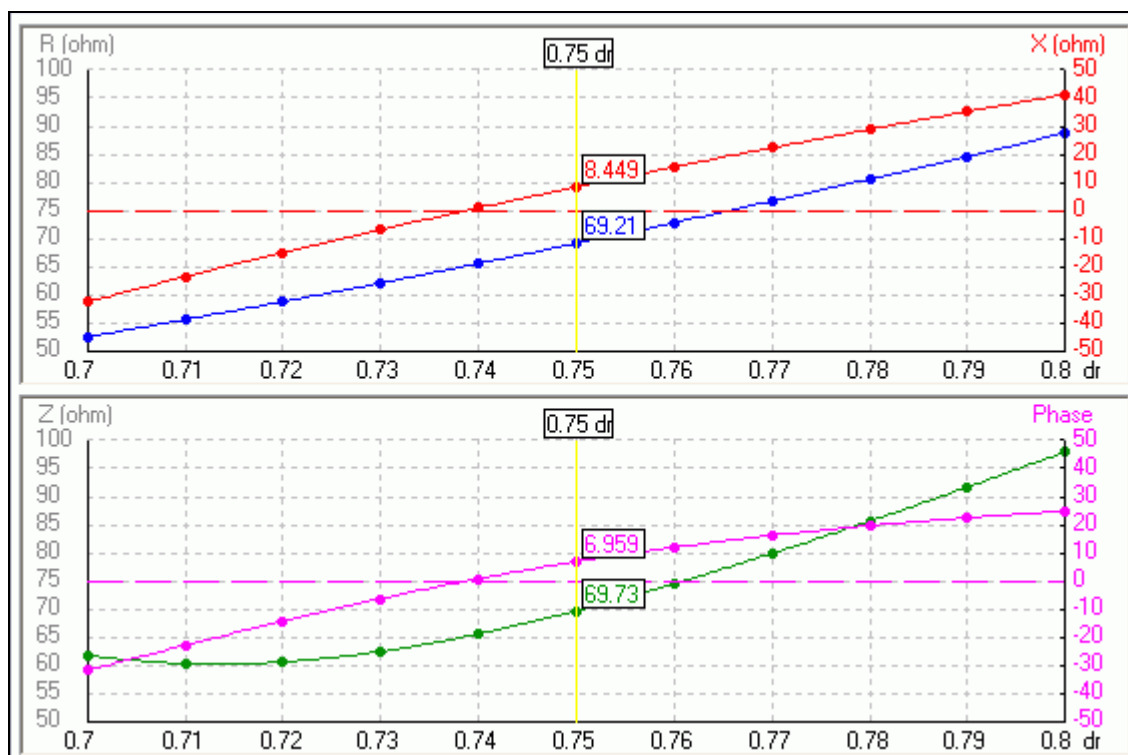
Reflektorske površine mogu biti napravljene od punog materijala kao što je aluminijumski, bakarni ili mesingani lim. Na nižim frekvencijama mogu biti u vidu metalne mreže čija gustina mora biti određena tako da otvor, meren paralelno sa ravni polarizacije, tj. ravni aktivnog elementa, mora biti manji od **0.1 talasne dužine**.

Ono što ovu antenu čini izuzetnom je njena izvanredna jednostavnost i dizajn veoma tolerantan na greške u dimenzijama. To garantuje veliku ponovljivost praktičnih rezultata i mogućnost njene upotrebe, uz preračunavanje njenih dimenzija, na frekvencijama od nekoliko desetina **MHz** pa sve do nekoliko **GHz**.

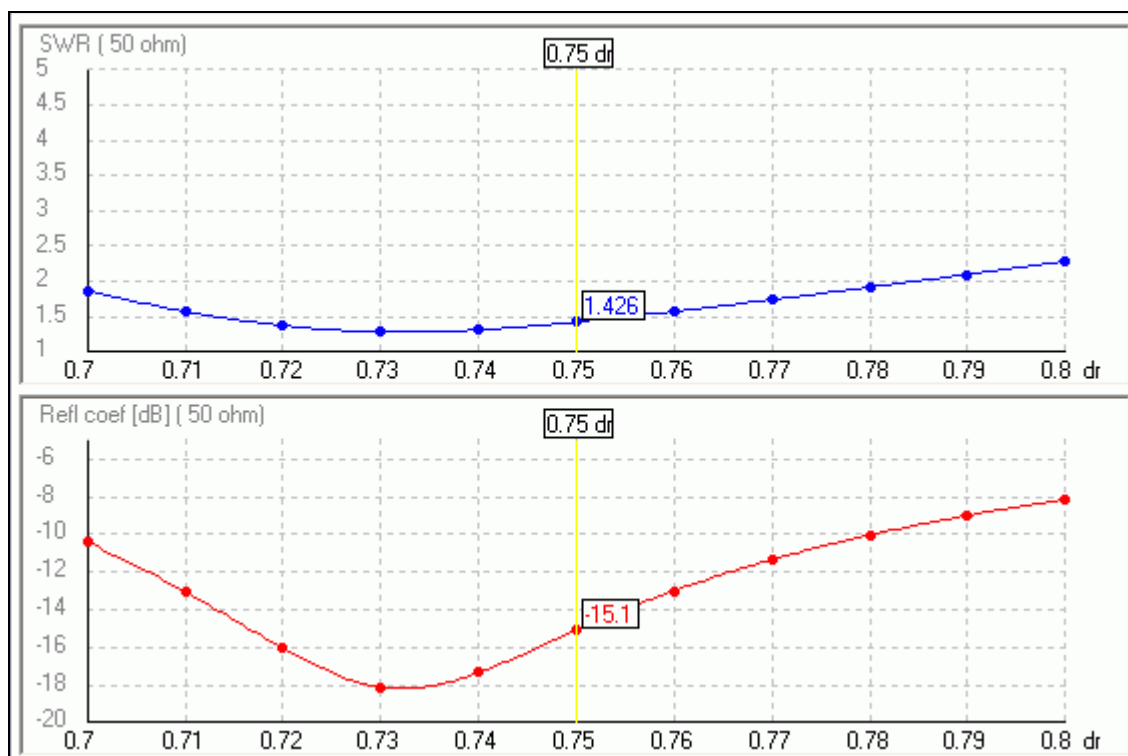
Još jedna korisna osobina ove antene je da ima izvanredno potisnute sporedne snopove zračenja, što je čini veoma dobrim izborom kada šum i smetnje od signala iz drugih pravaca treba što više potisnuti.

Nedostatak originalne verzije antene je njena ulazna impedansa. S obzirom na svoj položaj između tri ortogonalne ravni, ulazna impedansa aktivnog monopola se menja sa njegovim položajem i dužinom. Istovremeno se tim promenama menja i dobit antene.

Promena ulazne impedanse i prilagođenja originalne antene sa promenom dužine aktivnog monopola vidi se na **Sl. 3 i 4**.

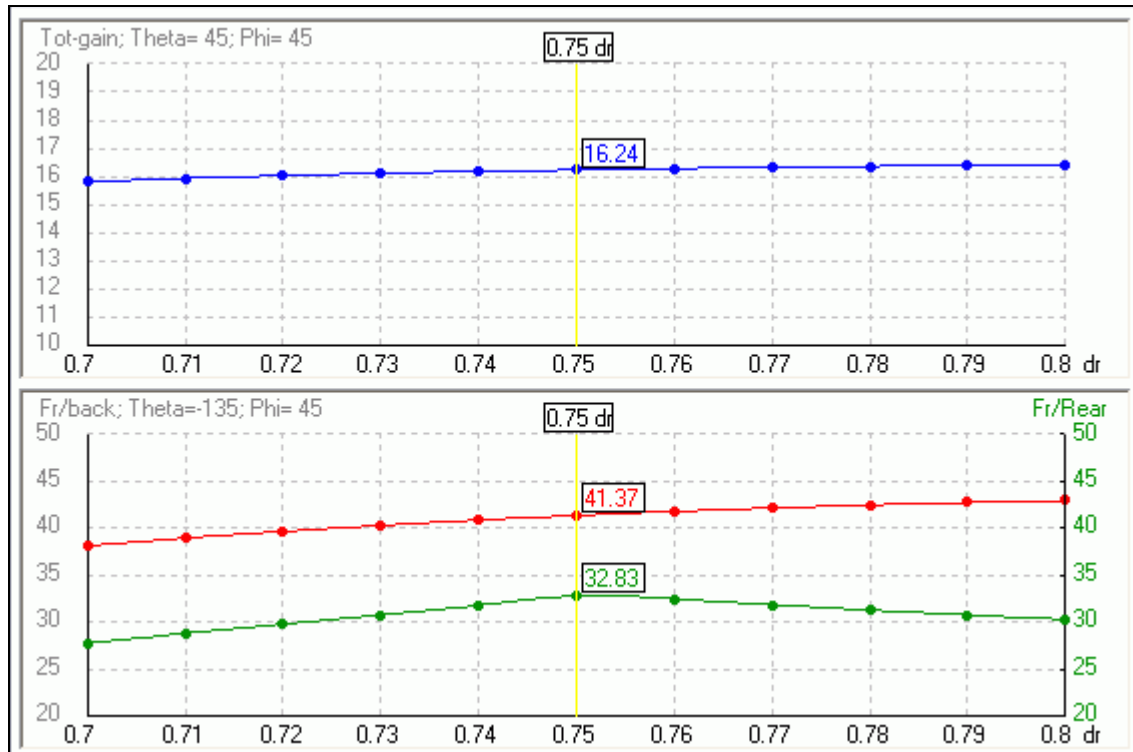


Sl. 3. Vrednost ulazne impedanse originalne antene u zavisnosti od dužine aktivnog elementa DR u talasnim dužinama.



Sl. 4. Ulazno prilagođenje originalne antene u zavisnosti od dužine aktivnog elementa DR u talasnim dužinama.

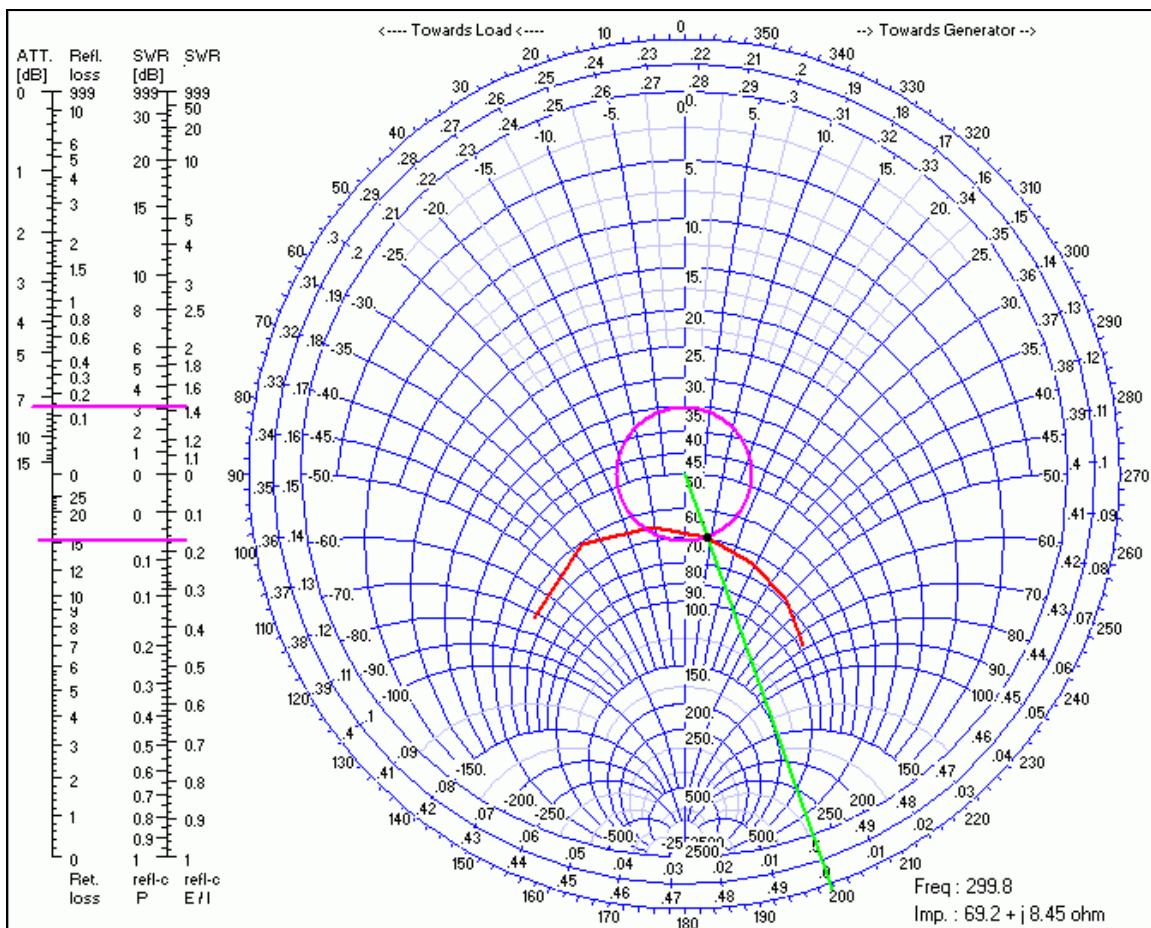
Najveća dobit antene postiže se pri položaju aktivnog elementa na oko $x=0.6$ i $y=0.6$ **talasnih dužina** mereno od apex-a, i pri optimalnoj dužini **DR=0.75 talasnih dužina** mereno od reflektorske ravni. Pri tome vrednost ulazne impedanse iznosi oko **72 oma** kada je antena u rezonansi, što daje minimalni **SWR** od oko **1.4** za prilagođenje na **50 oma**. Ovaj **SWR** je prihvatljiv na nižim frekvencijama gde su gubici u kablovima mali, ali na **UHF** i **SHF** području on postaje neprihvatljiv, jer su gubici u kablovima usled neprilagođenja značajni. Alternativa je napajanje antene kablom od **75 oma** što smanjuje gubitke, ali ostaje problem pravilnog prilagođenja na uređaje predviđene za rad sa impedansom od **50 oma**.



