

# Uticaj prečnika nosača na Yagi Antenu

*Dragoslav Dobričić, YUIAW (Serbia)*

[dragan@antennex.com](mailto:dragan@antennex.com)

## Uvod

Šest različitih antena za 2 m opseg sa istim dužinama nosača i veoma sličnim pojačanjem ali sa različitom osetljivošću na okolinu zbog njihovog različitog Q faktora uzete su da bi se istražio uticaj nosača na performanse Yagi antene.

Sve antene imaju dužinu nosača od 4 talasne dužine, pojačanje od 16-16.5 dBi, ali kada su suve ili vlažne, prosečni Q faktor im se razlikuje za više od 10 puta [2]!

Različite antene pokazuju različitu osetljivost na uticaje okoline i može se očekivati da nosač antene, kao „uljez“, može takođe da pokaže različite uticaje na različite antene. Ova serija kompjuterskih simulacija je sprovedena da bi se proverila ta očekivanja.

Na istoj dužini nosača, ovih šest antena ima različit broj elemenata, između 12 i 16. Sve antene su simulirane pod potpuno jednakim uslovima i sa najvećom razumnom preciznošću.

Za ovaj posao korišćen je profesionalni program za simulaciju antena baziran na FIT metodi umesto uobičajenog MoM baziranog programa koji se pokazao kao neodgovarajući zbog nekoliko neprihvatljivih programskih ograničenja [1].

Parametri antene na kojima su se očekivali uticaji nosača i koji su monitorisani su:

1. Ulazno povratno slabljenje antene (S11) dato u dB
2. Širokopolasna usmerenost data u dB u odnosu na izotropni radijator
3. Dijagram usmerenosti u E i H ravni

Ulazno povratno slabljenje je normalizovano na impedansu od 50 oma za sve antene osim za DK7ZB-12-6 koja je normalizovana na impedansu od 28 oma prema impedansi antene koju je naveo njen autor.

Širokopolasna usmerenost i ulazno povratno slabljenje su monitorisani u opsegu od 142-148 MHz što je šire od amaterskog opsega, da bi se omogućio bolji uvid u uticaj nosača na performanse Yagi antena.

Yagi antene su prvo simulirane bez nosača a onda im je dodat nosač od okrugle metalne cevi. Nosač je postavljen ispod ose antene i elemenata tako da je rastojanje između gornje najbliže površine nosača i ose elemenata uvek 7 mm. Zatim je menjan poluprečnik nosača (**br**) od 10 do 50 mm.

To predstavlja simulaciju Yagi antene sa izolovanim elementima od nosača, koji su montirani na različite prečnike nosača (20-100 mm) pomoću plastičnih izolatora sa vrlo malom relativnom dielektričnom konstantom i na konstantnoj visini iznad nosača.

## Rezultati simulacije

Zbog lakšeg poređenja, rezultati su složeni u grupe, ne prema tipu antene, nego prema karakteristikama antene koja je monitorisana. Na ovaj način je bilo lakše porediti rezultate uticaja nosača na pojedine karakteristike za različite antene.

Na prikazanim dijagramima možemo videti da se krive povratnog slabljenja pomeraju ka višim frekvencijama uporedo sa povećanjem prečnika nosača. To je rezultat dobro poznatog efekta koji predviđaju teorijski proračuni i koji je potvrđen brojnim praktičnim merenjima, naime, prisustvo debelog provodnog nosača u blizini elemenata ima tendenciju da skraćuje efektivnu dužinu elemenata i zbog toga pomera karakteristike antene ka višim frekvencijama.

Rezonanca i ostale karakteristike antene takođe se pomeraju na višu frekvenciju. Uticaji nosača na antenu vrše pomeranje performansi na višu frekvenciju, što je upravo obrnuto od uticaja koje vrši vlaga na elementima antene.

Prisustvo provodnog nosača i njegovi efekti delimično kompenzuju efekte vlage na elementima. To je glavni razlog zašto većina vlažnih antena radi bolje nego što MoM bazirani programi predviđaju. MoM bazirani programi poput NEC-2 i NEC-4 ne "vide" sve indukovane struje u nosaču i zbog toga ne mogu da računaju njegove "kompenzacione" efekte na karakteristike suve ili mokre antene.

Paradoksalno, izgleda da karakteristike antene koja je izračunata sa NEC programom, koji ne uzima u obzir efekte nosača, i koja je sagrađena sa nosačem od izolacionog materijala, trpe više zbog vlage na elementima nego karakteristike iste antene sagrađene sa nosačem od provodnog materijala, zbog nedostatka "kompenzujućih" efekata koje provodni nosač vrši na karakteristike vlažne antene.

