

Korekcija dužine elemenata Yagi antene usled uticaja kvadratnog nosača

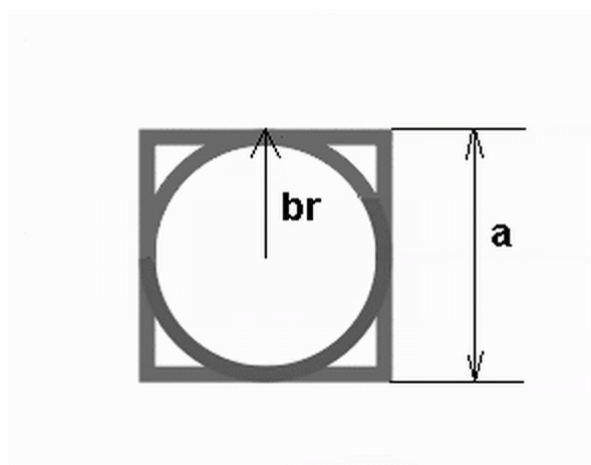
Dragoslav Dobričić, YUIAW

dragan@antennex.com

Uvod

U prethodnom članku [1] pokazali smo kako nosač utiče na elemente koji prolaze kroz njega i nisu izolovani. Istraživanja, čiji su rezultati prikazani u ovom članku, će pokazati koja je razlika u performansama antena ako umesto okruglog koristimo kvadratni nosač.

Znamo da prisustvo provodnog nosača i veličina njegovog prečnika imaju uticaja na Yagi antenu tako što joj menjaju dijagram zračenja i ulaznu impedansu. Za ovo istraživanje uzeli smo sve ostale parametre i dimenzije iste kao u prethodnom članku [1] osim što smo umesto okrugle metalne cevi koristili kvadratnu metalnu cev čija je stranica $a = 2 br$ ili $br = a/2$ gde je br poluprečnik okruglog nosača kao u prethodnom članku (Sl. 1).



Sl.1 Dimenzije kvadratnog nosača u odnosu na okrugli nosač

Različite antene pokazuju različitu osetljivost na uticaje okoline zavisno od svog dizajna, i zbog toga se moglo očekivati da antenski nosači sa različitim oblikom poprečnog preseka takođe mogu proizvesti različite uticaje na antene različitog dizajna.

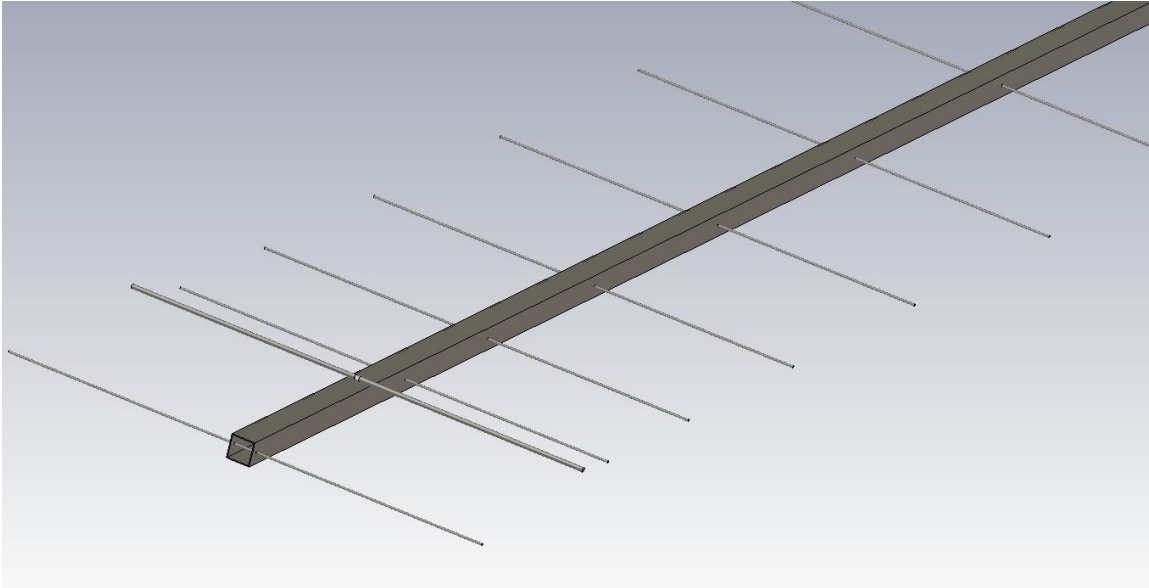
U ovom istraživanju ispitaćemo kako kvadratni metalni nosač utiče na karakteristike antene kada elementi prolaze kroz njega i nisu izolovani.

Korekcija dužine elemenata

U slučaju uticaja nosača dolazi do pomeranja performansi antene po frekvenciji pa je neophodno izvršiti kompenzaciju dužine elemenata da bi se očuvale performanse antene na željenoj frekvenciji. Način montaže elemenata, prečnici nosača i elemenata, kao i njihovo međusobno rastojanje određuju veličinu uticaja nosača i neophodnu korekciju dužine elemenata.

Za elemente koji prolaze kroz nosač i električno su spojeni sa njim, usvojeno „empirijsko pravilo“ je da je korekcija dužine elemenata oko 25-45% prečnika nosača.

U prethodnom članku potvrdili smo da je za antene sa niskim Q faktorom, čiji elementi prolaze neizolovano kroz metalni nosač, korekcija dužine elemenata prema usvojenom „empirijskom pravilu“ od oko 25-45% od prečnika nosača sasvim tačna. Međutim za antene sa višim Q faktorom pokazalo se da za optimalne performanse antene korekcija treba da bude manja.



Sl. 2 Model Yagi antene sa neizolovanim elementima koji prolaze kroz kvadratni metalni nosač i sa izdignutim aktivnim dipolom

Uslovi pod kojima su vršene simulacije

Svih šest antena koje su korišćene u prošlim člancima [1, 2 i 3] ponovo su simulirane pod istim uslovima osim što je umesto okruglog nosača upotrebljen kvadratni. Provodni kvadratni nosač promenljive debljine postavljen je tačno u osu antene tako da elementi prolaze pravo kroz centar kvadratne cevi nosača. Osa nosača i ose elemenata seku se pod pravim uglom (Sl. 2).