Sl. 5. Dobit originalne antene i potiskivanje sporednih snopova zračenja u zavisnosti od dužine aktivnog elementa DR u talasnim dužinama.

Na **Sl. 5** vidi se ponašanje dobiti originalne 3D korner antene sa reflektorom od **2 talasne dužine** u zavisnosti od dužine aktivnog elementa **DR** izražene u talasnim dužinama.

Na **Sl. 6** vidi se širina radnog opsega originalne verzije antene, odnosno promena ulazne impedanse sa promenom radne frekvencije u opsegu od -10% do +10 % od rezonantne.



Sl. 6. Promena ulazne impedanse 3D korner reflektor antene sa promenom frekvencije od +/- 10% od rezonantne.

Modifikacija ulazne impedanse antene

Već na prvi pogled bilo je privlačno pokušati sa sniženjem ulazne impedanse ove izuzetne antene sa **72** na oko **50 oma**, radi njenog prilagođenja na koaksijalni kabl karakteristične impedanse **50 oma**.

Prva stvar koja je dolazila u obzir bilo je dodavanje jednog pasivnog elementa čiji bi uticaj na aktivni elemenat bio tako podešen da smanji ulaznu impedansu na **50 oma**. Naravno, ovakav zahvat je podrazumevao da se pri tome maksimalno očuvaju postojeće dobre osobine antene.

Za taj posao valjalo je koristiti najbolje programe za analizu koji su trenutno dostupni, pošto većina programa za analizu antena najlošiju tačnost pokazuje upravo na rezultatima proračuna ulazne impedanse. Osim toga, ovde se radi o tzv. aperturnoj (površinskoj) anteni koja radi prevashodno koristeći zakone geometrijske optike, pa je bilo potrebno i odabrati program koji je najbolji upravo u oblasti simulacija aperturnih antena. Izbor je pao na jednu od verzija poznatog profesionalnog programa za simulaciju antena **NEC-2 4nec2**, čiji je autor **Arie Voors**.

Posle izvršenih analiza više različitih varijanti položaja i dužina elemenata, konačno se

pokazalo kao najbolje rešenje sa dodatim parazitnim elementom **DI** koji bi se nalazio ispred aktivnog elementa, slično kao prvi direktor kod jagi antena.

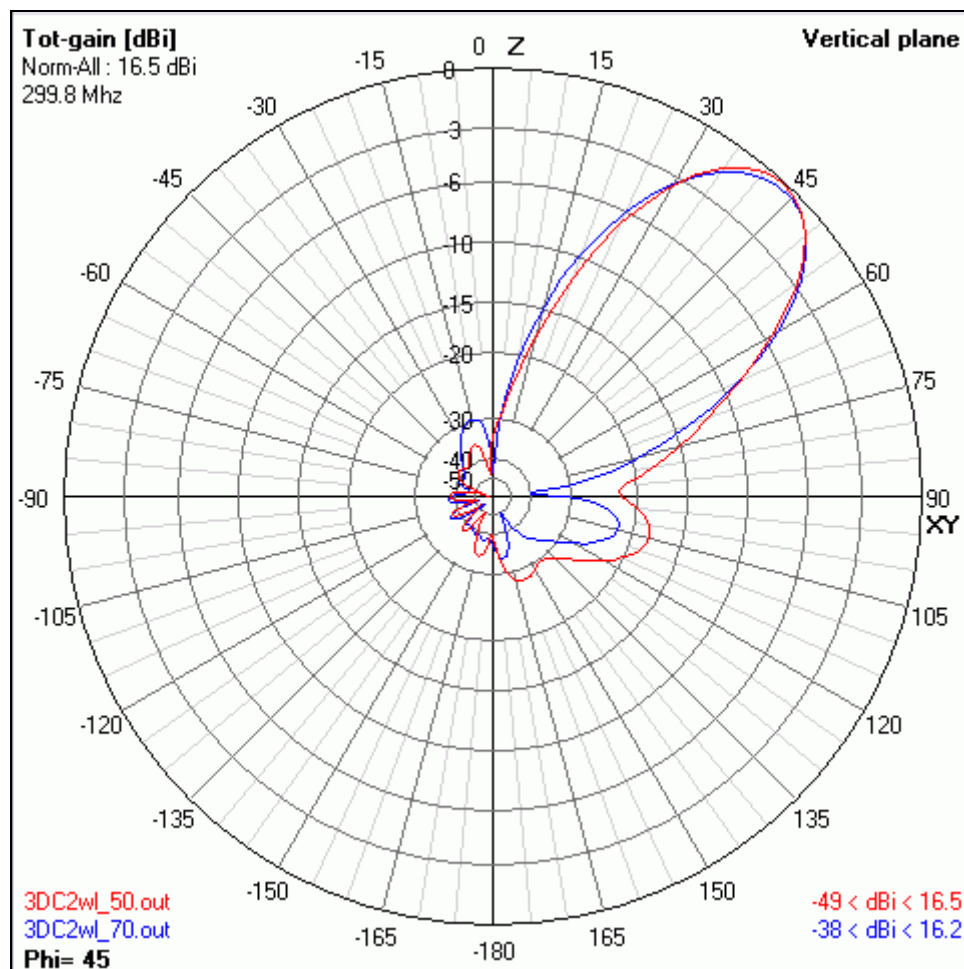
Naravno, u pitanju je samo analogija, jer zapravo rešavanje problema ulazne impedanse ove antene samo je slično sa rešenjima kod jagi antena.

Postavljanjem dodatnog pasivnog elementa i podešavanjem njegove dužine i rastojanja od aktivnog elementa dobijeno je skoro idealno prilagođenje na **50 oma**.

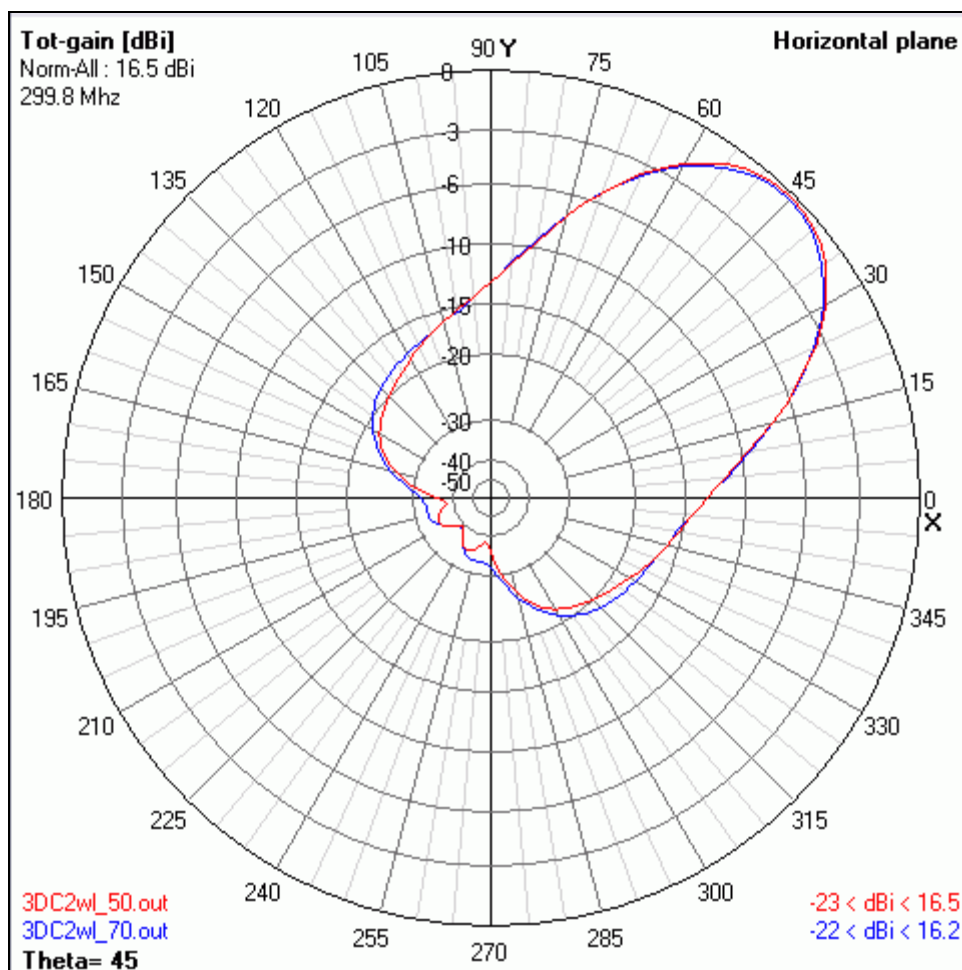
Provera modela i rezultati simulacije

Pre konačnog određivanja položaja i dužine elemenata bilo je potrebno proveriti tačnost upotrebljenog modela na kome su vršene simulacije antene.

Simulacija **L.B. Cebika**, opisana u pomenutom članku, za originalnu antenu sa reflektorom od **2 talasne dužine** i monopolom od **0.75 talasnih dužina** na poziciji **x=0.6** i **y=0.6 talasnih dužina**, daje vrednost dobiti od **16.19 dBi** pri ulaznoj impedansi od **71+j7 oma**. Naša simulacija za istu antenu je pokazala skoro identične rezultate od **16.2 dBi** pri impedansi od **69.2+j8.5 oma**! Ovim je upoređena i proverena tačnost našeg modela i simulacije u odnosu na profesionalnu verziju programa **NEC-4**.