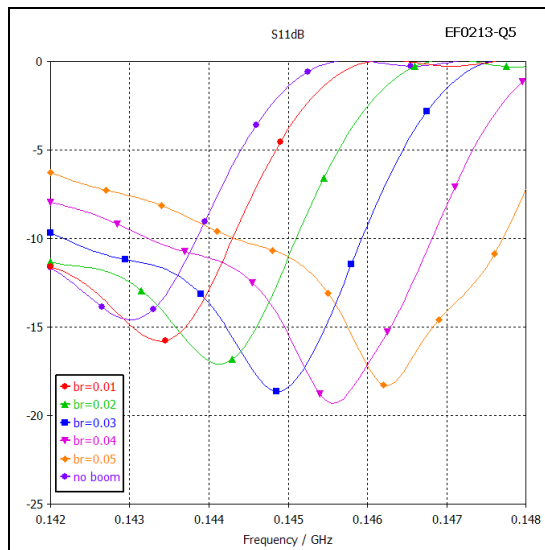
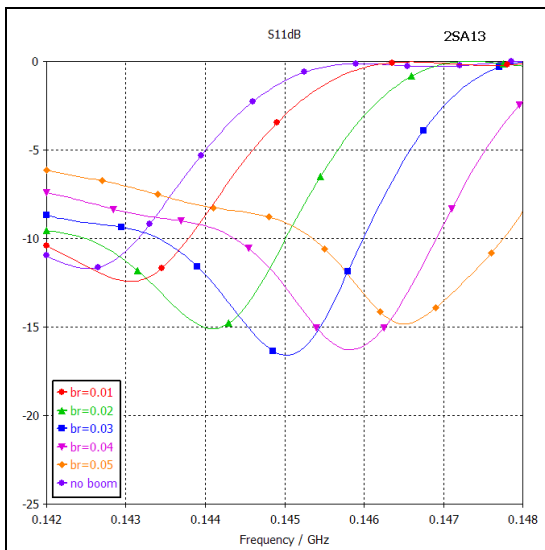
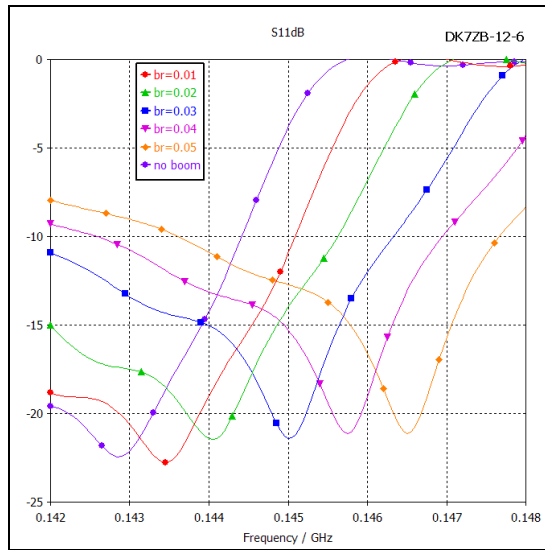
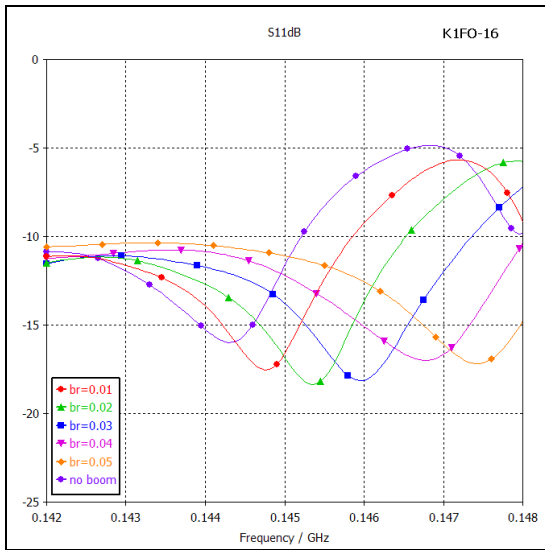
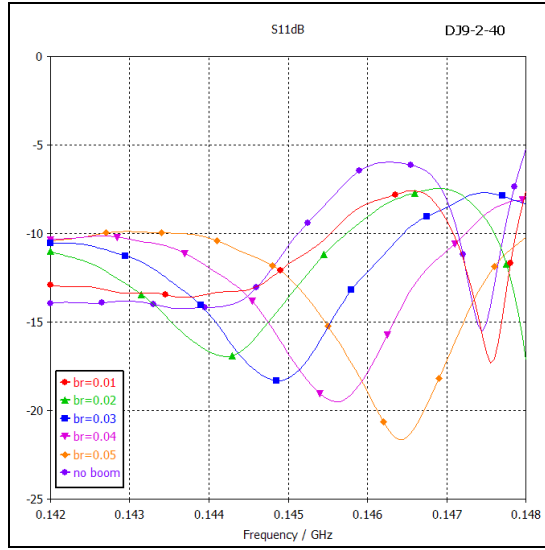
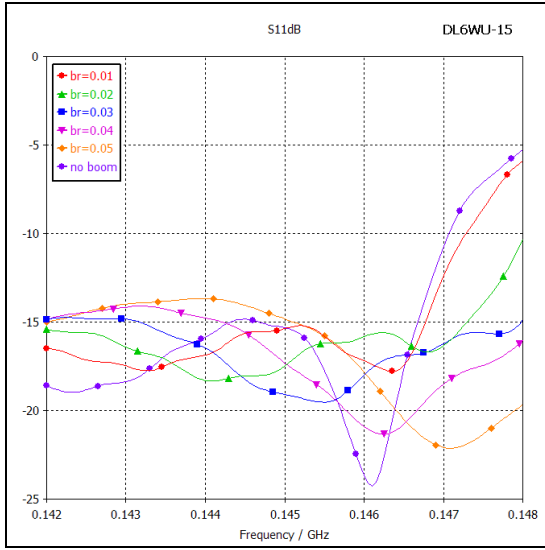
### **Ulazno povratno slabljenje**

