

Uticaj odstojanja nosača na Yagi Antenu

Dragoslav Dobričić, YUIAW

dragan@antennex.com

Uvod

U prethodnom članku [1] istraživali smo uticaj poluprečnika nosača na šest Yagi antena sličnih u svim karakteristikama osim u vrednosti Q faktora [3].

Sada ćemo, koristeći kompjuterske simulacije, istražiti kako nosač nepromenljivog poluprečnika postavljen na različitim rastojanjima od elemenata utiče na karakteristike Yagi antena.

Za ovaj posao korišćen je profesionalni program za simulaciju antena baziran na FIT metodi umesto uobičajenih MoM baziranih programa koji su se pokazali neodgovarajući zbog nekoliko neprihvatljivih programskih ograničenja [2].

Uticaj nosača je posmatran na sledećim karakteristikama antena:

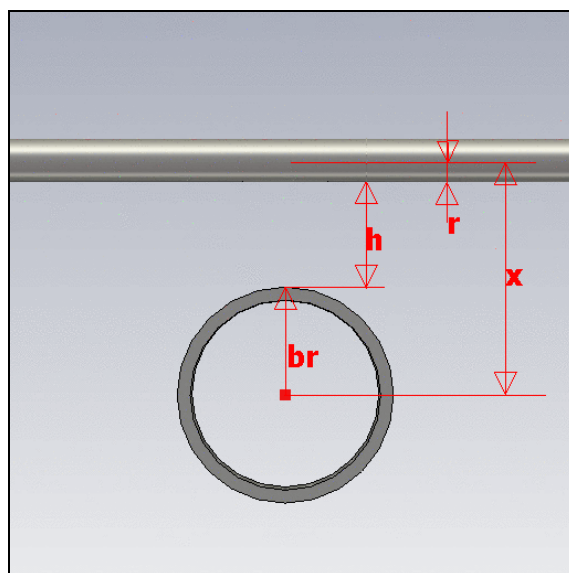
1. Ulazno povratno slabljenje (S11) dato u dB
2. Širokopojasna usmerenost data u dB u odnosu na izotropni radiator
3. Dijagram usmerenosti antene u E i H ravni

Sve Yagi antene su prvo simulirane bez nosača a potom sa metalnim nosačem u vidu cevi spoljašnjeg prečnika **50mm**. Nosač je postavljen ispod elemenata tako da je **rastojanje (x) između ose nosača i ose elemenata** menjano od **30 do 300 mm**. Visina elemenata iznad nosača, tj. visina izolatora između gornje površine nosača i donje površine elementa je

$$h = x - br - r$$

gde je **br=25 mm** poluprečnik nosača, a **r** je poluprečnik odgovarajućeg elementa antene (Sl.1). Ovakav pristup je bio uslovljen različitim prečnicima pojedinih elemenata kod ispitivanih antena.

Ovo predstavlja simulaciju Yagi antene sa izolovanim elementima od nosača, koji su montirani na nosač pomoću plastičnih izolatora sa vrlo malom relativnom dielektričnom konstantom i na promenljivoj visini iznad nosača.



Sl.1

Rezultati simulacije

Na prikazanim dijagramima na Sl. 2 možemo videti da se krive povratnog slabljenja pomeraju ka višim frekvencijama uporedo sa smanjenjem rastojanja nosača od elemenata antene. 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. Maksimum ulaznog povratnog slabljenja (minimum SWR-a), maksimum usmerenosti i ostale karakteristike antene takođe se pomeraju ka višim frekvencijama. Dijagram zračenja antene se takođe menja na način da sporedni snopovi zračenja kao i zadnji snop menjaju svoju veličinu i ugaonu poziciju u odnosu na glavni snop zračenja.

Vrlo je interesantno da za pojedine antene, na velikim udaljenostima od 200 do 300 mm između nosača i elemenata, frekvencijski pomeraj maksimuma ulaznog povratnog slabljenja postaje vrlo mali u odnosu na istu antenu bez nosača, ali usmerenost i dijagram zračenja se i dalje značajno razlikuju.

Ova činjenica pokazuje da nije uvek moguće ustanoviti da li neka antena trpi destruktivne uticaje svoje okoline samo pomoću jednostavnog merenja njenog ulaznog povratnog slabljenja ili SWR-a, u šta se, nažalost, još uvek duboko veruje!