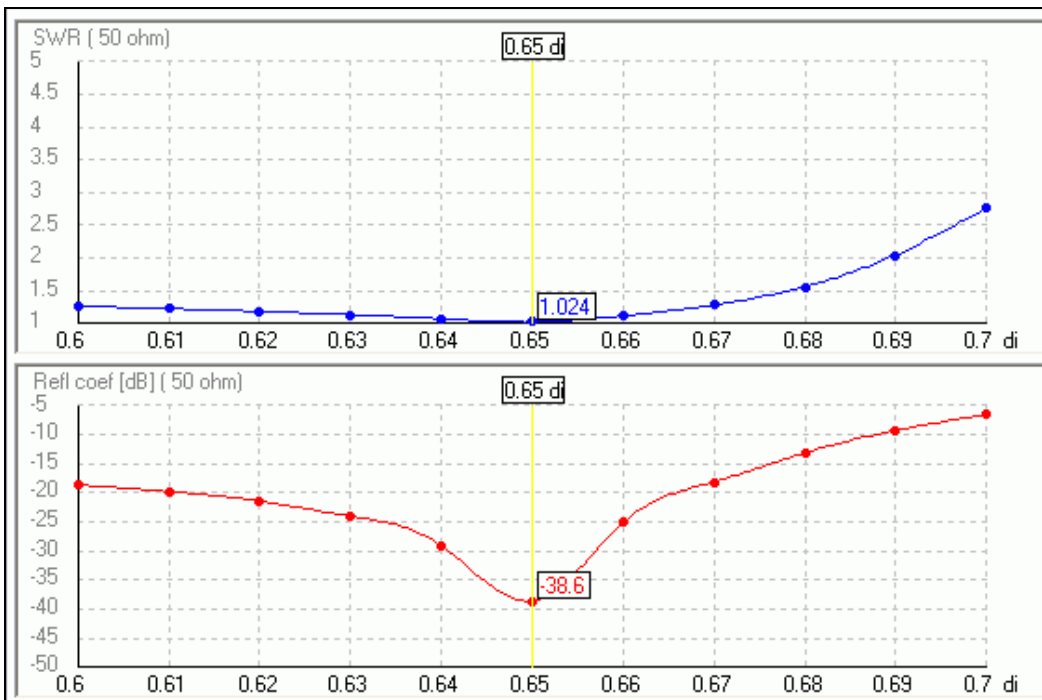
Sl. 7. Vertikalni dijagram zračenja *originalne* i *modifikovane* 3D kornier antene od 2 talasne dužine.



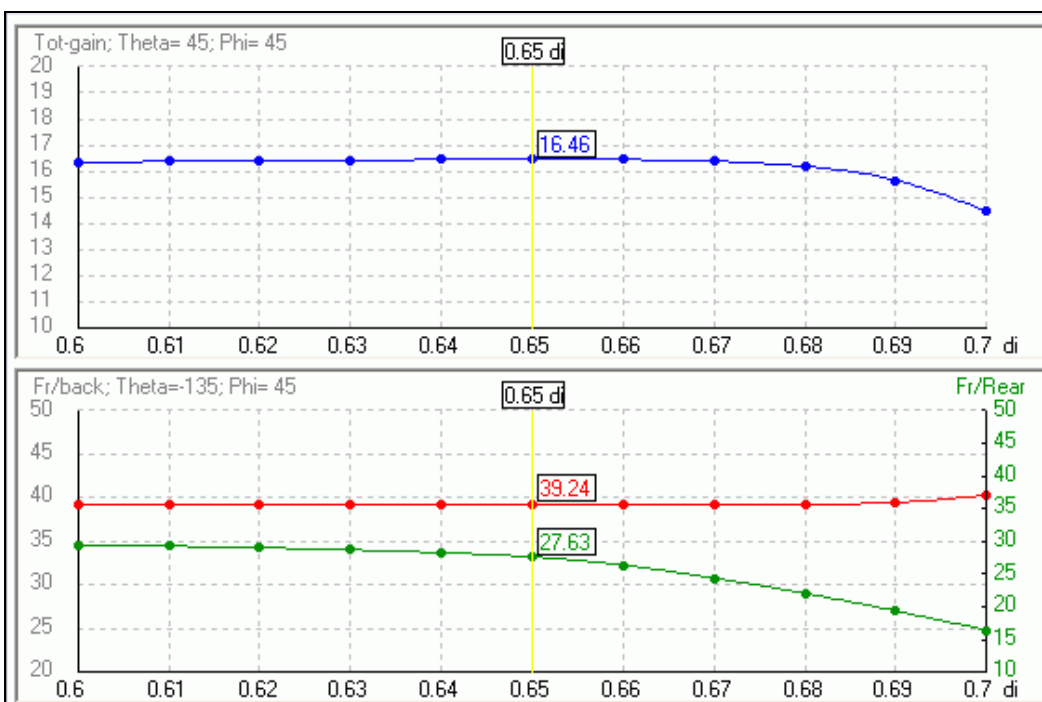
Sl. 8. Horizontalni dijagram zračenja originalne i modifikovane 3D korner antene od 2 talasne dužine.

Posle verifikacije modela i provere tačnosti simulacije izvršena je simulacija modifikovane antene od **2 talasne dužine** sa dodatim pasivnim elementom za podešavanje impedanse. Dobit modifikovane antene iznosila je **16.46 dBi** pri ulaznoj impedansi od **49.7+j1.1 oma**, uz malu promenu vertikalnog dijagrama zračenja. Izgled vertikalnog i horizontalnog dijagrama zračenja originalne i modifikovane antene dati su uporedo na **Sl. 7 i 8**. Kao što se vidi na slici, horizontalni dijagram zračenja je ostao praktično nepromenjen. Modifikovana antena je pokazala nešto malo veću dobit od nepromenjene, što je posledica sniženja otpornosti zračenja antene sa **72 na 50 oma**.

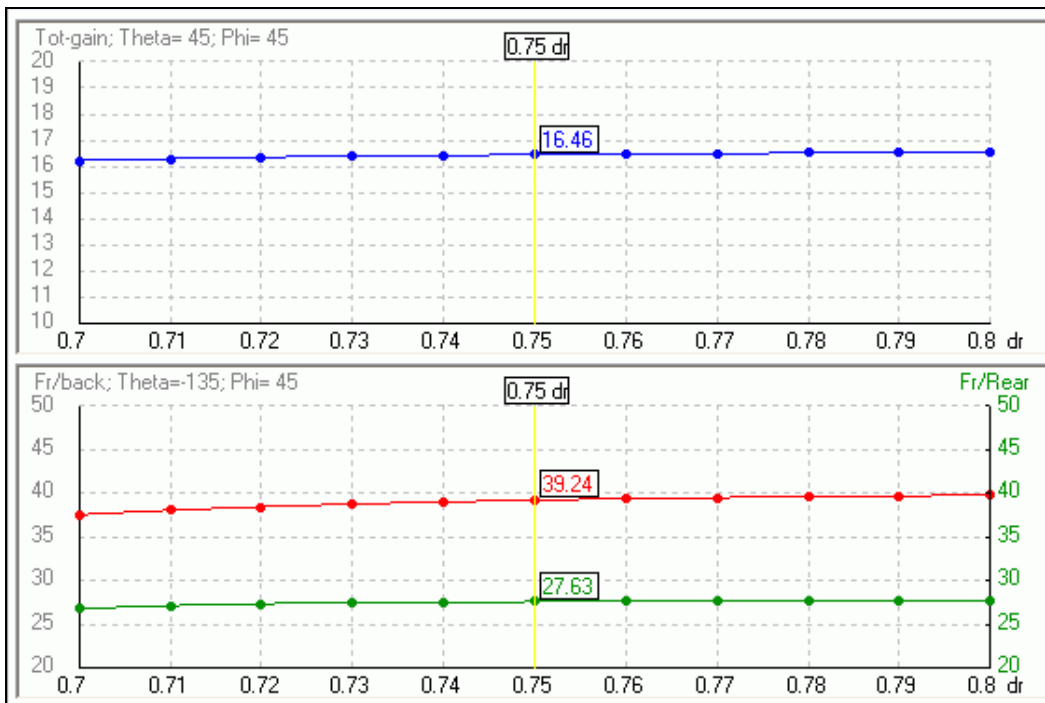
Na **Sl. 9, 10, 11 i 12** date su promene ulazne impedanse i dobiti antene kada se menja samo dužina ili pasivnog ili aktivnog elementa, dok onaj drugi ostaje nepromenjene dužine pri kojoj je davao najbolje rezultate. Pokazalo se da, za najbolje performanse antene, dužina aktivnog elementa i posle dodavanja pasivnog treba da ostane nepromenjena u odnosu na originalnu antenu.



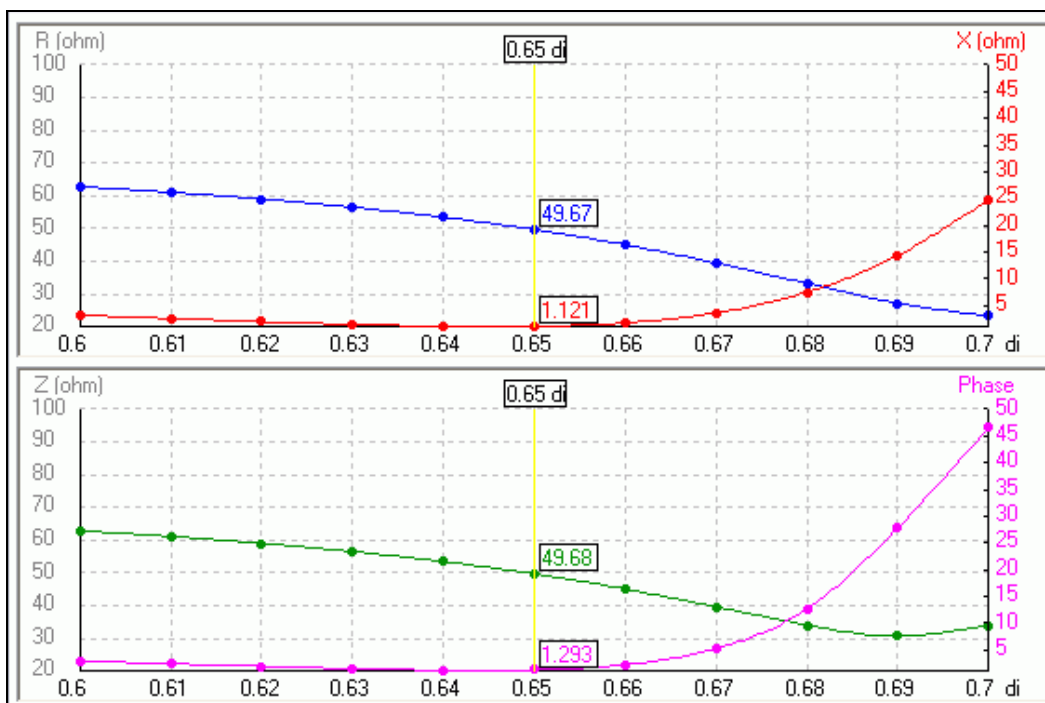
Sl. 9. Ulazno prilagođenje modifikovane antene u zavisnosti od dužine pasivnog elementa DI u talasnim dužinama, pri konstantnoj dužini aktivnog elementa DR=0.75 talasnih dužina.



Sl. 10. Dobit modifikovane antene i potiskivanje sporednih snopova zračenja u zavisnosti od dužine pasivnog elementa DI u talasnim dužinama, pri konstantnoj dužini aktivnog elementa DR=0.75 talasnih dužina.

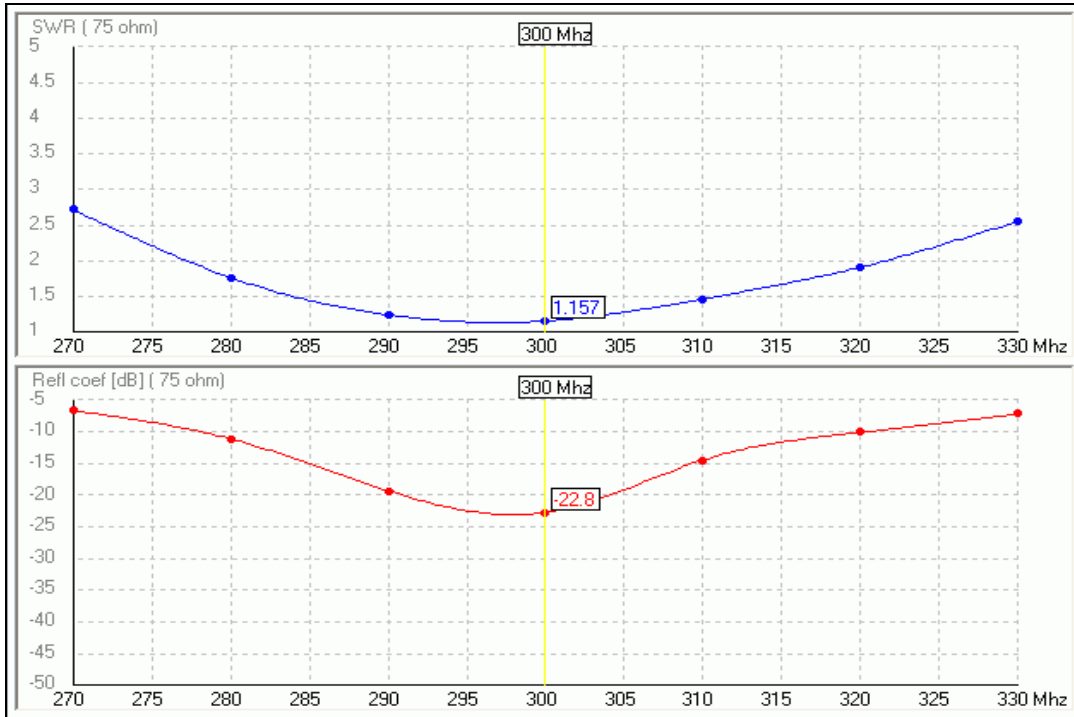


Sl. 11. Dobit i potiskivanje sporednih snopova zračenja modifikovane antene u zavisnosti od dužine aktivnog elementa DR u talasnim dužinama, pri konstantnoj dužini pasivnog elementa DI=0.65 talasnih dužina.