Na prikazanim dijagramima povratnog slabljenja možemo videti značajno pomeranje karakteristika antena prema višim frekvencijama kada se povećava poluprečnik nosača. Frekvencijski pomeraj je 0.5-1 MHz za svakih 10 mm povećanja poluprečnika. Imajući u vidu širinu amaterskog opsega u Evropi od 2 MHz to iznosi skoro 50%.

Antene i sa visokim i sa niskim Q faktorom imaju sličnu vrednost apsolutnog pomeraja frekvencije "najboljeg prilagođenja", ali antene sa nižim vrednostima prosečnog Q faktora obično daju veću širinu opsega u kome su prilagođene zbog njihovog šireg radnog opsega i boljeg ponašanja na gornjem delu opsega.

Za neke antene, obično one sa niskim prosečnim Q faktorom, uticaji provodnog nosača su donekle "konstruktivni" na način da, osim frekvencijskog pomeraja, takođe proširuju radni opseg antene. Istovremeno za neke druge antene prisustvo provodnog nosača proizvodi samo frekvencijski pomeraj karakteristika prilagođenja bez značajnijeg proširenja radnog opsega antene.

Promene ulaznog prilagođenja i maksimalne razlike veličina povratnog slabljenja u DX opsegu 144-145 MHz i u celom amaterskom opsegu 144-146 MHz date su u Tabeli 1. Iz rezultata u Tabeli 1 očigledno je da antene sa nižim prosečnim Q faktorom imaju manju varijaciju prilagođenja i razliku veličina povratnog slabljenja usled promene debljine nosača u datim opsezima.



**Tabela 1**

Tip Antene	Prosečan Q faktor suve/vlažne antene	Promena povratnog slabljenja 144-145 MHz [dB]	Razlika povratnog slabljenja 144-145 MHz [dB]	Promena povratnog slabljenja 144-146 MHz [dB]	Razlika povratnog slabljenja 144-146 MHz [dB]
DL6WU-15	13.8 / 16.3	-13.7 – -19.1	5.4	-13.7 – -23.5	9.8
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	-10.2 – -18.3	8.1	-6.2 – -19.5	13.3
K1FO-16	8.3 / 12.7	-10.5 – -17.5	7.0	-6.3 – -18.3	12
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	-3.9 – -21.5	17.6	0.0 – -21.5	21.5
2SA13	75.1 / 224.7	-1.0 – -16.6	15.6	-0.1 – -16.6	16.5
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	-1.4 – -18.6	17.2	0.0 – -19.3	19.3

**Širokopojasna usmerenost**

Kao što se očekivalo, krive širokopojasne usmerenosti takođe su pomerene na višu frekvenciju zbog uticaja provodnog nosača na elemente antene. Kod svih antena primetno je izvesno proširenje krivih širokopojasne usmerenosti usled uticaja nosača.