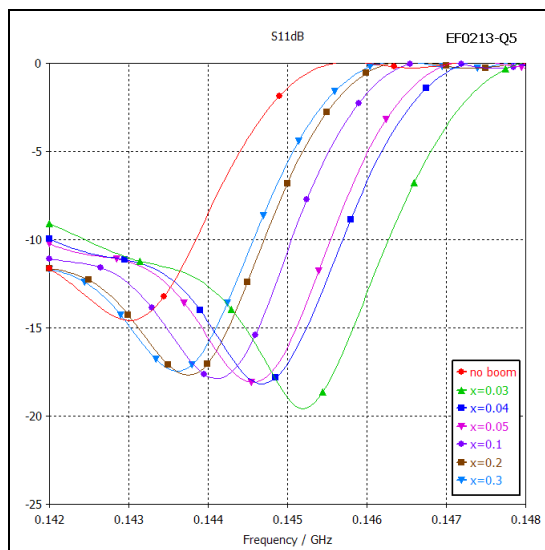
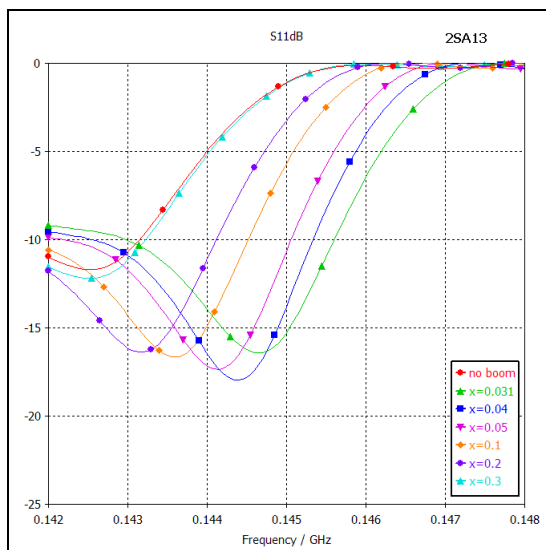
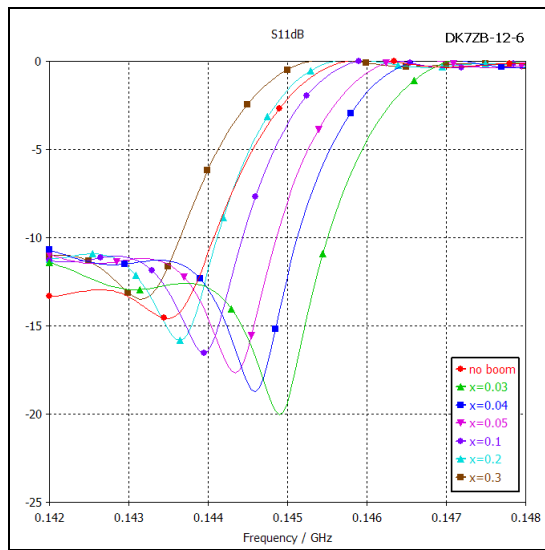
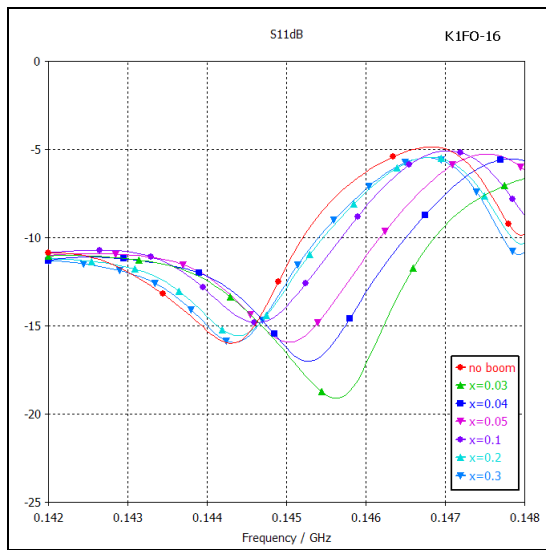
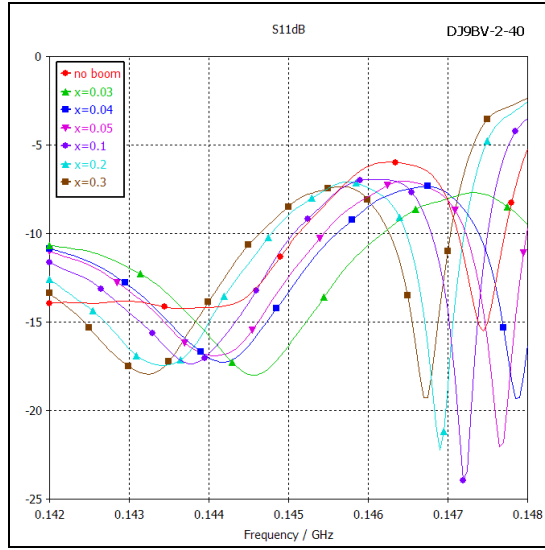
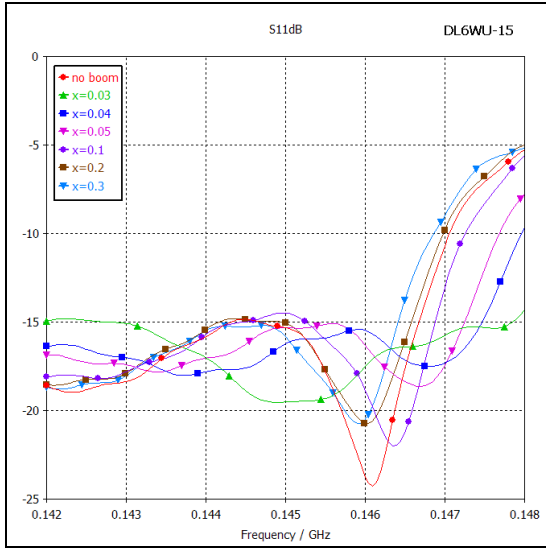
Svakako bi bilo vrlo interesantno istražiti koliko nosač antene treba da bude udaljen od elemenata da bi se njegov uticaj na karakteristike antene mogao zanemariti. U jednom od sledećih članaka pokušaćemo da damo odgovor na to pitanje.