To je vrlo slično kao u našem prethodnom istraživanju i predstavlja simulaciju Yagi antene sa elementima koji nisu izolovani od nosača i montirani su tako da prolaze kroz metalni nosač kvadratnog preseka. Uslovi pod kojima su vršene simulacije su vrlo slični praktičnoj situaciji kada je samo jedna antena, sa kvadratnim metalnim nosačem i elementima koji prolaze kroz njega neizolovano postavljena na vrh visokog i tankog stuba. Međutim, kao i u prethodnom slučaju, sam stub nije deo simulacionog modela.

Dužina elemenata je menjana da bi se kompenzovali uticaji nosača na elemente. Ta produženja elemenata poznata kao *boom correction* menjana su u opsegu od 0 do 20 mm. Korekcija je primenjena na sve elemente podjednako osim na aktivni dipol pošto on ne prolazi kroz metalni nosač. Osa aktivnog dipola je izdignuta iznad gornje površine nosača za veličinu polovine stranice nosača a . Tokom simulacija dimenzija nosača a je menjana od 20 do 50 mm ($br = 10 \dots 25$ mm) kao parametar. Debljina zida metalne cevi nosača je određena da bude 2 mm.

Na kraju je metalni nosač uklonjen i antena bez nosača i bez korekcije elemenata je simulirana sa istim prostornim diskretizacionim parametrima u programu, kako bi se dobila precizna referentna vrednost u svrhu poređenja. Ti rezultati su označeni imenom „no boom“ na dijagramima.

Kao i u prethodnim člancima, za ovaj posao korišćen je profesionalni program za elektromagnetne simulacije baziran na Finite Integration Technique (FIT) metodi [4]. Slično kao i u prethodnim člancima, uticaj nosača i efekti kompenzacije promenom dužine elemenata su posmatrani na sledećim karakteristikama antena:

1. Srednja vrednost ulaznog povratnog slabljenja (S_{11}) u opsegu 144...146 MHz
2. Srednja vrednost širokopojasne direktivnosti u opsegu 144...146 MHz
3. Srednja vrednost Q faktora antene u opsegu 144...146 MHz
4. Dijagrami usmerenosti antene u E i H ravni na frekvenciji 144.5 MHz

Ova simulacija bi trebala da odgovori na pitanje da li ima neke razlike između uticaja okruglog i kvadratnog nosača na karakteristike antene, koja je najbolja vrednost za korekciju dužine elemenata i kako se ona menja sa promenom prečnika nosača i tipa antene.

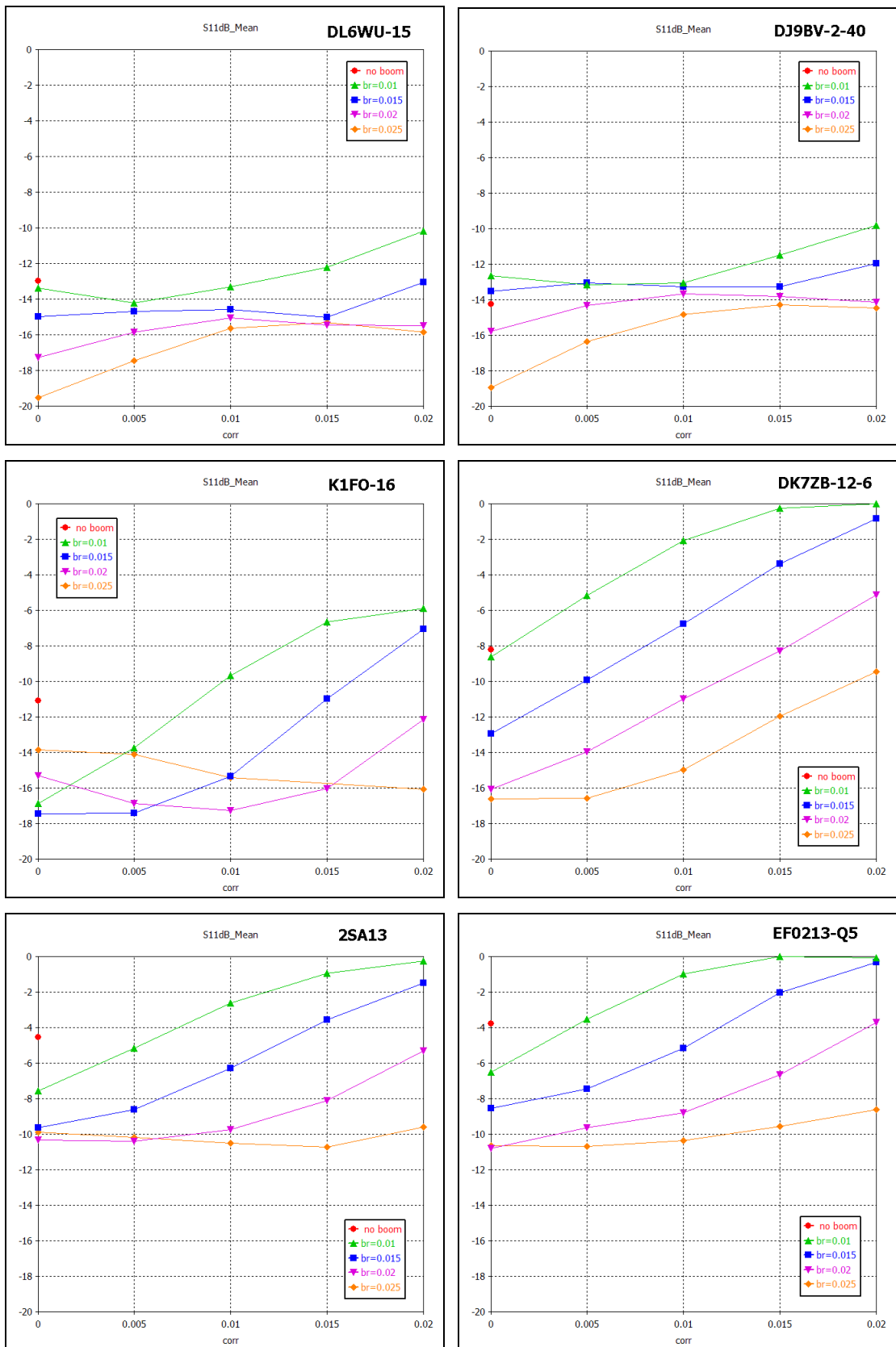
Rezultati simulacije

Veličina uticaja nosača, a time i promena karakteristika antene, zavise od prečnika nosača i neophodno je primeniti različite korekcije dužine elemenata, kao kompenzaciju tih promena, za različite prečnike nosača.