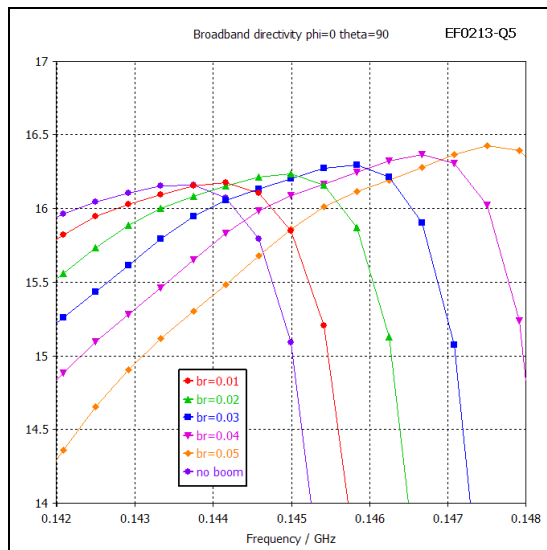
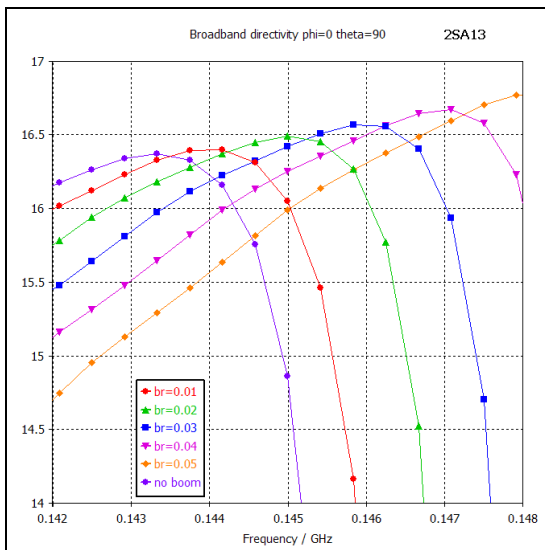
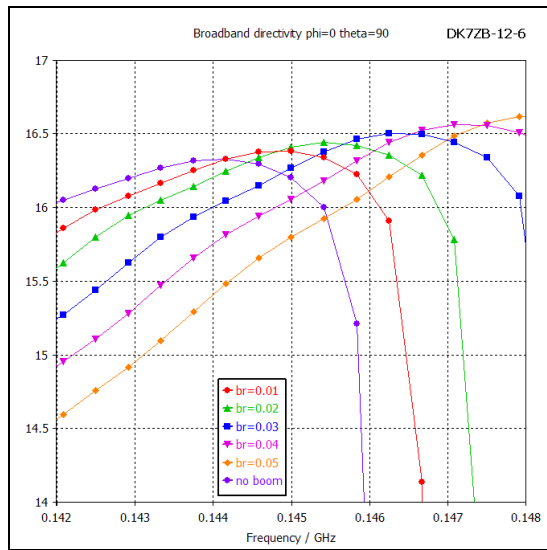
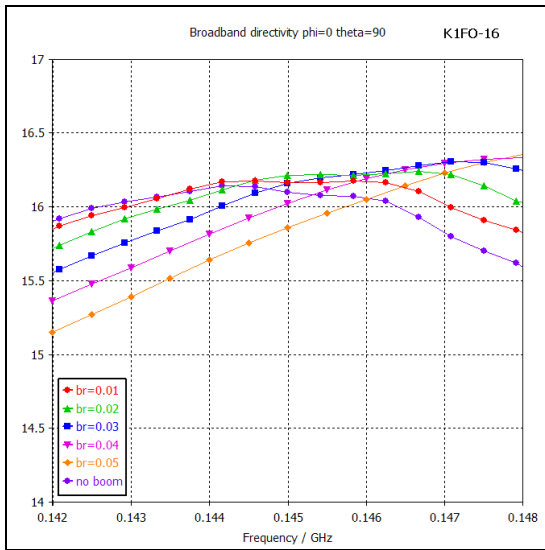
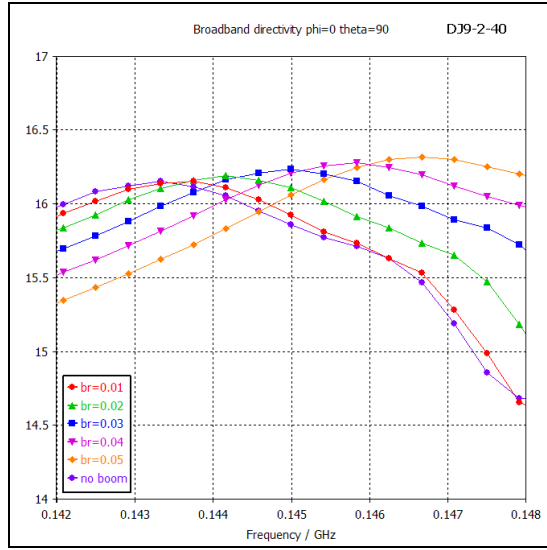
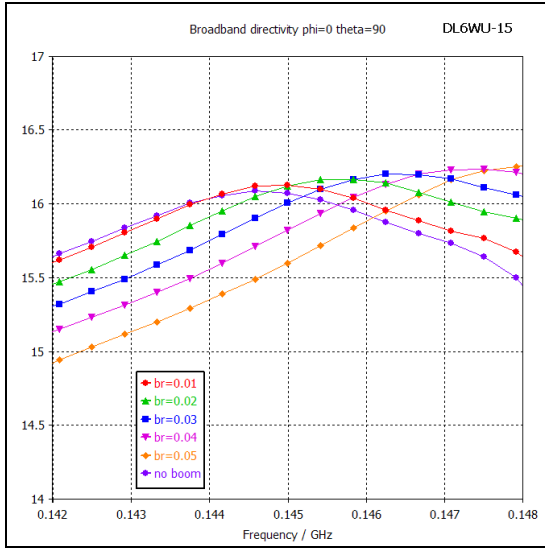
Oba ova efekta mogu da proizvedu značajnu promenu direktivnosti antene u okviru širine amaterskog opsega.