Ulazno povratno slabljenje

Na prikazanim dijagramima ulaznog povratnog slabljenja na Sl. 2 možemo videti značajno pomeranje karakteristika antena prema višim frekvencijama kada se smanjuje odstojanje nosača od elemenata antene. Frekvencijski pomeraj maksimuma povratnog slabljenja je 1.3 – 2.2 MHz kod antena sa vrlo bliskim nosačem u odnosu na istu antenu bez nosača. Imajući u vidu širinu amaterskog opsega u Evropi od 2 MHz to je vrlo velika vrednost!

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 ukupnu razliku veličina povratnog slabljenja usled promene odstojanja nosača od elemenata u datim frekvencijskim opsezima.



SL2

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	-14.5 – -19.6	5.1	-14.5 – -23.6	9.2
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	-8.5 – -18.0	9.5	-6.2 – -18.0	11.8
K1FO-16	8.3 / 12.7	-11.7 – -16.0	4.3	-6.4 – -19.2	12.8
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	-0.5 – -20.0	19.5	0.0 – -20.0	20.0
2SA13	75.1 / 224.7	-1.1 – -18.0	16.9	-0.1 – -18.0	17.9
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	-1.4 – -18.2	16.8	0.0 – -19.6	19.6

Širokopoljaska usmerenost

Kao što se očekivalo, krive širokopoljaska usmerenosti date na Sl. 3 takođe su pomerene na višu frekvenciju zbog uticaja provodnog nosača na elemente antene.

Ovaj efekat proizvodi značajnu promenu usmerenosti antene u okviru širine amaterskog opsega.