Međutim, uticaji nosača kao i efekti korekcije dužine elemenata na različite karakteristike antena su takođe različiti. Kao rezultat toga moramo da izaberemo takvu korekciju dužine elemenata koja će najbolje da kompenzuje uticaje nosača na izabranu karakteristiku antene. Ostale karakteristike antene biće takođe kompenzovane, ali obično u manjem obimu, i za njih bi možda bilo potrebno izabrati neke druge vrednosti korekcije dužine elemenata za optimalnu kompenzaciju.

Ulazno povratno slabljenje

Prezentirani dijagrami na Sl. 3 pokazuju zavisnost prosečne vrednosti ulaznog povratnog slabljenja od primenjene korekcije dužine elemenata (**corr**) za različite dimenzije nosača (**br**).



Sl. 3 Srednja vrednost ulaznog povratnog slabljenja antene u opsegu 144...146 MHz za različite dimenzije kvadratnog nosača $br=a/2$ i korekcije dužine elemenata (corr)

Ako uporedimo ove rezultate sa odgovarajućim dijagramima iz prethodnog članka možemo videti da je ulazno povratno slabljenje za kvadratni nosač vrlo slično kao i za okrugli. Jedina uočljiva razlika, zajednička za sve antene, je da je za deblje kvadratne nosače prosečno ulazno povratno slabljenje malo bolje nego za odgovarajuće okrugle nosače.

Ponovo vidimo da su samo DL6WU i DJ9BV antene skoro potpuno nezavisne od primenjene kompenzacije dužine elemenata i da su zadržale dobro ulazno povratno slabljenje za sve vrednosti dimenzija nosača i korekcije dužine elemenata. To demonstrira njihov veoma tolerantan dizajn koji je skoro potpuno neosetljiv na ozbiljne uticaje nosača i promene dimenzija elemenata antene.

K1FO antena je takođe još jedanput pokazala vrlo dobro i očekivano ponašanje pri promeni dimenzija nosača i neophodnoj korekciji dužine elemenata. Ova antena se pokazala za nijansu osetljivijom na tačnu vrednost korekcije elemenata za tanje nosače od prethodne dve antene.

Preostale tri antene, zbog njihovog uskog SWR radnog opsega imaju manje prosečene vrednosti ulaznog povratnog slabljenja. Među njima je DK7ZB antena još jedanput imala značajno bolje ukupno prosečno povratno slabljenje u odnosu na ostale dve antene, posebno za deblje nosače.

Ove antene sa višim Q faktorom pokazuju relativno manju osetljivost na tačne vrednosti korekcije dužine elemenata samo kada se koriste sa debljim nosačima.

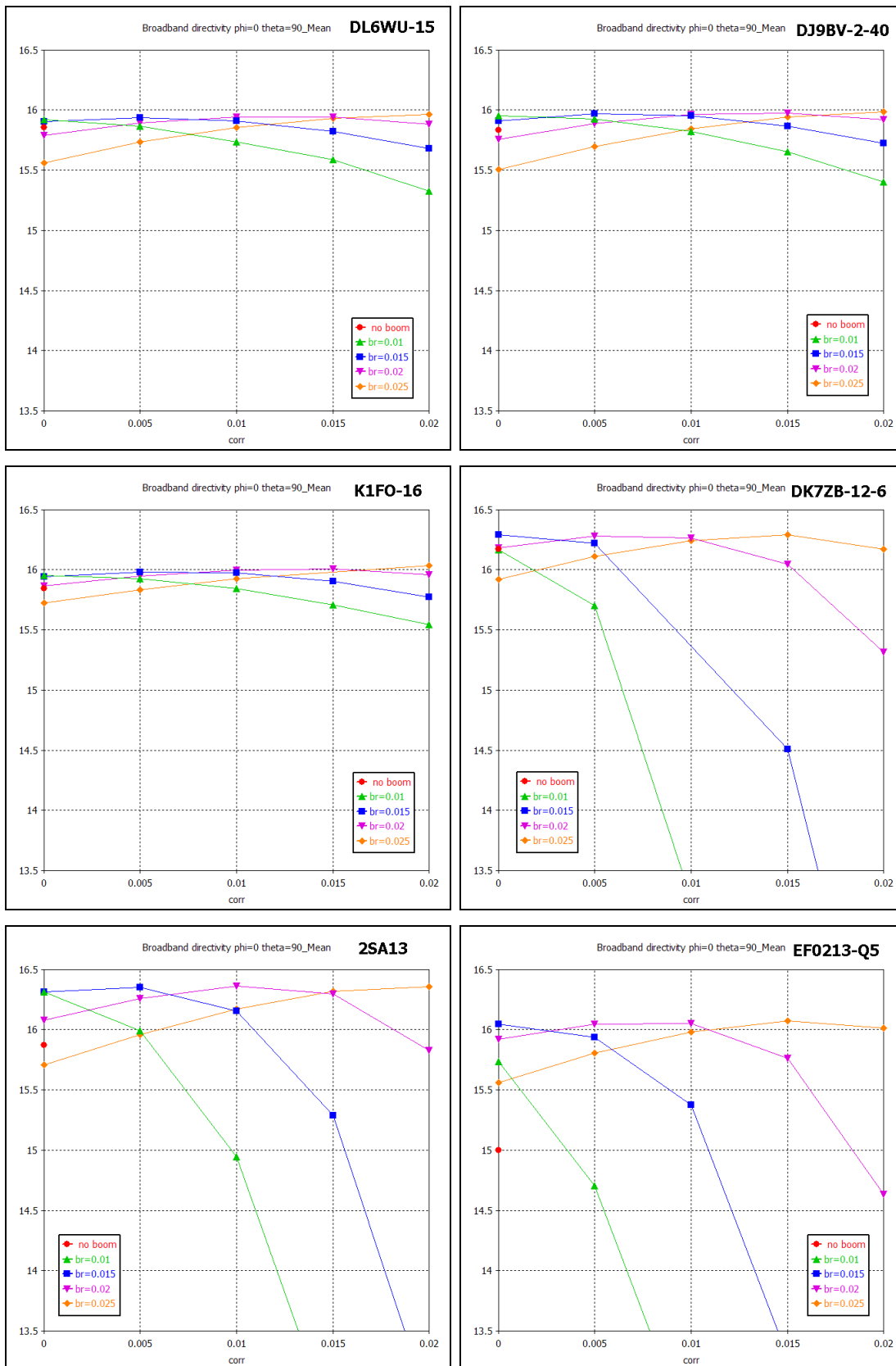
Iz rezultata sa Sl. 3 vidljivo je da antene sa nižim prosečnim Q faktorom imaju manju varijaciju i ukupnu razliku ulaznog povratnog slabljenja zbog promene poluprečnika nosača i primenjene korekcije dužine elemenata u izabranom opsegu 144...146 MHz. Neosetljivost i tolerantnost antena sa niskim Q faktorom na tačnu vrednost kompenzacije dužine elemenata za odgovarajući poluprečnik nosača je ponovo jasno uočljiva.