Ova promena direktivnosti je data u Tabeli 2 za ceo opseg 144-146 MHz kao i za DX deo opsega 144-145 MHz. Pored ovoga date su i vrednosti maksimalnih razlika vrednosti direktivnosti antene u okviru ova dva opsega.

Antene sa visokim vrednostima prosečnog Q faktora pokazuju veću promenu direktivnosti kao rezultat njihove veće osetljivosti na uticaje nosača i njihov uži radni opseg.

**Tabela 2**

Tip Antene	Prosečan Q faktor suve/vlažne antene	Promena usmerenosti 144-145 MHz [dB]	Razlika usmerenosti 144-145 MHz [dB]	Promena usmerenosti 144-146 MHz [dB]	Razlika usmerenosti 144-146 MHz [dB]
DL6WU-15	13.8 / 16.3	15.3 – 16.1	0.8	15.3 – 16.2	0.9
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	15.8 – 16.2	0.4	15.7 – 16.3	0.6
K1FO-16	8.3 / 12.7	15.6 – 16.2	0.6	15.6 – 16.2	0.6
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	15.4 – 16.4	1.0	13.1 – 16.5	3.4
2SA13	75.1 / 224.7	14.8 – 16.5	1.7	1.4 – 16.5	15.1
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	15.1 – 16.2	1.1	4.7 – 16.3	11.6



## Dijagram antene

Svi dijagrami su simulirani na frekvenciji 144.5 MHz. Ova frekvencija je izabrana zato što antene sa visokim vrednostima prosečnog Q faktora obično imaju veoma izobličen dijagram na višim frekvencijama. One su obično kompjuterski optimizirane da rade samo u donjem delu amaterskog opsega i time su uslovile ovakav izbor frekvencije.

Na prikazanim dijagramima usmerenosti u E i H ravni vidljivo je da je najveći uticaj nosača na ugaonu poziciju i veličinu prvog para sporednih snopova i zadnjeg snopa. Antene sa niskim vrednostima prosečnog Q faktora pokazuju mnogo stabilniju ugaonu poziciju i veličinu sporednih snopova u obe ravni.

Promena veličine zadnjeg snopa sa promenom poluprečnika nosača je takođe manja za antene sa nižim Q faktorom.