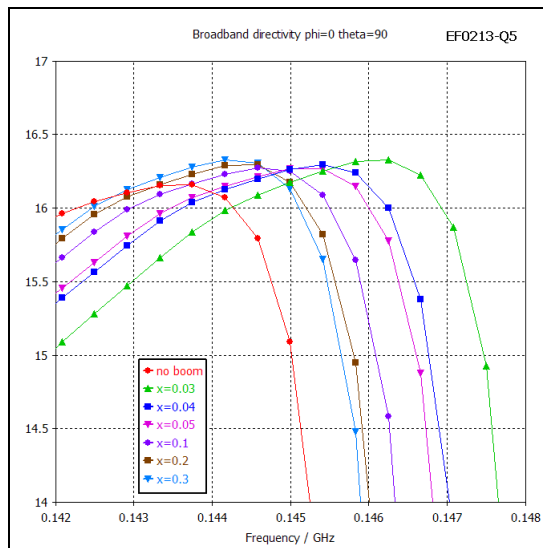
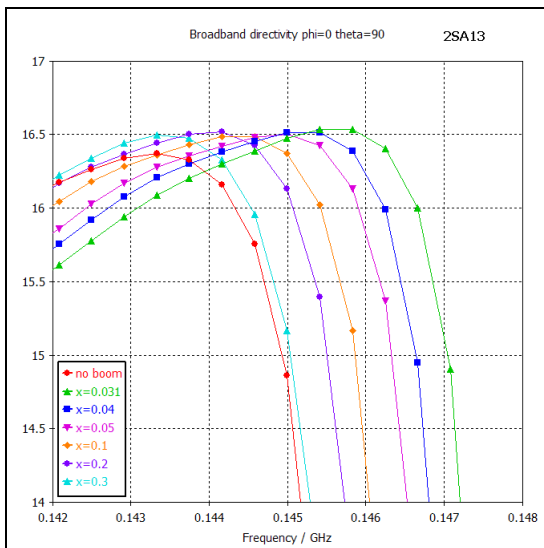
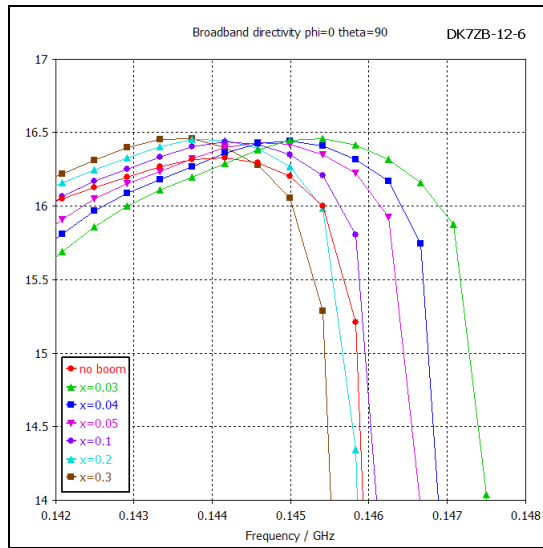
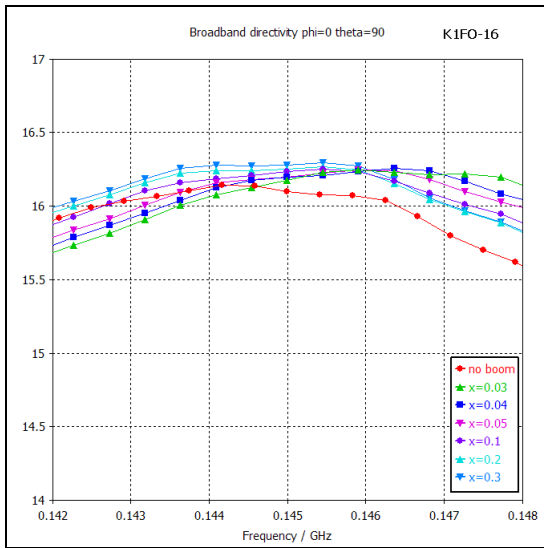
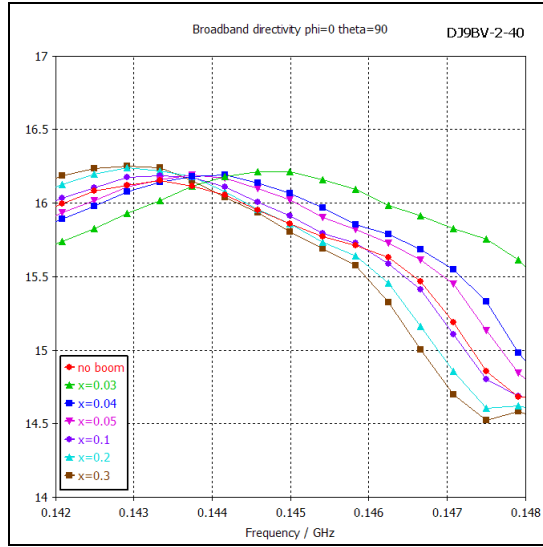
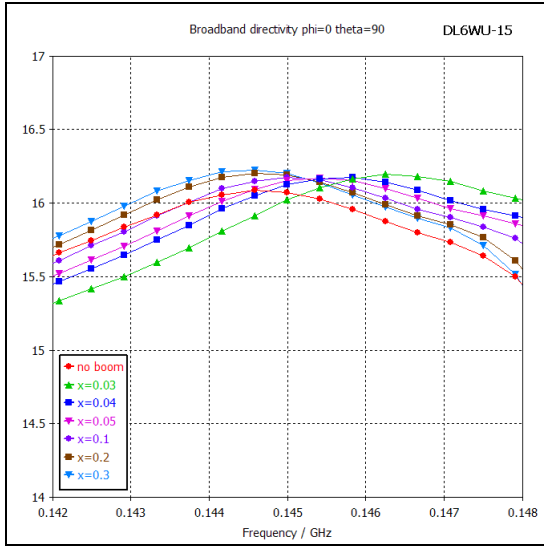
Ova promena usmerenosti je data u Tabeli 2 za ceo opseg 144-146 MHz, kao i za DX deo opsega 144-145 MHz.