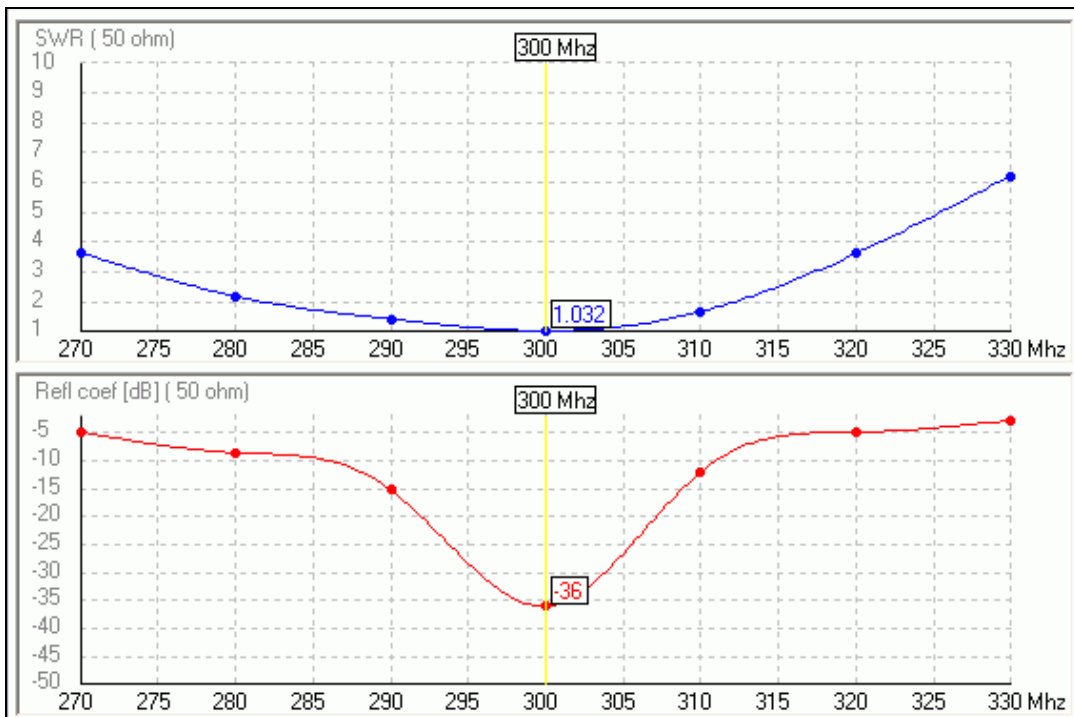


Sl. 12. Ulazna impedansa modifikovane antene u zavisnosti od dužine pasivnog elementa DI u talasnim dužinama, pri konstantnoj dužini aktivnog elementa DR=0.75 talasnih dužina.

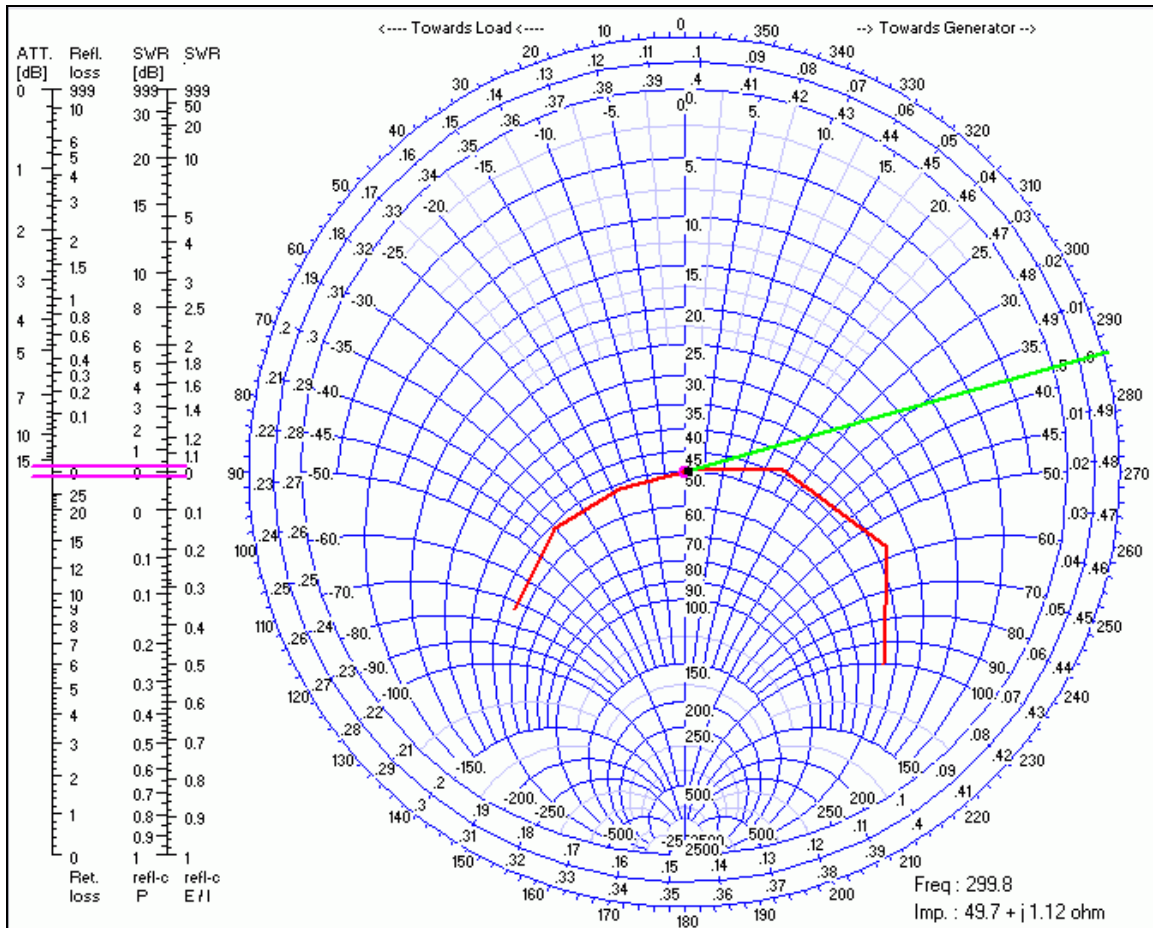
Pri ovoj modifikaciji, zbog sniženja otpornosti zračenja antene očekivalo se i izvesno malo smanjenje širine frekvencijskog radnog opsega antene, što je takođe podvrgnuto ispitivanju. Dobijene vrednosti prilagođenja sa promenom frekvencije su date na **Sl. 13** za nemodifikovanu (**75 oma**) i na **Sl. 14** za modifikovanu (**50 oma**) antenu.



Sl. 13. Ulazno prilagođenje i širina radnog opsega originalne antene na 75 oma.

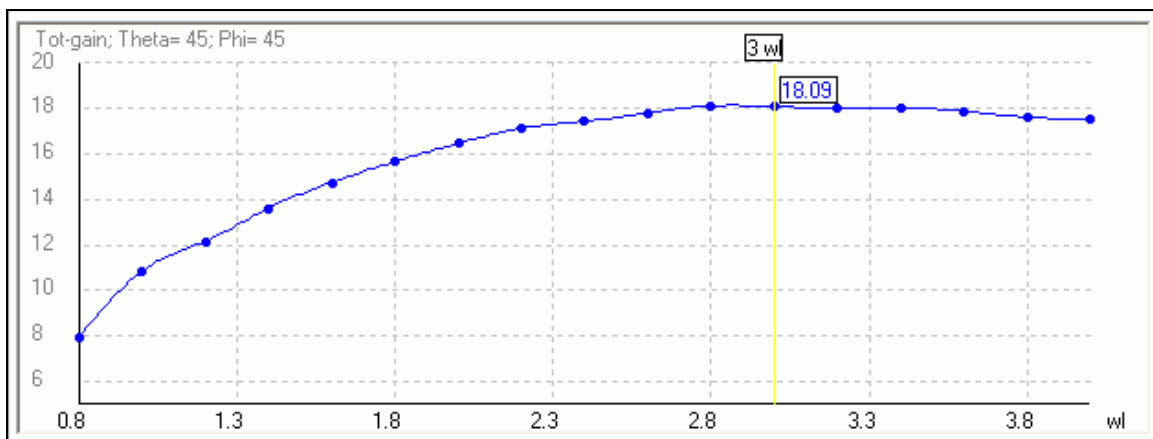


Sl. 14. Ulazno prilagođenje i širina radnog opsega modifikovane antene na 50 oma.



Sl. 15. Promena ulazne impedanse modifikovane 3D korner reflektor antene sa promenom frekvencije od +/- 10% od rezonantne.

Istraženo je i ponašanje dobiti antene sa povećanjem dužine reflektorskih ravni radi upoređenja sa originalnom antenom i određivanja optimalnih dimenzija reflektora radi postizanja maksimalne dobiti antene. Rezultat ove analize dat je na **Sl. 16.**



Sl. 16. Dobit modifikovane 3D korner reflektor antene sa promenom dužine reflektora od 0.8 do 4 talasne dužine.

Modifikacija oblika antene

Računarske simulacije su pokazale da deo donje reflektorske površine koji je najudaljeniji od aktivnog i pasivnog elementa vrlo malo utiče na fokusiranje elektromagnetske energije i formiranje dijagrama zračenja. To nam je dalo ideju da pokušamo sa modifikacijom oblika antene odsecanjem polovine donje reflektorske površine. Njenim uklanjanjem dobijena je mnogo kompaktnija i upola kraća antena. Analiza uticaja ovakve intervencije pokazala je da su performanse antene ostale gotovo nepromenjene.

Smanjenje ukupne dužine antene na polovinu bez ikakvih ozbiljnih posledica ukazuje na to da ostale dve reflektorske ravni ustvari igraju glavnu ulogu u fokusiranju elektromagnetske energije i formiranju vrlo usmerenog dijagrama zračenja sa izvanredno potisnutim sporednim snopovima u obe ravni koji su karakteristični za ovu antenu.

Većeg uticaja u formiranju dijagrama donja reflektorska površina ima samo u delu između apex-a i aktivnog i pasivnog elementa i neposredno oko njih. Uticaj opada sa udaljavanjem od elemenata prema periferiji donje reflektorske površine.

Kao logičan korak u daljem poboljšanju i povećanju dobiti antene nametnula se ideja da se obe vertikalne ravni produže na ukupnu dužinu od **3 talasne dužine** i postigne praktični maksimum dobiti antene. Ovim potezom je ujedno povećano i rastojanje od pasivnog elementa do spoljašnje ivice donje reflektorske površine zbog povećanja dijagonale same reflektorske površine. Tako odsecanje polovine donjeg reflektora kod antena sa reflektorom od **3 talasne dužine** ima manje uticaja na dijagram nego kod antena sa manjim reflektorom, i to zbog fiksnog položaja aktivnog i pasivnog elementa bez obzira na dužinu reflektora.