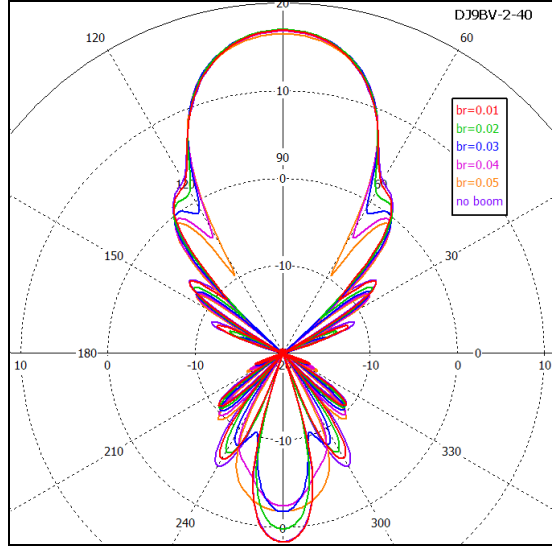
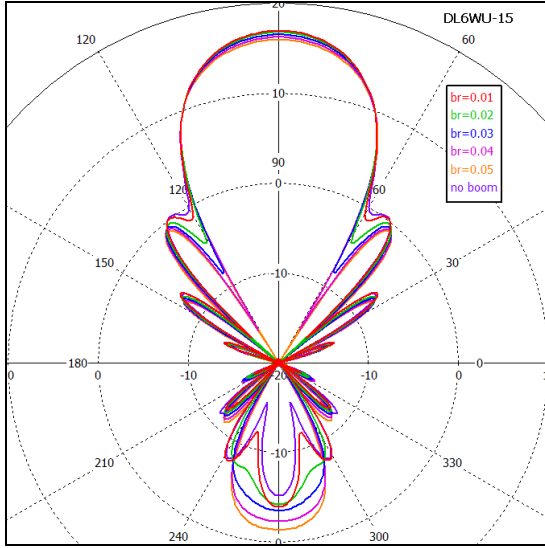
Zbog stalne promene ugaone pozicije prvih sporednih snopova bilo je teško napraviti precizna kvantitativna poređenja i prikazati ih u odgovarajućoj tabeli.

Dijagrami usmerenosti u kartezijanskom koordinatnom sistemu pružali su bolje uslove za preciznije očitavanje ovih vrednosti pa je zato iskorišćena ta mogućnost za određivanje vrednosti datih u Tabeli 3.

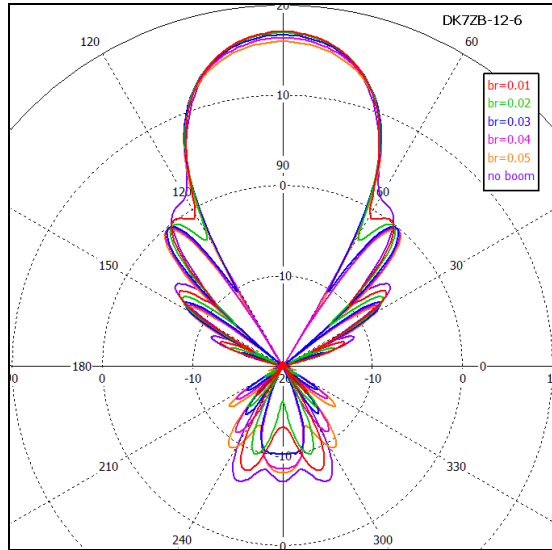
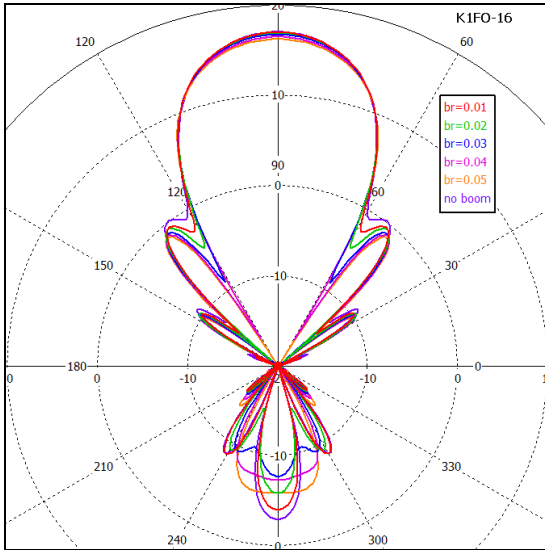
Promena veličine zadnjeg snopa a time praktično i promena F/B odnosa antene zbog uticaja metalnog nosača takođe je data u Tabeli 3.