Širokopolasna direktivnost

Krive prosečene širokopolasne direktivnosti antena datih na Sl. 4 prate sličan trend kao i krive prosečnog ulaznog povratnog slabljenja datih na Sl. 3.

Kada uporedimo dijagrame iz prethodnog članka [1] sa dijagramima prikazanim u ovom članku možemo zapaziti neke interesantne činjenice. Za antene sa niskim Q faktorom krive širokopolasne direktivnosti su skoro identične za okrugli i kvadratni presek nosača.

Očekivano je od tolerantnih antena da ovako mala promena u obliku preseka nosača ne može da promeni njihove karakteristike u bilo kom većem obimu.



Sl. 4 Srednja vrednost širokopojasne direktivnosti antene u opsegu 144...146 MHz za različite dimenzije kvadratnog nosača $br=a/2$ i korekcije dužine elementa (corr)

Ali za antene sa višim Q faktorom promena krivih širokopojasne direktivnosti sa promenom oblika poprečnog preseka nosača je značajno veća. Ovakvo ponašanje je očekivano od antena sa višom osetljivošću na uticaje okoline [5]. Interesantno je da čak i tako neznatna promena na konstrukciji antene proizvodi tako uočljive razlike u njenim karakteristikama!

Kao što je već rečeno, K1FO, DL6WU i DJ9BV antene su ponovo pokazale visoku stabilnost širokopojasne direktivnosti za sve promene dimenzija nosača i korekcije dužine elemenata. One su sačuvale svoju visoku vrednost prosečne direktivnosti (dobiti) u celom 2 m amaterskom opsegu čak i kada su bile kompenzovane pogrešnim vrednostima korekcije dužine elemenata za dati poluprečnik nosača, ali takođe čak i onda kada uopšte nisu bile kompenzovane!

Promena oblika poprečnog preseka nosača nema apsolutno nikakvog značaja za direktivnost antena sa niskim Q faktorom.

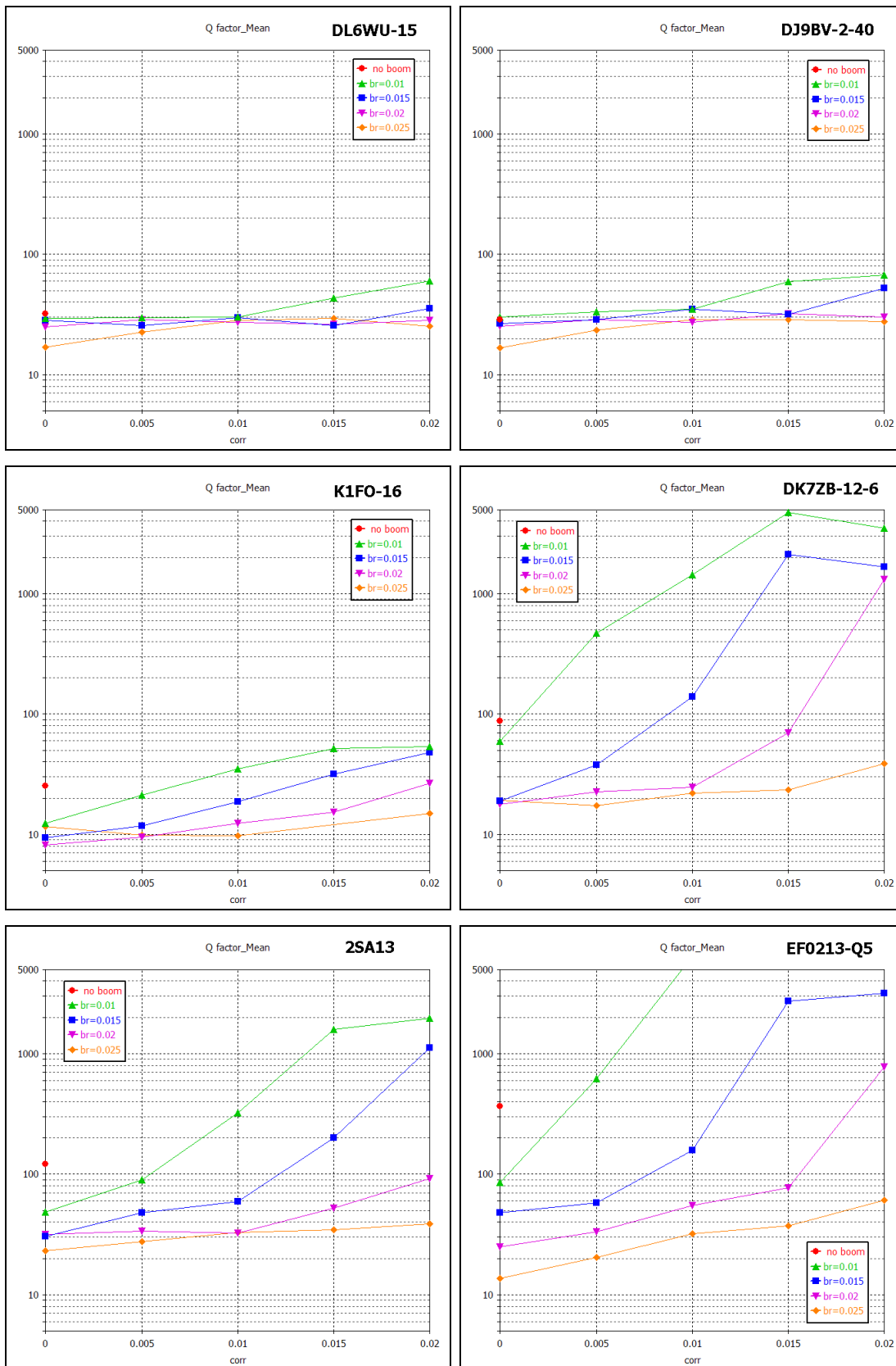
Takvo ponašanje je sasvim očekivano. Ako je antena tako tolerantna na promene dužine elemenata, nije li sasvim očekivano da je onda takođe tolerantna i na neznatne promene oblika poprečnog preseka nosača?