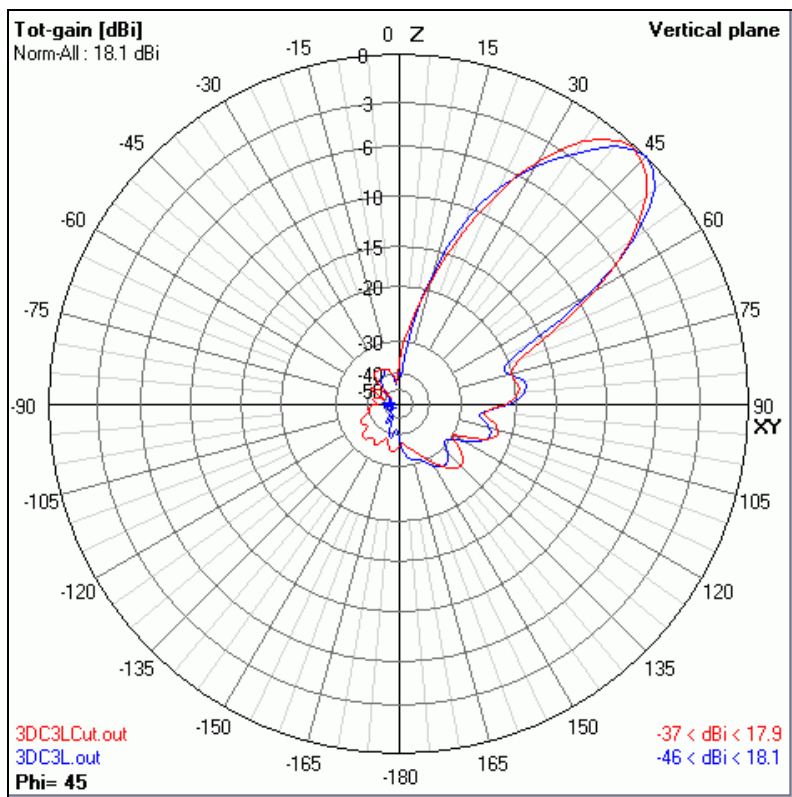
Ovakva antena je podvrgnuta detaljnoj računarskoj analizi i poređenjima sa prethodnim verzijama. Nedvosmisleno se pokazalo da su dobijene performanse superiorne i da je sa upola kraćom i kompaktnijom antenom postignut maksimum praktično moguće dobiti za ovu antenu.

Na **Sl. 17** i **18** prikazana je razlika u obliku dijagrama i dobiti između skraćene i neskraćene antene sa dimenzijom reflektora od **3 talasne dužine**.

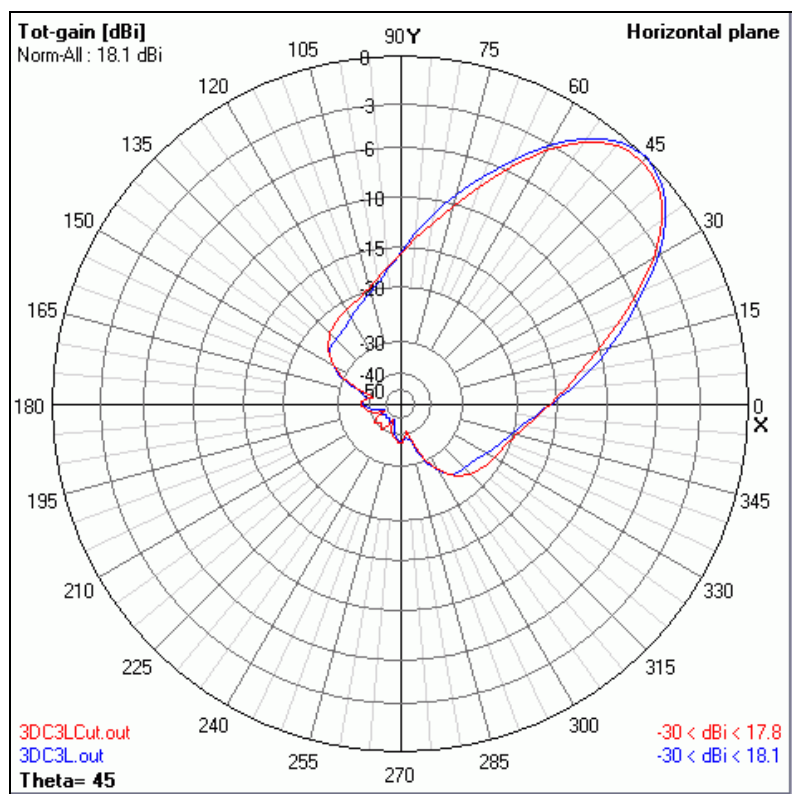
Mala promena u položaju glavnog snopa i rasporedu sporednih snopova zračenja u vertikalnom dijagramu i čak malo suženje horizontalnog dijagrama pokazuju da zbog nedostatka polovine donje površine nije došlo ni do kakvih destruktivnih promena u ponašanju i parametrima antene. Ulazna impedansa je ostala nepromenjena a dobit je opala za oko **0.25 dB** zbog smanjenja efektivne aperture antene.

Rezultati računarskih simulacija iskorišćeni su za pravljenje probnih primeraka antene na kojima su vršena laboratorijska merenja i provele.

Vrednosti izmerenih dobiti antena su se vrlo dobro slagale sa računarskim predviđanjima.



Sl. 17. Vertikalni dijagram zračenja i dobit neskraćene i skraćene antene.



Sl. 18. Horizontalni dijagram zračenja i dobit neskraćene i skraćene antene.

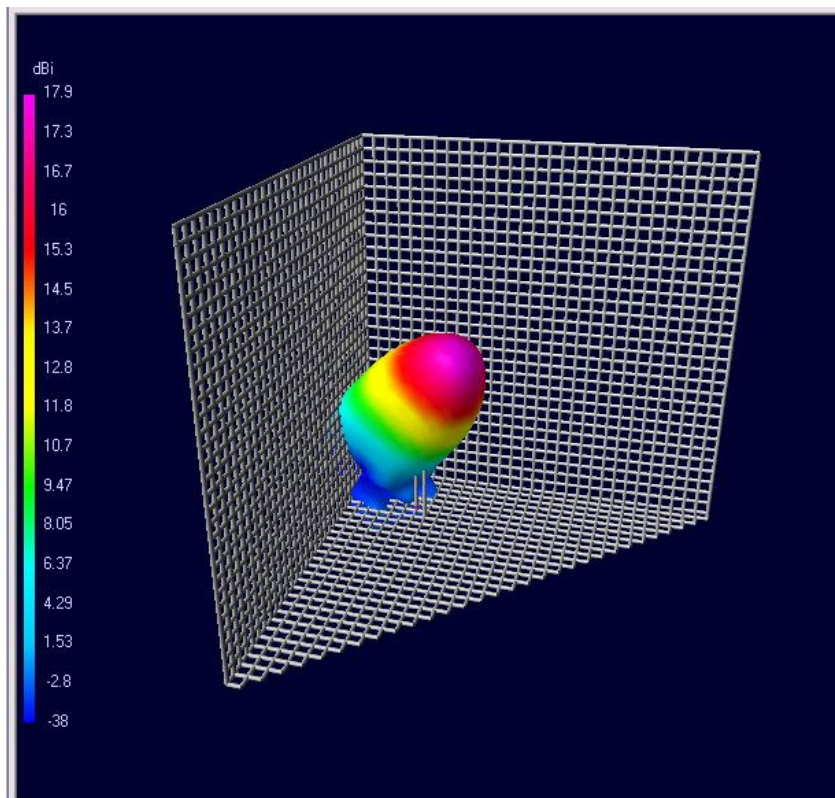
Zaključak

Iz svega iznetog može se zaključiti da je na osnovu dobijenih rezultata računarskih simulacija i laboratorijskih merenja potvrđena mogućnost sniženja otpornosti zračenja antene dodavanjem pasivnog elementa u blizini aktivnog monopola. Ovo je dalo veoma dobre rezultate u pogledu vrednosti dobijene ulazne impedanse antene, širine radnog frekvencijskog opsega, oblika dijagrama usmerenosti i dobiti antene.

Takođe je potvrđena mogućnost značajnog skraćanja dužine antene uz zanemarljivo malu promenu dobiti, ulazne impedanse i oblika dijagrama antene. Time je dobijena manja i kompaktnija antena uz očuvanje dobrih karakteristika originalne antene.

Osim optimizacije ulazne impedanse i oblika antene opisanih u ovom radu, vršena su i ispitivanja mogućnosti promene oblika reflektorskih površina kako bi se postigla približno jednaka širina horizontalnog i vertikalnog ugla dijagrama zračenja. Time bi se omogućila upotreba 3D kornjer reflektor antene kao efikasnog iluminatora za parabolične reflektore.

Dobijeni rezultati u tom pravcu pokazuju da je sa posebno modifikovanim oblicima reflektorske površine moguće ostvariti optimalne uglove dijagrama zračenja za upotrebu sa ofset paraboličnim reflektorima. U posebnom radu biće opisana jedna takva Skraćena 3D kornjer antena sa dodatno modifikovanim oblikom reflektora za rad sa ofset antenama. Istražena je i mogućnost promene oblika antene promenom uglova koje zaklapaju reflektorske ravni. Rezultati računarskih simulacija za drugačije uglove između reflektorskih ravni su lošiji od onih dobijenih za uglove od 90 stepeni.

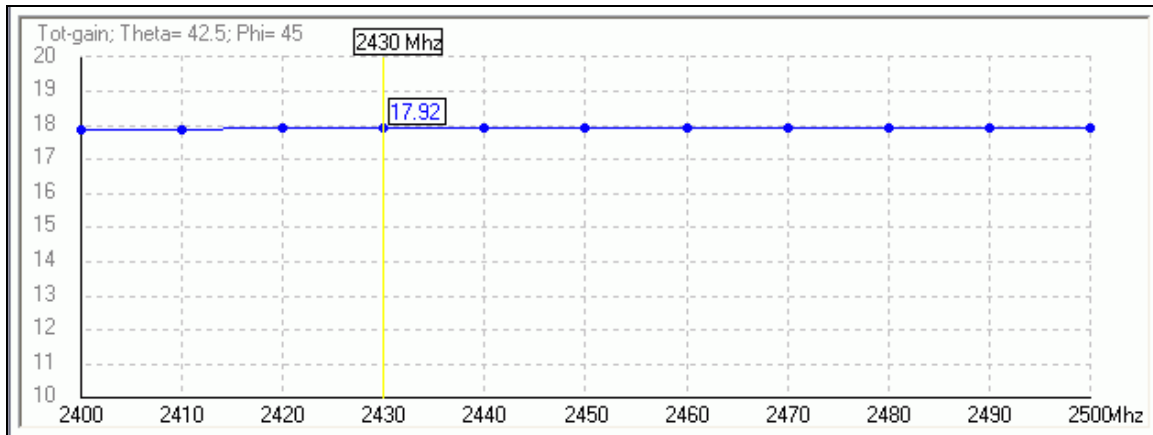


Sl. 19. Pogled sa strane na glavni snop zračenja antene.