Promena usmerenosti antene zbog uticaja različitog odstojanja nosača od elemenata antene u okviru ovih frekvencijskih opsega data je zajedno sa maksimalnim razlikama usmerenosti koje se mogu očekivati u okviru opsega.

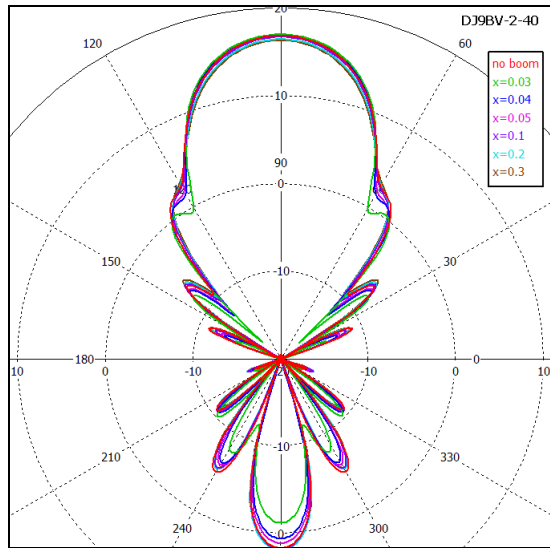
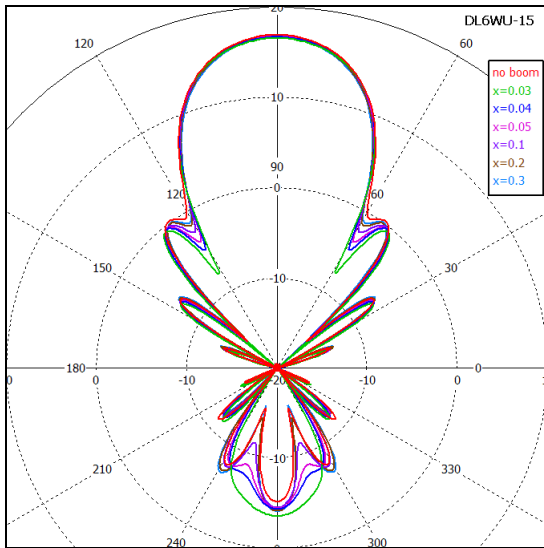
Antene sa visokim vrednostima prosečnog Q faktora pokazuju veću promenu usmerenosti, a time i pojačanja, kao rezultat njihove veće osetljivosti na uticaje nosača i njihov uži radni opseg.