Naredne dve antene, 2SA13 i DK7ZB, su još jedanput pokazale malo veću direktivnost (do 0.5 dB) nego ostale antene, ali samo onda kada su bile kompenzovane za optimalnu direktivnost tačnim vrednostima korekcije dužine elemenata za dati poluprečnik nosača. Pokazalo se da veličina korekcije dužine elemenata, kao kompenzacije uticaja nosača, mora biti znatno manja nego što je za antene sa niskim Q faktorom.

I na kraju YU7EF antena je pokazala još jedanput sličnu direktivnost kao i tri antene sa niskim Q faktorom, ali sa vrlo velikom promenom karakteristika za različite dimenzije nosača i primenjene korekcije dužine elemenata. Za ovu antenu se takođe pokazalo da korekcije dužine elemenata moraju biti manje nego za antene sa niskim Q faktorom.

Dijagrami dati na Sl. 4 pokazuju, slično kao i u prethodnom članku, da antene sa visokim prosečnim Q faktorom pokazuju visok stepen varijacije direktivnosti sa različitim korekcijama dužine elemenata kao rezultat njihove veće osetljivosti na dimenzije elemenata i upotrebljenog nosača, kao i užeg radnog opsega.

Čak i više od toga, one pokazuju da jedna trivijalna promena konstrukcije kao što je upotreba kvadratnog umesto okruglog nosača menja njihove karakteristike širokopojasne direktivnosti u mnogo većem stepenu nego kod antena sa niskim Q faktorom.



Sl. 5 Srednja vrednost Q faktora antene u opsegu 144...146 MHz za različite dimenzije kvadratnog nosača $br=a/2$ i korekcije dužine elemenata (corr)

Q faktor antene

Kao što smo pomenuli u prethodnom članku, uticaj nosača, zajedno sa primenjenom korekcijom dužine elemenata, menja sve karakteristike antene i između ostalih menja i Q faktor antene. U našim ranijim istraživanjima zapaženo je da dobar dizajn antene pokazuje svoju stabilnost i tolerantno ponašanje malom promenom Q faktora antene u uslovima nekog spoljašnjeg uticaja.

Prema tome, veličina promene Q faktora pri dejstvu nekog spoljašnjeg faktora, uporedo sa promenom ostalih karakteristika, predstavlja meru stabilnosti karakteristika i tolerantnosti antene, i u saglasnosti sa tom vrednošću moguće je predvideti kako će se verovatno neka antena ponašati u uslovima raznih spoljašnjih uticaja u praktičnom radu [5, 6]. Ova činjenica je potvrđena mnogo puta do sada u skoro svim prethodnim simulacijama antena u različitim uslovima spoljašnjih uticaja [1, 2, 3 i 5].

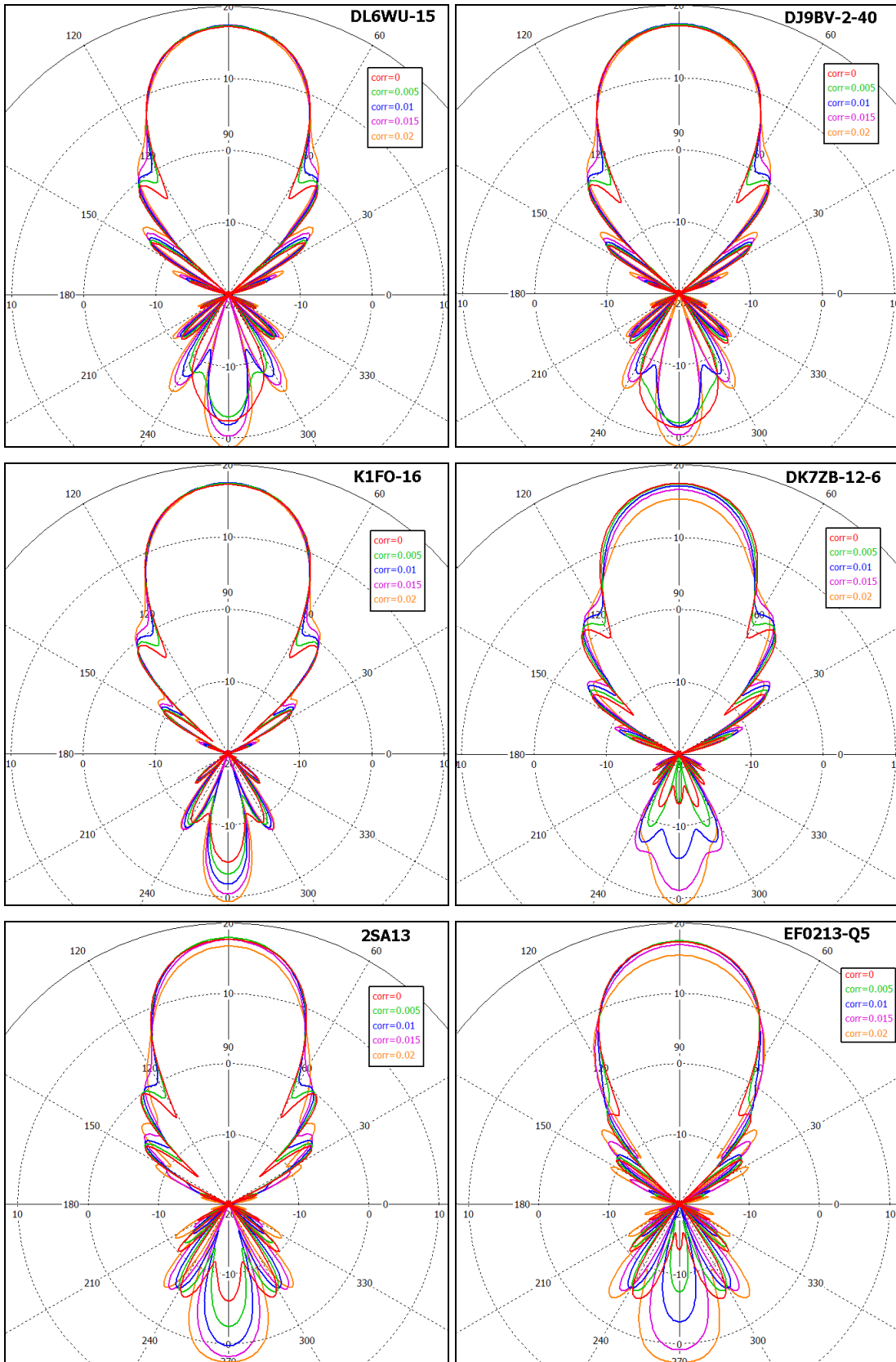
Sudeći po rezultatima simulacija mnogih antena pod različitim uticajima spoljašnje sredine uočeno je da **nije dovoljno** da neka antena ima nizak polazni Q faktor u idealizovanim uslovima kompjuterskih simulacija da bi bila smatrana dobrom i tolerantnom antenom!