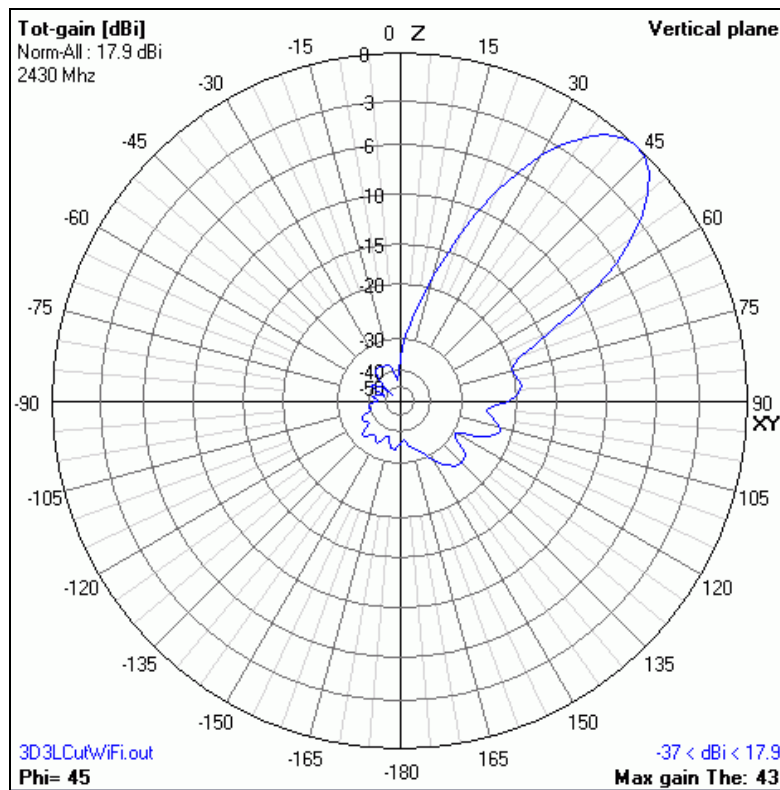
Projektovanje Skraćene 3D korner antene za 2.4 GHz opseg

Kao optimalna dimenzija reflektora usvojena je vrednost od **3 talasne dužine** što na **2.4 GHz** iznosi **370 mm**. Pravilno sagrađena antena ima dobit od oko **17.9 dBi**, što je izuzetna vrednost kada se uzme u obzir jednostavnost izrade. Osim toga ova vrednost predstavlja i **praktični maksimum** za ovaj tip antene.

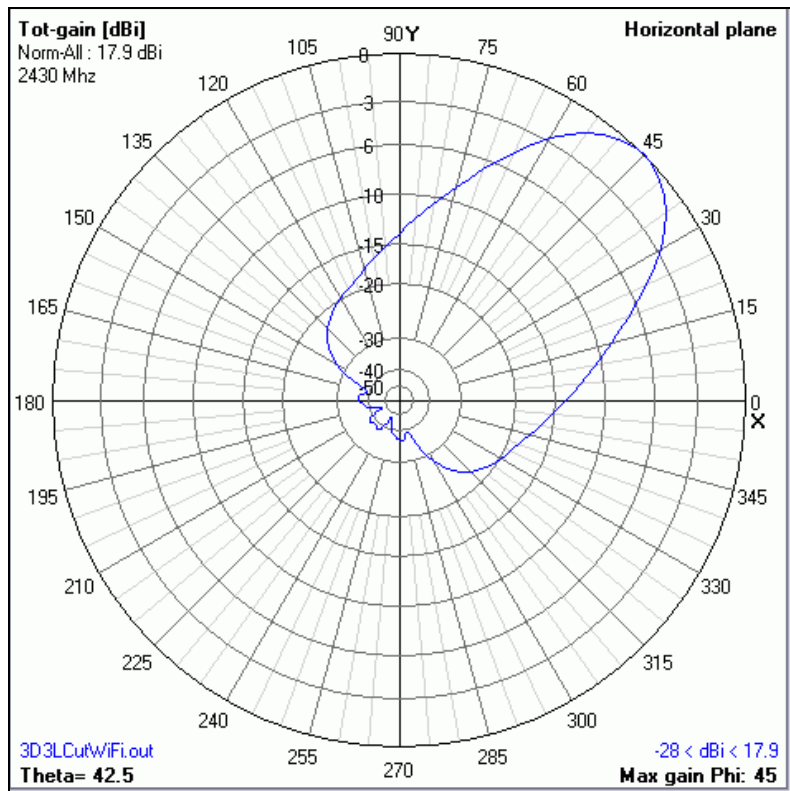
Rezultati simulacije



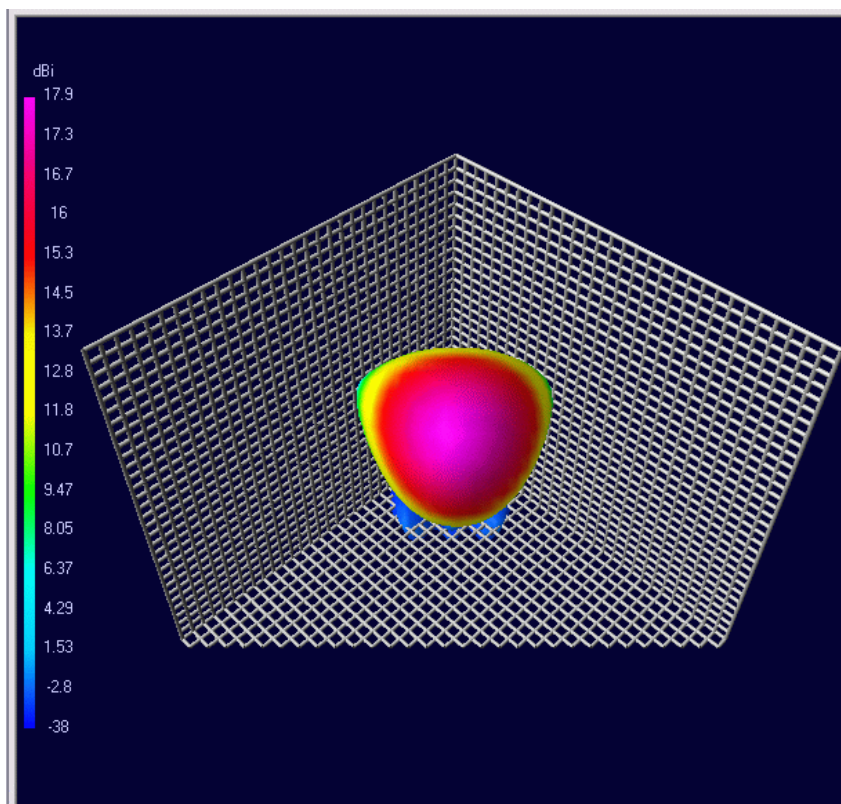
Sl. 20. Dobit skraćene 3D korner antene sa reflektorom od 3 talasne dužine.



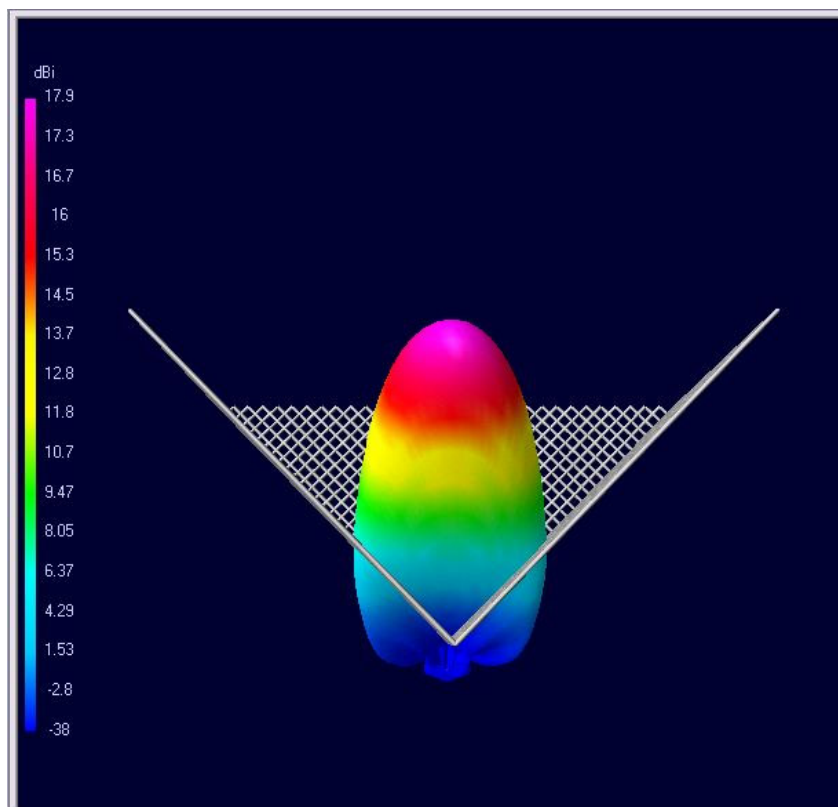
Sl. 21. Vertikalni dijagram skraćene antene za 2.4 GHz.



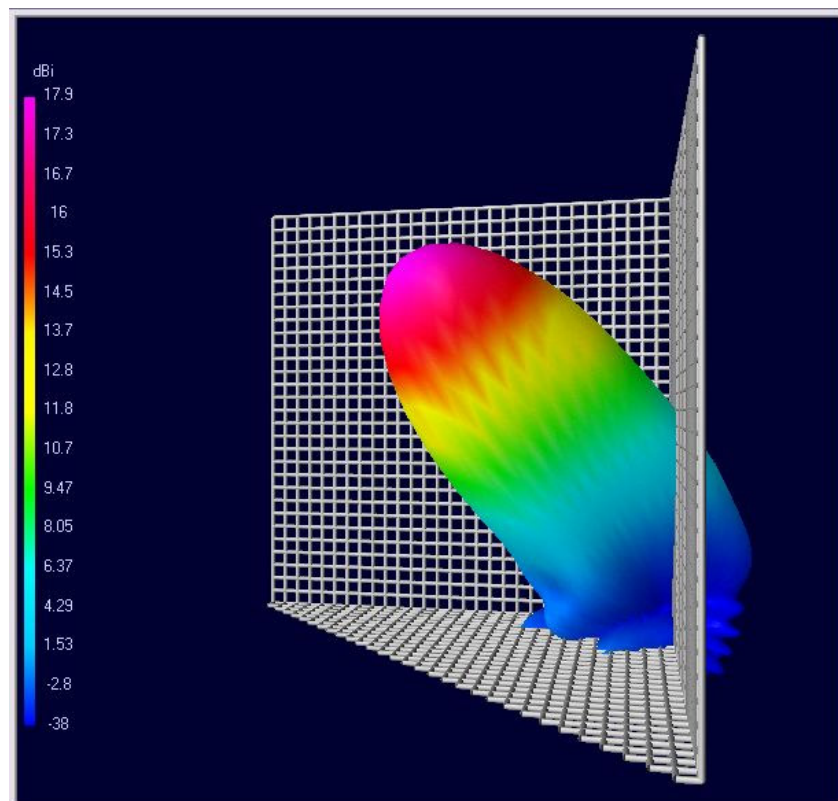
Sl. 22. Horizontalni dijagram skraćene antene za 2.4 GHz.



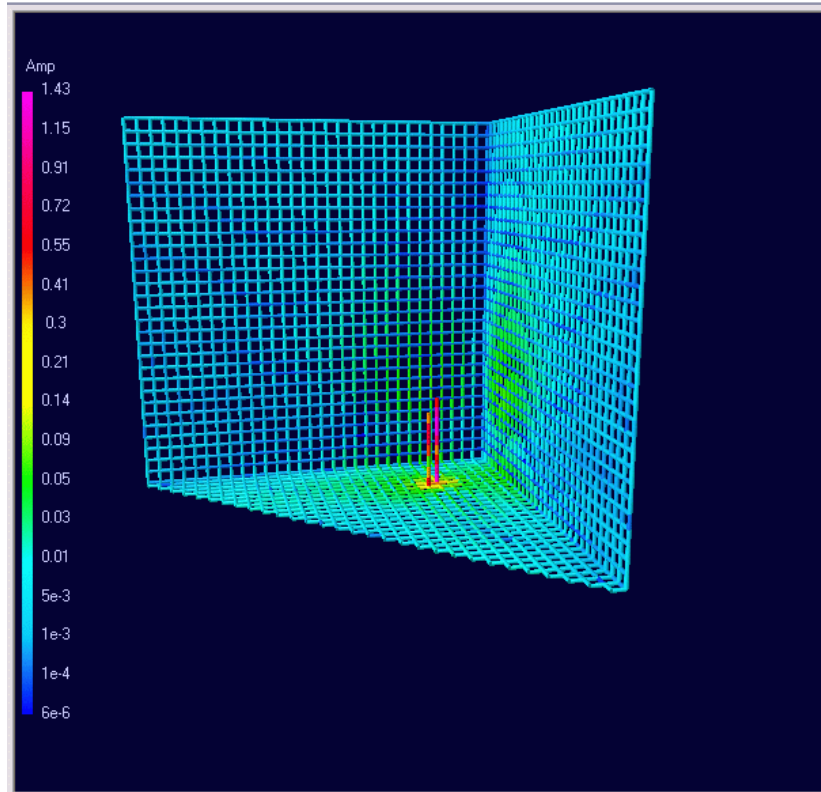
Sl. 23. Pogled spreda na presek glavnog snopa zračenja antene.