**Tabela 3**

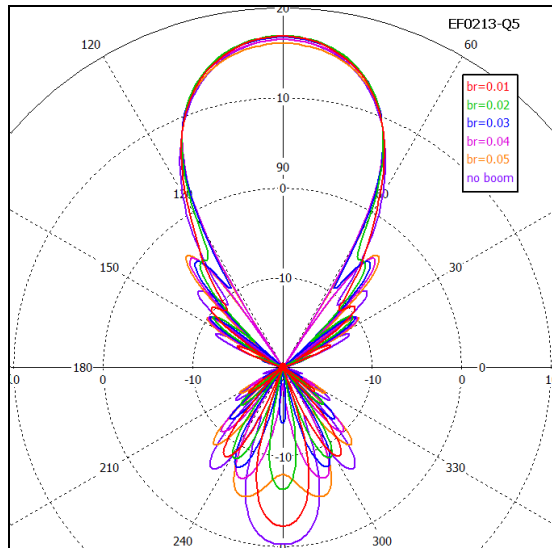
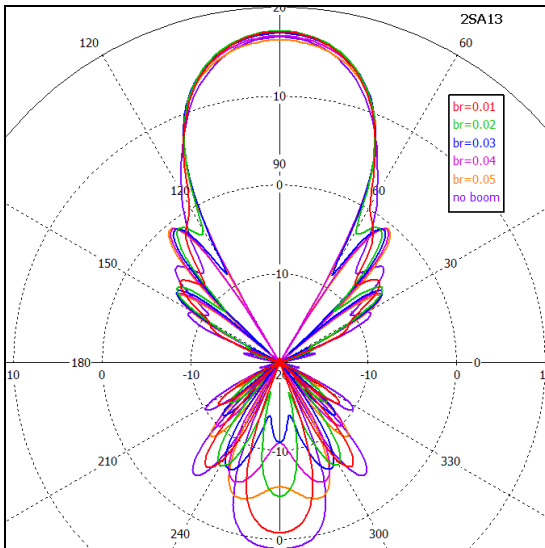
Tip Antene	Prosečan Q faktor suve/vlažne antene	Razlika veličine sporednog snopa u E ravni [dB]	Razlika veličine sporednog snopa u H ravni [dB]	Razlika ugaone pozicije sporednog snopa u E ravni [Stepeni]	Razlika ugaone pozicije sporednog snopa u H ravni [Stepeni]	Razlika veličine zadnjeg snopa [dB]
DL6WU-15	13.8 / 16.3	1	0.2	4	3	3.9
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	3	2	5	7	4
K1FO-16	8.3 / 12.7	1.5	0.6	3.5	3	4.7
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	1	1	6	7	9
2SA13	75.1 / 224.7	3.6	2.2	11	11	12
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	6	4.2	12	13	12.8

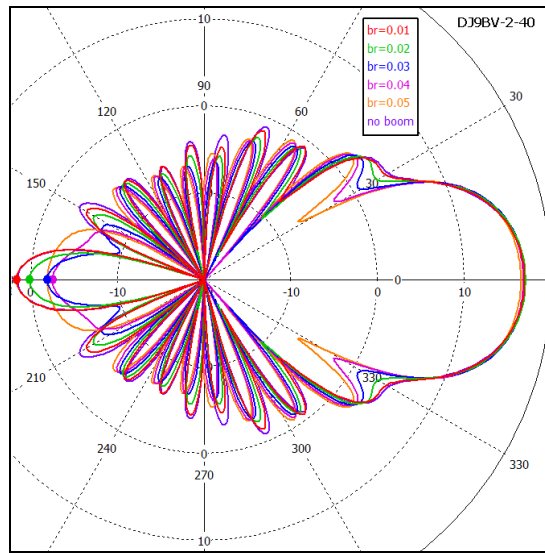
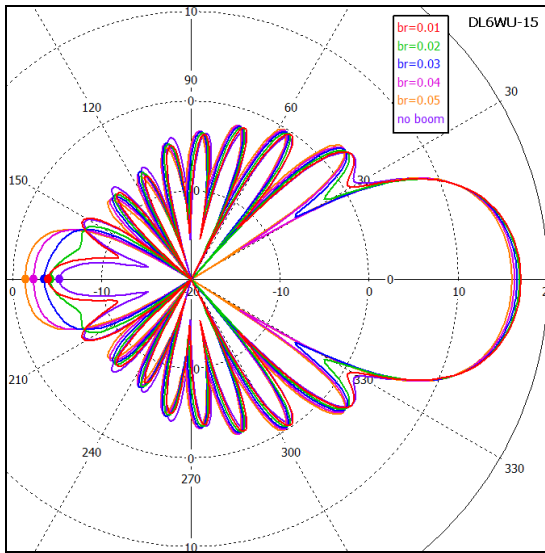