Neophodno je dozvoliti anteni da pokaže kako se ponaša u realnim ili simuliranim uslovima nekog ozbiljnog spoljašnjeg uticaja i proveriti kako ona tada menja svoj početni Q faktor! Ta razlika u vrednostima Q faktora daje mnogo bolji uvid u kvalitet antene! Dobre antene obično imaju vrlo malu razliku između početnog Q faktora dobijenog u idealizovanim uslovima kompjuterskih simulacija i Q faktora dobijenog u uslovima nekog ozbiljnog spoljašnjeg uticaja [5].

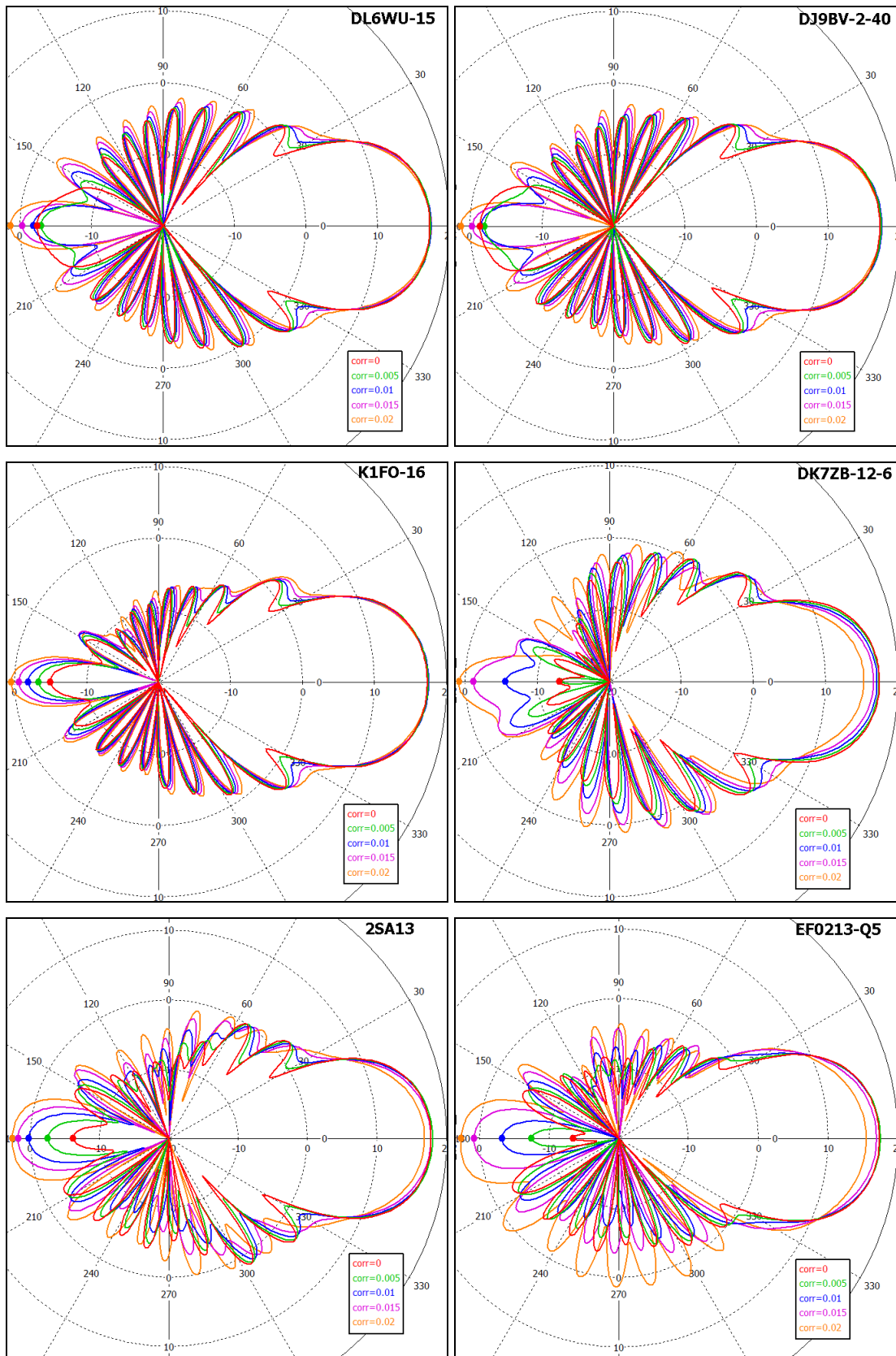
Evo ovde još jedanput vidimo potvrdu ove činjenice. Antene koje su u ovim istraživanjima pokazale veoma stabilne vrednosti niskog prosečnog Q faktora pokazuju takođe tolerantno ponašanje time što su sačuvale dobro ulazno prilagođenje i stabilnu visoku prosečnu vrednost direktivnosti pod svim uslovima! Male promene u njihovoj konstrukciji, kao što je promena oblika poprečnog preseka nosača, ne proizvode nikakvu značajnu promenu karakteristika antene.

Kao što je to uočljivo sa dijagrama datih na Sl. 5, DL6WU, DJ9BV i K1FO antene pokazuju stabilan, ravan i nizak prosečan Q faktor koji je u vrlo dobroj saglasnosti sa njihovim prosečnim vrednostima ulaznog povratnog slabljenja i širokopojasne direktivnosti čije su krive date na Sl. 3 i Sl. 4. Za ove antene je promena oblika poprečnog preseka nosača nešto zanemarljivo, nezavisno od dimenzija nosača i primenjenih vrednosti korekcije dužine elemenata.

Preostale tri antene slično kao i u prethodnom istraživanju sa okruglim nosačem, imaju relativno ravan i nizak Q faktor samo onda kada koriste nosače vrlo velikog prečnika! Izgleda da nosači velikog prečnika snižavaju njihov Q faktor i proširuju njihove karakteristike širokopojasne direktivnosti i radnog opsega.