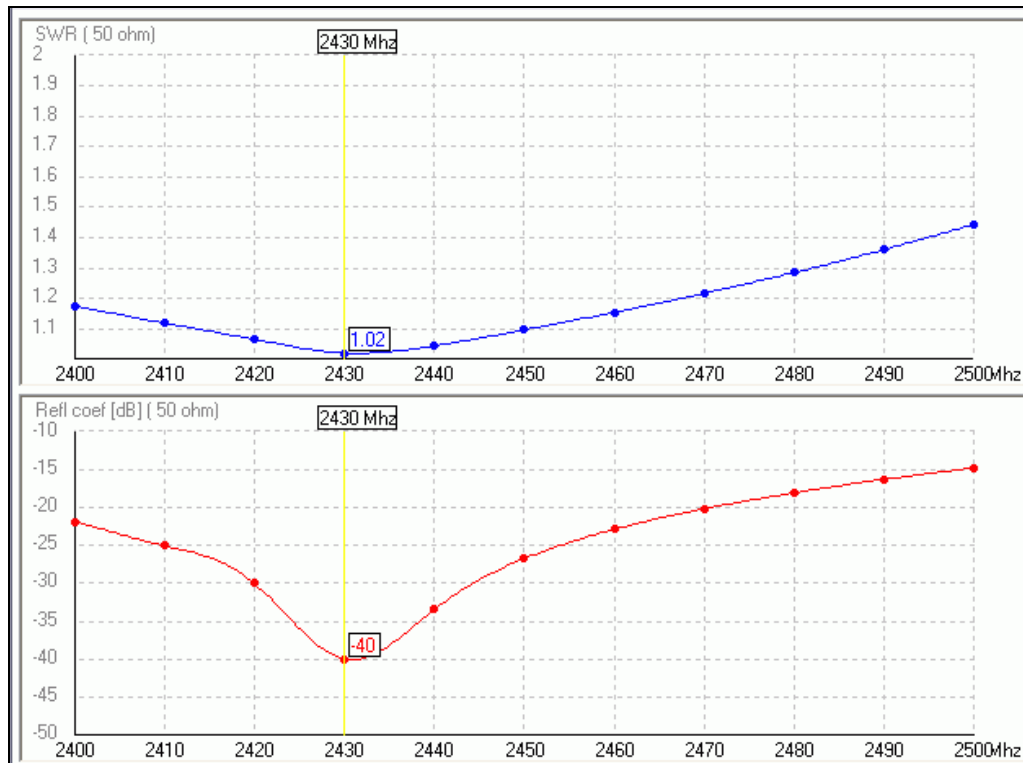
Sl. 24. Pogled odozgo na horizontalni dijagram zračenja antene.



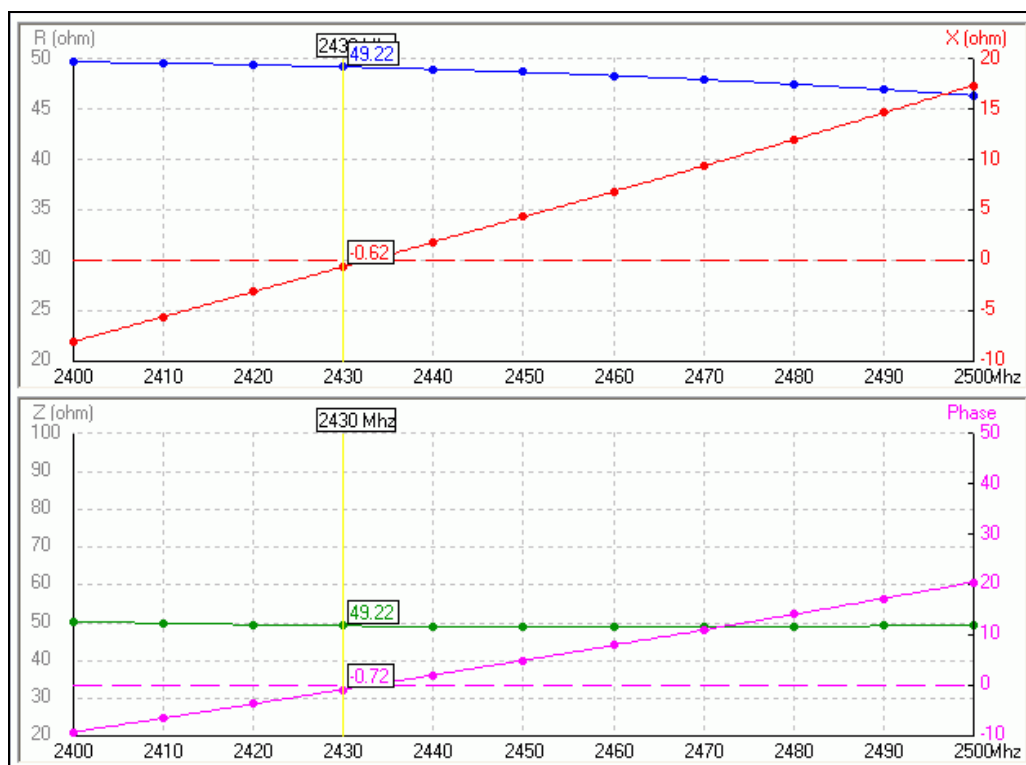
Sl. 25. Pogled sa strane na vertikalni dijagram zračenja antene.



Sl. 26. Skraćena antena sa pozicijama elemenata i jačinama struje pri $P=100W$.



Sl. 27. Ulazno prilagođenje i širina radnog opsega skraćene antene.



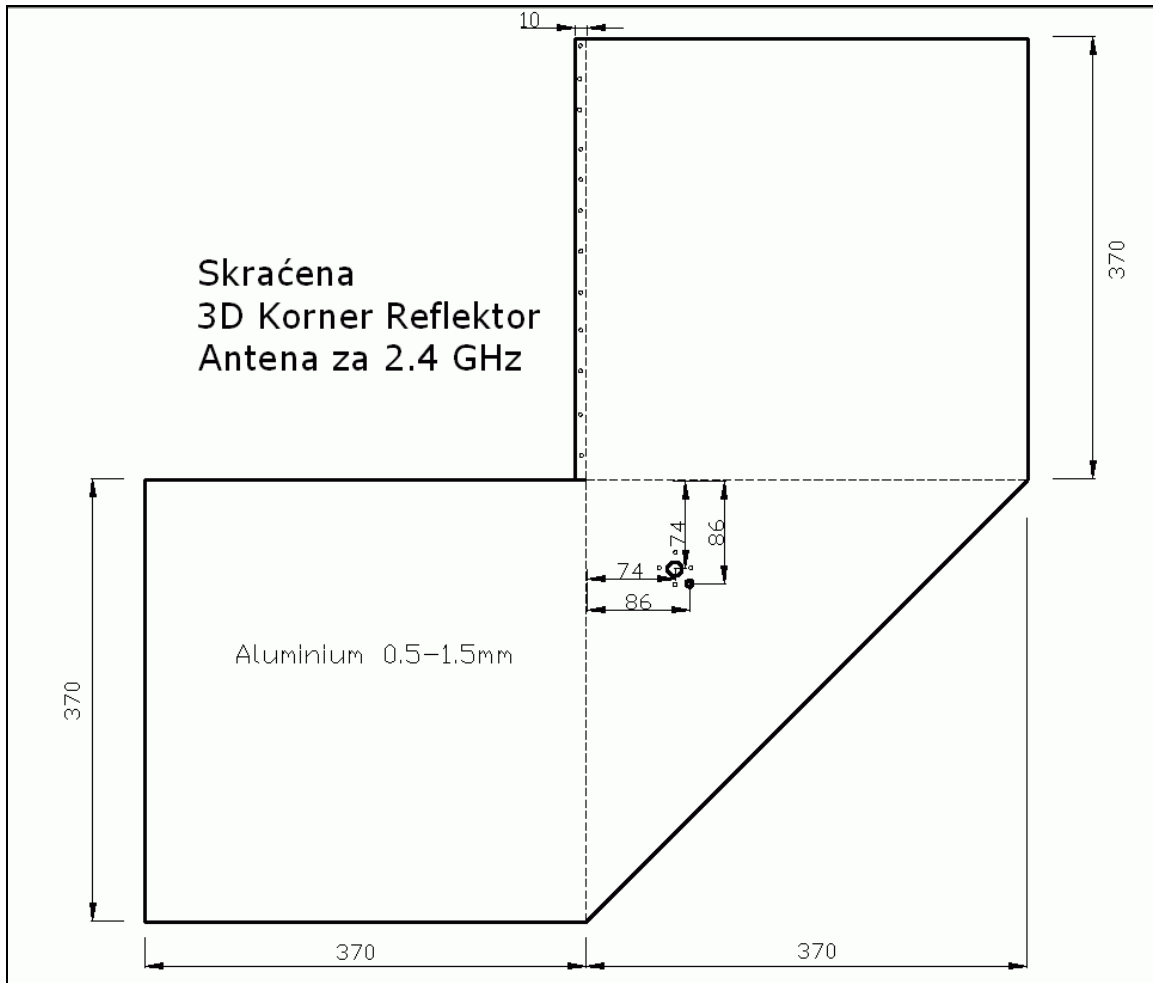
Sl. 28. Ulazna impedansa skraćene antene za opseg radnih frekvencija.

Mehanička konstrukcija Skraćene 3D korner reflektor antene za 2.4 GHz

Antena se pravi od aluminijumskog, bakarnog ili mesinganog (ne od gvođenog ili pocinkovanog) lima. Na donjoj skraćenoj površini, prema datom crtežu na Sl. 30, izbuše se otvori za montažu jednog ženskog **N priključka** i jednog **mesinganog zavrtnja M4-M5 sa dve mesingane matice** za fiksiranje na dužinu određenu proračunom. Na **N priključak**, odnosno iglicu koja je **skraćena na 2-3mm**, zalemi se bakarna žica ili cevčica spoljašnjeg prečnika **4mm**, tako da njena ukupna dužina sa iglicom priključka na koji se lemi odgovara proračunu dužine aktivnog elementa **DR**, **mereno od reflektorske površine**. Mesingani zavrtnj je produžen time što je na njegov kraj takođe zalemljena bakarna žica ili cevčica spoljašnjeg prečnika **4mm**, čija je dužina odabrana tako da sa polovinom dužine zavrtnja daje proračunsku dužinu elementa za podešavanje **DI**. Dužinu pasivnog elementa treba podesiti prema dimenzijama datim na crtežu na Sl. 31. Treba voditi računa da masa **N priključka** i mesingane matice zavrtnja imaju dobar spoj po celom obimu sa reflektorskom površinom. **To je veoma važno za pravilan rad antene!** Zaštita od atmosferskih uticaja vrši se prevlačenjem N konektora i njegovog spoja sa aktivnim elementom **tankim slojem polietilena** pomoću pištolja koji topi polietilenske šipke i u tečnom stanju nanosi plastiku na željenu površinu.

Upotreba silikona je izričito zabranjena zbog njegovih veoma loših električnih osobina, velikih RF gubitaka i izrazite hemijske agresivnosti!

Bakarni elementi, kao i bakarne ili mesingane reflektorske površine, zaštićuju se od korozije tankim slojem **auto-laka** koji se ravnomerno nanese pomoću spreja.