Tabela 2

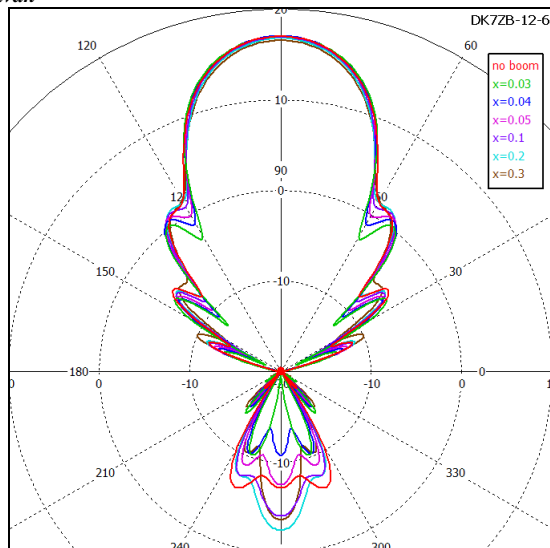
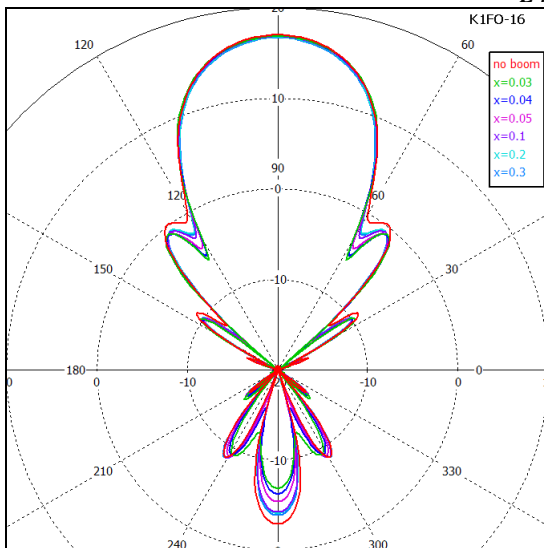
Tip Antene	Prosečan Q faktor suve/vlažne antene	Promena usmerenosti 144-145 MHz [dB]	Razlika usmerenosti 144-145 MHz [dB]	Promena usmerenosti 144-146 MHz [dB]	Razlika usmerenosti 144-146 MHz [dB]
DL6WU-15	13.8 / 16.3	15.8 – 16.2	0.5	15.8 – 16.2	0.5
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	15.8 – 16.2	0.4	15.5 – 16.2	0.7
K1FO-16	8.3 / 12.7	16.1 – 16.3	0.2	16.0 – 16.3	0.3
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	16.0 – 16.4	0.4	7.8 – 16.4	8.6
2SA13	75.1 / 224.7	14.8 – 16.5	1.7	1.1 – 16.5	15.4
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	15.1 – 16.3	1.2	4.6 – 16.3	11.7



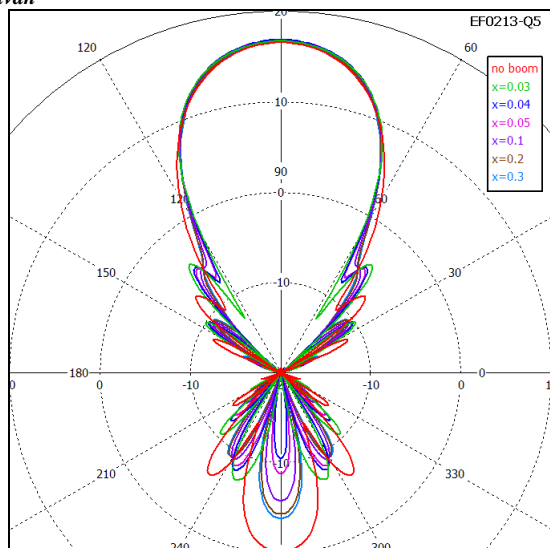
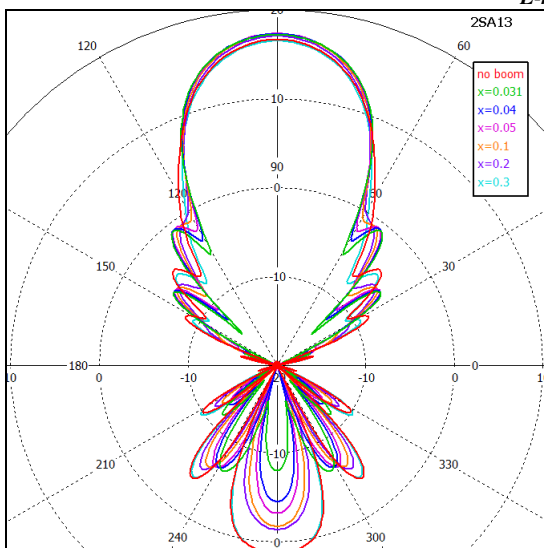
SL3