Sl. 6 Dijagrami zračenja za svih šest antena u E ravni na 144.5 MHz, za dimenziju nosača $br=15$ mm u zavisnosti od korekcije dužine elemenata ($corr$)



Sl. 7 Dijagrami zračenja za svih šest antena u H ravni na 144.5 MHz, za dimenziju nosača $br=15$ mm u zavisnosti od korekcije dužine elemenata (corr)

Dijagram antene

Svi dijagrami su simulirani na frekvenciji 144.5 MHz. Zbog ograničenog obima članka, nije bilo moguće prikazati dijagrame zračenja svih šest antena za sve simulirane poluprečnike nosača. Ali kao ilustraciju ponašanja svake pojedine antene sa različitim korekcijama dužine elemenata, odlučili smo da pokažemo samo dijagrame za dimenziju nosača $a = 30$ mm koji se najčešće koristi za ovu dužinu antene.

Polarni dijagrami usmerenosti u E i H ravni dati su na Sl. 6 i Sl. 7. Antene sa niskim vrednostima prosečnog Q faktora pokazuju mnogo stabilniju ugaonu poziciju i veličinu promene sporednih snopova u obe ravni. Promena veličine zadnjeg snopa sa promenom vrednosti korekcije dužine elemenata usled nosača je takođe manja za antene sa nižim prosečnim Q faktorom.

Tabela 1

Antena	Optimalna korekcija elemenata za upotreblijenu dim. kvadratnog nosača a [mm]				
	Karakteristika	20	30	40	50
DL6WU-15	Prilagođenje	0-10	0-10	0-20	0-20
	Direktivnost	0-10	5-15	10-20	15-20
	Q faktor	0-15	0-15	0-20	0-20
	zajedničke	0-10	5-10	10-20	15-20
DJ9BV-2-40	Prilagođenje	0-15	0-15	0-20	0-20
	Direktivnost	0-10	5-15	10-20	15-20
	Q faktor	0-10	0-15	0-20	0-20
	zajedničke	0-10	5-15	10-20	15-20
K1FO-16	Prilagođenje	0-5	0-15	0-20	0-20
	Direktivnost	0-10	0-15	5-20	10-20
	Q faktor	0-5	0-10	0-15	0-20
	zajedničke	0-5	0-10	5-15	10-20
DK7ZB-12-6	Prilagođenje	0	0	0-5	0-10
	Direktivnost	0	0-5	5-10	10-15
	Q faktor	0	0-5	0-10	0-15
	zajedničke	0	0	5	10
2SA13	Prilagođenje	0	0	0-5	0-15
	Direktivnost	0	0-5	0-10	15-20
	Q faktor	0	0-5	0-10	0-20
	zajedničke	0	0	0-5	15
EF0213-Q5	Prilagođenje	0	0	0-5	0-10
	Direktivnost	0	0-5	5-15	5-20
	Q faktor	0	0-5	0-10	0-15
	zajedničke	0	0	5	5-10

Kompenzacija uticaja nosača

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 tačno onako kako je bila predstavljena programu za simulaciju i optimizaciju preko svog modela. Pored toga, 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.

Međutim, sa elementima koji neizolovano prolaze kroz metalni nosač imamo najveću moguću interakciju između elemenata i nosača. Zbog ovog najvećeg mogućeg uticaja nosača na stabilnost karakteristika antene, i najmanja promena dimenzija nosača ili čak samo njegovog oblika može značajno da se odrazi na karakteristike antene!

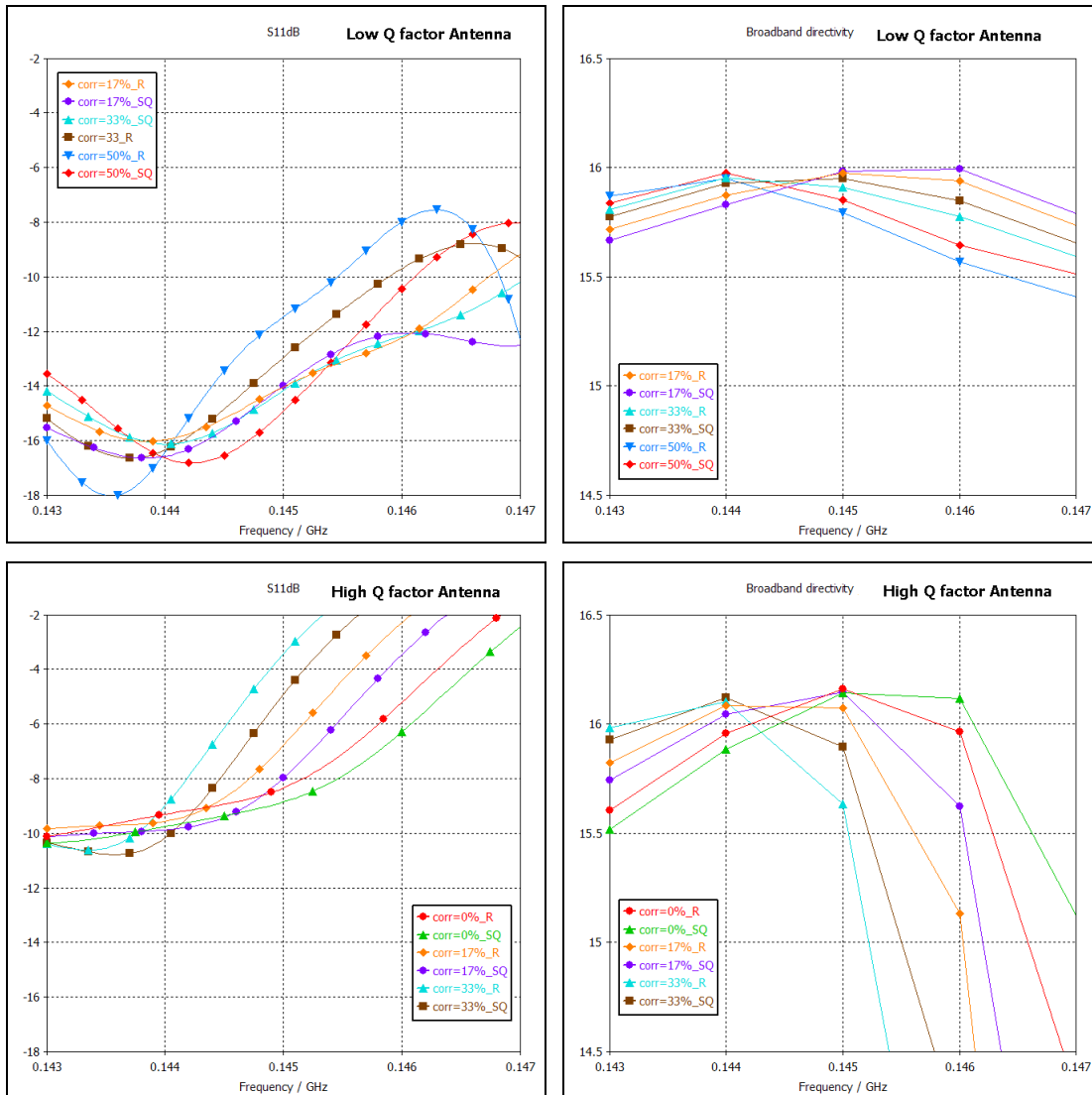
Optimalna kompenzacija uticaja različitih dimenzija nosača pomoću korekcije dužine elemenata za tri najvažnije karakteristike antene: maksimum širokopojasne direktivnosti (*Direktivnost*), minimum Q faktora (*Q faktor*), i maksimum ulaznog povratnog slabljenja (*Prilagođenje*) u celom opsegu 144...146 MHz za svih šest antena sumirana je u Tabeli 1. Vrednosti označene kao „*zajedničke*“ su one koje su zajedničke i zadovoljavaju optimalnu kompenzaciju svih parametara u isto vreme.