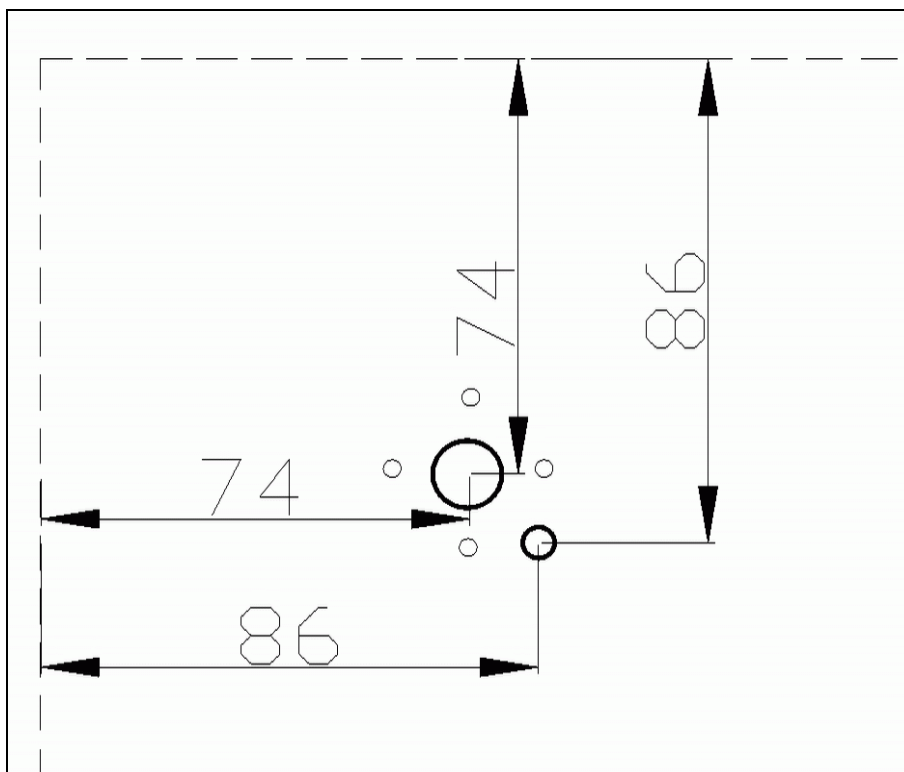
Sl. 29. Oblik i dimenzije na koje treba iskrojiti lim za antenu.

Reflektorska površina antene mora da bude urađena skoro kao da je izlivena iz jednog komada! To znači da se celokupna reflektorska površina u sve tri ravni mora ponašati kao kontinuirana površina sa dobrim električnim kontaktom celom dužinom na spojevima između pojedinih reflektorskih ravni.

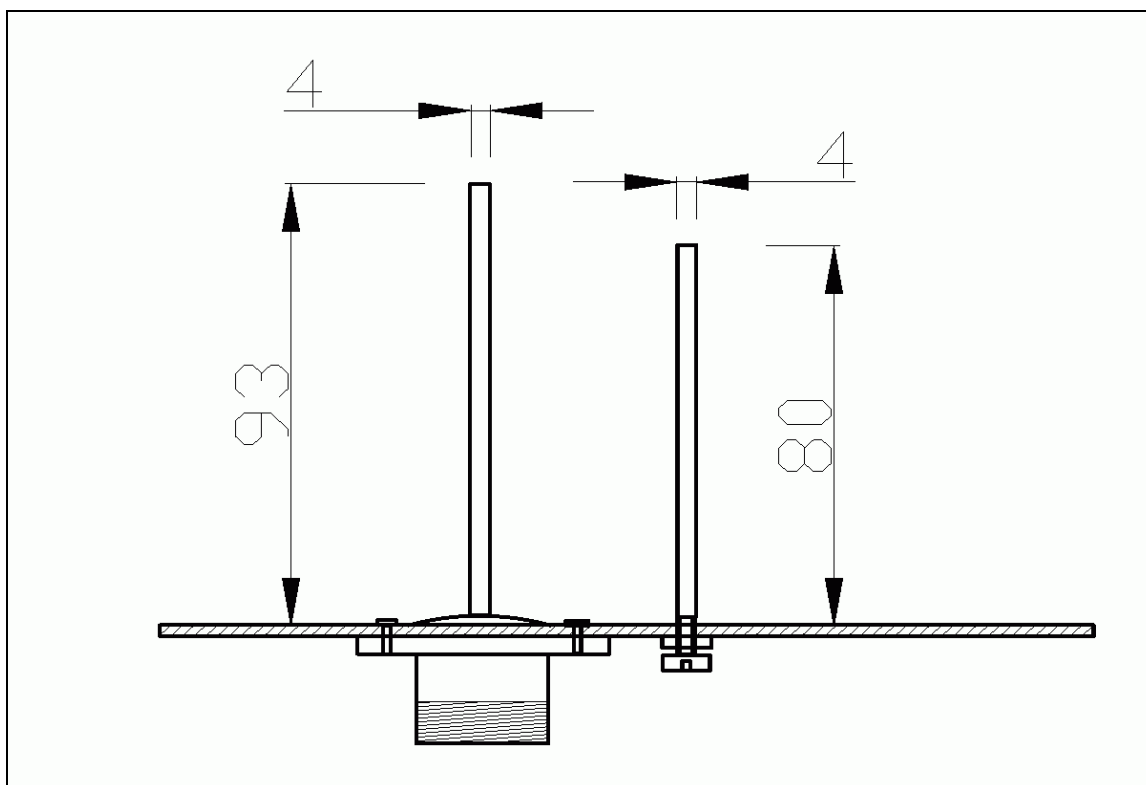
Pošto jedan spoj ipak mora da postoji između dve ravni, onda je najbolje da on bude između dve vertikalne ravni. Tada je linija spoja paralelna sa aktivnim elementom, tako da ne preseca put strujama koje teku paralelno sa elementom koji ih indukuje. Ako je linija spoja pod pravim uglom na aktivni element, onda slab spoj preseca struje koje teku u reflektoru i antena loše radi! To je veoma važno!

Zato treba iskrojiti lim za antenu **upravo onako kako je to dato na crtežu** na Sl. 29 i saviti ga pod pravim uglom po isprekidanim linijama!

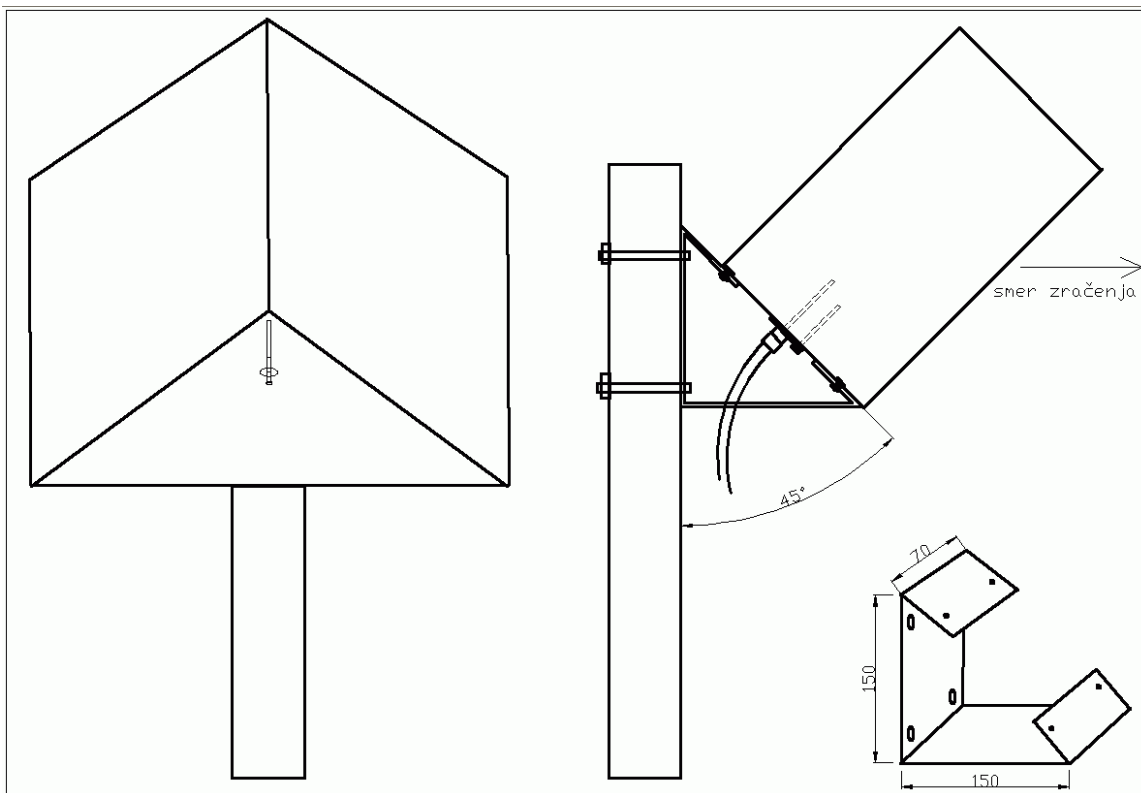
Osim dobrog naleganja površina koje se međusobno spajaju, i broj zavrtanja ili pop nitni sa kojima je izvršen spoj treba da bude što veći, a najmanje na svakih **10-20mm!** Ako se antena pravi od mesinganog ili bakarnog lima, najbolje je sastav limova zalemiti sa spoljašnje strane antene.



Sl. 30. Dimenzije položaja rupa za aktivni i pasivni element antene.



Sl. 31. Dimenzije aktivnog i pasivnog elementa antene.



Sl. 32. Način pravilne montaže antene na stub.

Ono što je neobično prilikom korišćenja ove antene je njeno usmeravanje. Postoji navika da antene zrače u smeru neke od geometrijskih dimenzija ili normalno na reflektorsku površinu. **Međutim, kod ove antene to nije slučaj!**

Njen dijagram zračenja je pod uglom od 45 stepeni u odnosu na sve tri reflektorske ravni i o tome se mora voditi računa pri usmeravanju! Zato je obavezno treba montirati na stub pomoću nosača koji će obezbediti u prvom redu da antena zrači prema horizontu, tj. sa elevacionim uglom od 0 stepeni. Da bi se to postiglo potrebno je antenu montirati pod uglom od 45 stepeni, kao na Sl. 32. Tek tada je možemo lako usmeravati po azimutu prema korespondentu okretanjem antene oko ose nosećeg stuba.

Podešavanje impedanse pomoću pasivnog elementa je veoma nekritično, široko i upravo onako kako se očekivalo.

Zato je praktično moguće napraviti antenu, precizno odmeriti potrebne dimenzije i rastojanja elemenata i antena će odmah biti podešena **bez ikakvog daljeg podešavanja** na instrumentima koji su većini graditelja teško dostupni. To je još jedna velika prednost ove antene.

Ovako sagrađena antena pokriva ceo **2.4 GHz Wireless** opseg, tj. sve kanale od **1-14** i **nije potrebno preračunavanje za svaki kanal posebno**, jer antena ima potpuno istu dobit na svim kanalima (Sl. 20). Ulazna impedansa i prilagođenje ostaju veoma dobri u širokom opsegu frekvencija, kao što se to vidi na **Sl. 27 i 28!**

Preračunavanje Skraćene 3D korner reflektor antene za druge frekvencije

S obzirom na svoj princip rada, ova antena može da radi na frekvencijama od nekoliko desetina **MHz** pa sve do nekoliko **GHz**. Upravo zbog toga, vrlo lako se može prilagoditi za rad na bilo kojoj frekvenciji.

Na nižim frekvencijama može se za reflektor, umesto lima, koristiti mreža sa otvorima manjim od **0.1 talasne dužine**. Na vrlo visokim frekvencijama potrebna je preciznost izrade aktivnog i dodatog elementa i dobri spojevi.

Dimenzije Skraćene 3D korner reflektor antene u **talasnim dužinama** (Lambda) su sledeće:

Dimenzije reflektora (mereno od temena do kraja):	L = 3 x 3	Lambda
Dužina aktivnog elementa (mereno od reflektora):	DR = 0.754	Lambda
Dužina pasivnog elementa (mereno od reflektora):	DI = 0.650	Lambda
Prečnik elemenata:	FI = 0.032	Lambda
Pozicija aktivnog elementa (mereno od temena):	x = 0.6, y = 0.6	Lambda
Pozicija pasivnog elementa (mereno od temena):	x = 0.7, y = 0.7	Lambda

Talasna dužina se može izračunati po formuli:

$$\text{Lambda} = 299.8 / \text{frekv.}$$

Talasna dužina se dobija u **metrima** ako se frekvencija unese u **MHz**.

U Beogradu, juna 2005.