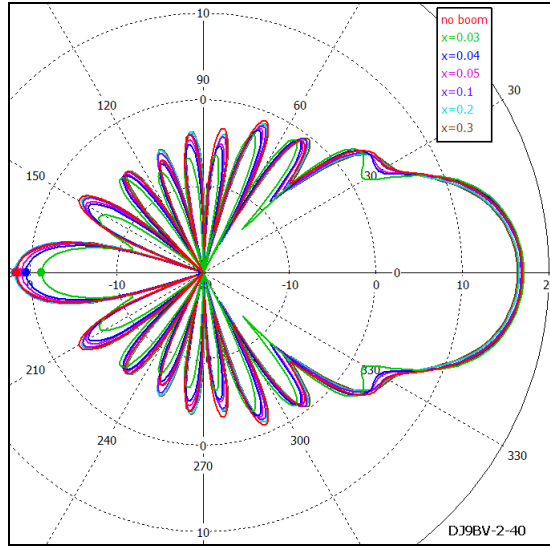
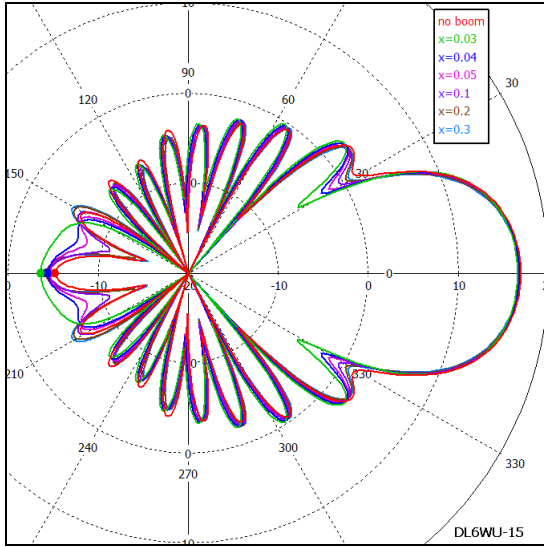
E-ravan



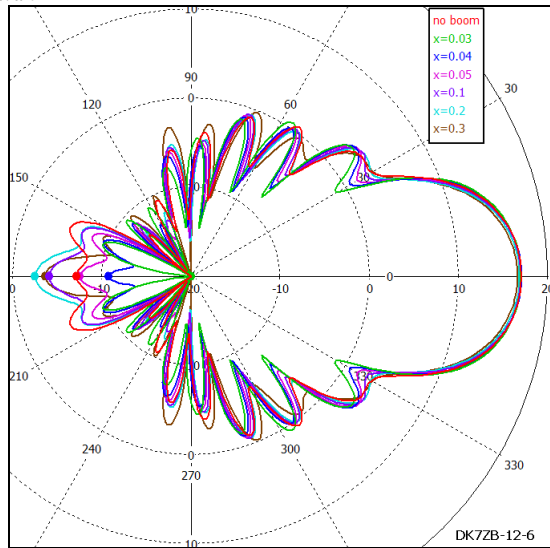
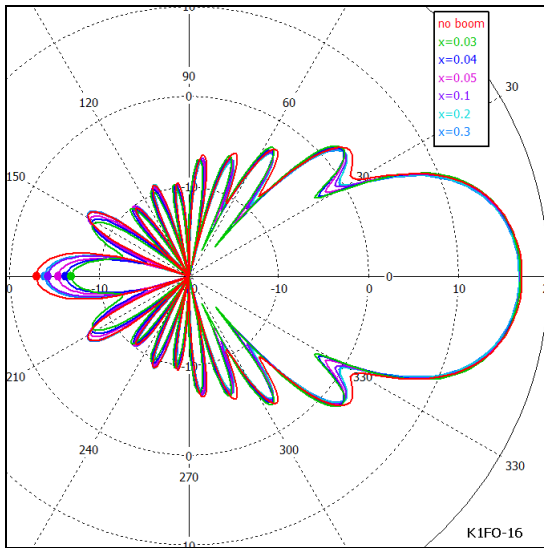
E-ravan



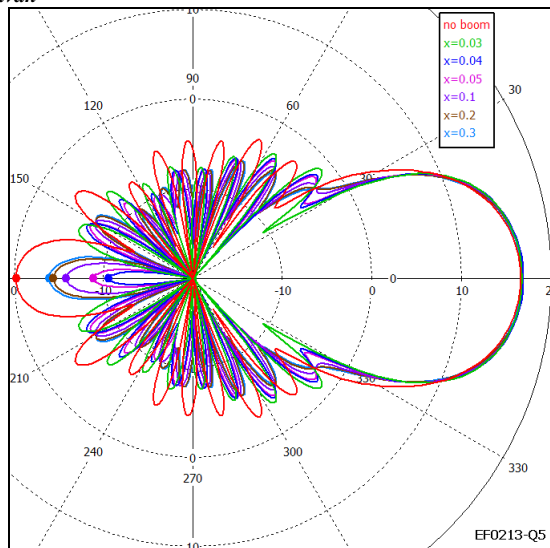
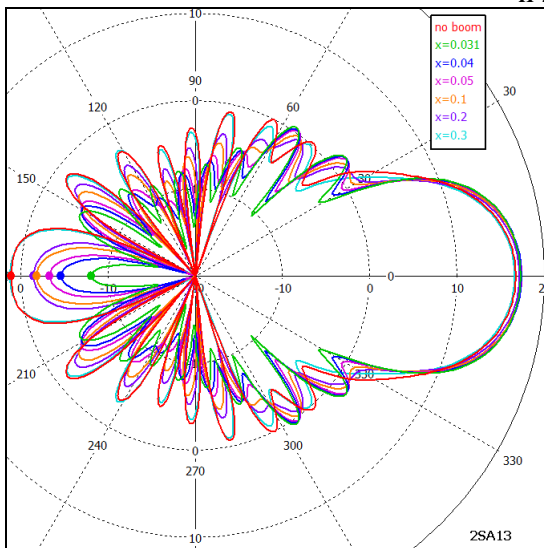
E-ravan