Zaključak

U ovom radu smo prezentirali rezultate simulacija i analiza uticaja metalnog nosača kvadratnog poprečnog preseka, različitih dimenzija na antenu kada elementi prolaze kroz njega neizolovano. Takva montaža elemenata proizvodi najveći mogući uticaj nosača tako da se „odgovor“ antene na taj „udarac“ i (ne)stabilnost njenih karakteristika najbolje ispoljavaju. U ovom članku smo takođe upoređivali kako se iste antene ponašaju kada sagrađe sa kvadratnim metalnim nosačem umesto okruglog. Pokazalo se da ta naizgled beznačajno mala promena u konstrukciji antene može ponekad da proizvede primetne promene karakteristika antene.

Međusobno su upoređivani uticaji različitih dimenzija nosača kao i različitih vrednosti korekcije dužine elemenata na ulazno povratno slabljenje, širokopojasnu direktivnost, Q faktor i dijagram zračenja antene za različite tipove antena. Ustanovljena je vrlo dobra korelacija između prosečne vrednosti Q faktora antene i tih uticaja.

Još jedanput je potvrđeno da Q faktor antene predstavlja važan parametar koji određuje podložnost antene uticajima nosača, ali takođe određuje i opseg delovanja korekcije dužine elemenata i njegove efekte kao što je to očigledno iz rezultata datih u Tabeli 1 i na Sl. 8!



Sl. 8 Poređenje ulaznog povratnog slabljenja i širokopojasne direktivnosti za okrugao (R) i kvadratan (SQ) presek nosača ($a=2br=30$ mm) i različite primenjene korekcije (corr) date u % dimenzije nosača a , za antenu sa niskim i visokim Q faktorom

Na Sl. 8 dati su uporedno rezultati sa okruglim (R), 30 mm u prečniku, i kvadratnim (SQ), sa stranicom kvadrata 30 mm, poprečnim presekom nosača. Na dijagramima je data promena ulaznog povratnog slabljenja i širokopojasne direktivnosti u zavisnosti od frekvencije za dve antene sa veoma različitim Q faktorom. Možemo videti kako se karakteristike antene pomeraju po frekvenciji zavisno od upotrebljenog oblika poprečnog preseka nosača i primenjene korekcije dužine elemenata čija je veličina data u % od dimenzije nosača a . Evidentno je da pravilna korekcija dužine elemenata, radi optimalne kompenzacije uticaja nosača, veoma mnogo zavisi od tipa antene, tj. vrednosti njenog prosečnog Q faktora i da **nije** ista za sve tipove Yagi antena kako se do sada verovalo! Čak šta više, ona nije uvek ista za optimalnu kompenzaciju svih važnih parametara antene!

Iz rezultata sumiranih u Tabeli 1 jasno je da je, za antene sa niskim Q faktorom, čiji elementi prolaze neizolovano kroz metalni nosač, korekcija dužine elemenata prema usvojenom „empirijskom pravilu“ od oko 25-45% od prečnika nosača sasvim tačna.

Antene dizajnirane od strane DL6WU, DJ9BV i K1FO slede to pravilo sa prilično velikom tačnošću. Povrh toga, one su vrlo tolerantne na tačnu vrednost korekcije dužine elemenata i čak pogrešna vrednost korekcije dužine elemenata neće napraviti veliku štetu karakteristikama antene! Zato ni male promene u obliku poprečnog preseka antenskog nosača skoro uopšte ne utiču na njihove karakteristike.

Antene s visokim Q faktorom zahtevaju mnogo manju vrednost korekcije dužine elemenata koja je oko **2-3 puta manja** od korekcije za antene sa niskim Q faktorom! Sasvim je očekivano da isto produženje elemenata neće proizvesti iste efekte na antenama sa niskim i visokim Q faktorima. Pored toga one nisu tako tolerantne i zahtevaju da budu primenjene sasvim precizno određene vrednosti korekcije dužine elemenata da bi se ostvarile optimalne kompenzacije pojedine karakteristike antene. Iz rezultata datih u Tabeli 1 možemo videti da korišćenje usvojenog „empirijskog pravila“ za vrednosti korekcije dužine elemenata kod antena sa visokim Q faktorom najčešće daju kompenzaciju karakteristika antene koja nije optimalna!

Reference:

1. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Elements Boom Correction**, *antenneX*, December 2009, Issue No. 152.
Prevedeno na srpski jezik: Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Korekcija dužine elemenata usled uticaja nosača Yagi antene**, http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Kor_duzine_elem.pdf
2. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Boom Distance Influence on Yagi Antenna**, *antenneX*, August 2009, Issue No. 148.
Prevedeno na srpski jezik: Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Uticaj odstojanja nosača na Yagi antenu**, http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj_odstoj_nosaca_na_yagi.pdf
3. 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
4. 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>
5. 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>

6. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Q factor**, *antenneX*, July 2008, Issue No. 135.

(Članak je preveden iz časopisa *antenneX*, Januar 2010.)