*E - ravan*

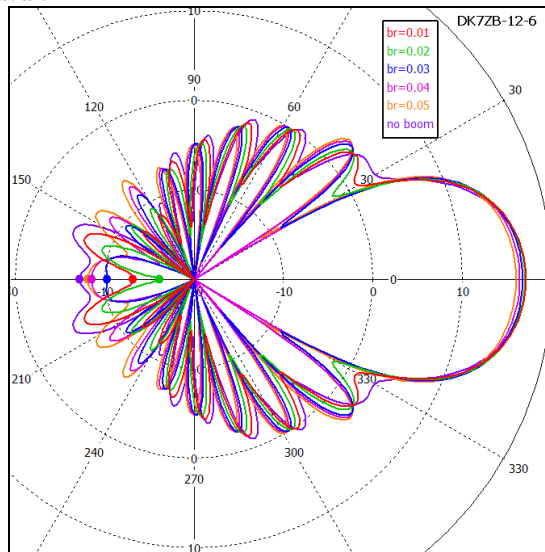
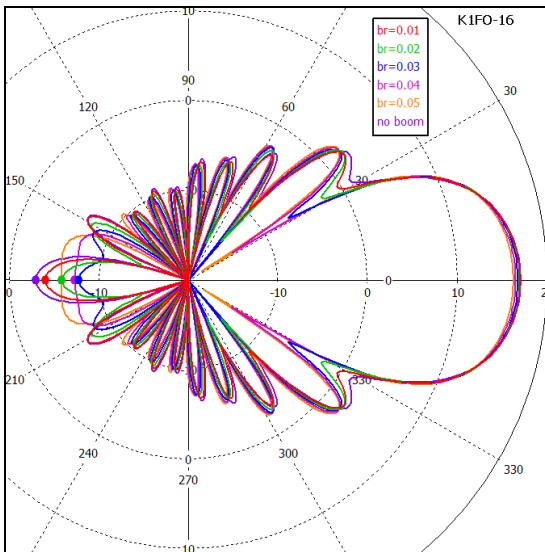


*E - ravan*

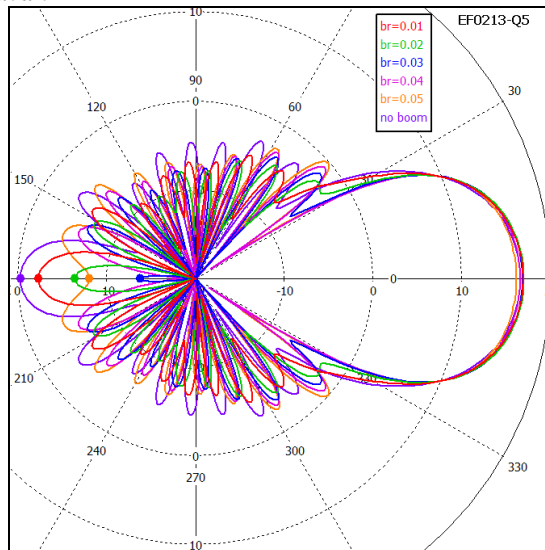
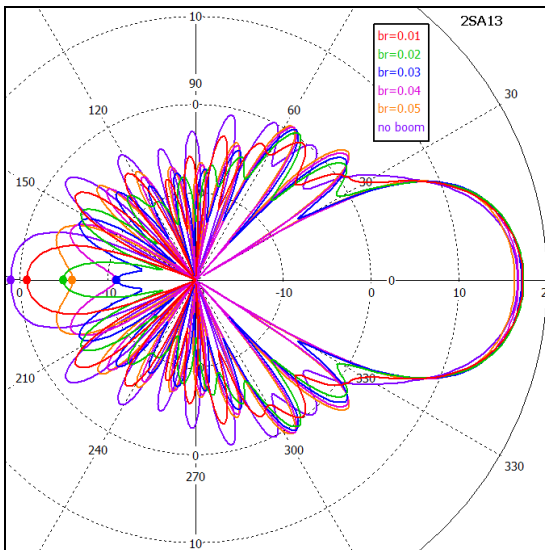




*H - ravan*



*H - ravan*





## **Zaključak**

U ovom članku sam prezentirao simulacije i analize uticaja poluprečnika nosača na karakteristike Yagi antene. Upoređeni su uticaji nosača na ulazno povratno slabljenje, širokopoljansku usmerenost i dijagrame zračenja u E i H ravni različitih antena i ustanovljena je korelacija između vrednosti prosečnog Q faktora antene i veličine uticaja. Pokazalo se da je Q faktor antene važan parametar koji definiše podložnost antene na uticaje provodnog nosača.

U sledećem nastavku istražićemo kako nosač fiksirane debljine na različitim rastojanjima od elemenata antene utiče na njene karakteristike.

## **Reference:**

1. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Boom Influence on Yagi Antena**, *antenneX*, May 2009, Issue No. 145.

*Prevedeno na srpski jezik:*

Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Uticaj nosača na Yagi antenu**,  
<http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj%20nosaca%20na%20Yagi%20antenu.pdf>

2. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antena Design Sensitivity in Practice**, *antenneX*, November 2008, Issue No. 139.

*Prevedeno na srpski jezik:*

Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Osetljivost Yagi antena u praksi**,  
<http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Osetljivost%20Yagi%20antena%20u%20praksi.pdf>

(Članak je preveden iz časopisa *antenneX*, June 2009, Issue No. 146.)