H-ravan



H-ravan



H-ravan

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.

Promene veličine prvog sporednog snopa i njegove ugaone pozicije za svih šest antena date su u Tabeli 3.

Promene veličine zadnjeg snopa a time praktično i promena odnosa napred/nazad 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	0.7	0.5	2	3	1.6
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	2	1.5	4	5	3
K1FO-16	8.3 / 12.7	1	0.7	2.5	2.5	3.8
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	1.5	1	5	6	8.5
2SA13	75.1 / 224.7	3.6	3	9	9	9.5
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	3	2	12	12	20

Frekvencijski pomeraj karakteristika antene

Ponašanje sagrađene antene zavisi od različitih mehaničkih rešenja koja su korišćena za montažu elemenata na nosač. Takođe postoji veoma velika zavisnost parametara antene od toga da li je antena sagrađena na električno provodnom ili neprovodnom nosaču. Antene različitih konstrukcija ponašaju se različito pod istim uslovima okoline zavisno od njihovog Q faktora, tj. podložnosti na promene karakteristika usled interakcije sa okolnim predmetima.

Ponašanje i veličina frekvencijskog pomeraja dve važne karakteristike, maksimalne usmerenosti i maksimalnog ulaznog povratnog slabljenja, tj. minimalnog SWR-a, za svih šest antena sumirane su u Tabeli 4.

Tabela 4

Tip Antene	Prosečan Q faktor suve/vlažne antene	Frekvencijski pomeraj maksimuma povratnog slabljenja [MHz]	Frekvencijski pomeraj maksimuma usmerenosti [MHz]
DL6WU-15	13.8 / 16.3	1.7	1.7
DJ9BV-2-40	16.9 / 20.2	1.4	1.8
K1FO-16	8.3 / 12.7	1.3	1.6
DK7ZB-12-6	91.7 / 252.6	1.8	1.7
2SA13	75.1 / 224.7	2.1	2.3
EF0213-Q5	70.4 / 291.3	2.2	2.5

Zaključak

U ovom članku smo prezentovali simulacije i analize uticaja provodnog nosača na karakteristike Yagi antene u zavisnosti od njegovog odstojanja od elemenata antene. Upoređena su različita odstojanja nosača od elemenata antene i njihov uticaj na ulazno povratno slabljenje, širokopojasnu usmerenost i dijagrame zračenja u E i H ravni kod šest različitih antena. Ustanovljena je vrlo dobra korelacija između vrednosti prosečnog Q faktora antene i veličine uticaja provodnog nosača.

Potvrdilo se da je Q faktor antene važan parametar koji definiše podložnost antene na uticaje provodnog nosača.

Takođe je ustanovljeno da maksimalno rastojanje od 300 mm između ose nosača i ose elemenata, što je oko 0.15 talasnih dužina na 2 m opsegu, nije dovoljno da uticaj nosača na direktivnost i dijagram zračenja svede na zanemarljivo malu meru. Bilo bi neophodno da se poveća maksimalno odstojanje nosača od elemenata i istraže njegovi uticaji, ne toliko zbog nosača, koji nikada neće biti na tako velikom rastojanju od elemenata antene, već zbog drugih mogućih mehaničkih struktura u blizini antene.

Reference:

1. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Boom Radius Influence on Yagi Antenna**, *antenneX*, June 2009, Issue No. 146. *Prevedeno na srpski jezik*: Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Uticaj prečnika nosača na Yagi antenu**, http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj_precnika_nosaca_na_Yagi_antenu.pdf
2. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Boom Influence on Yagi Antenna**, *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>
3. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna 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*, July 2009, Issue No. 147.)