

Korekcija dužine izolovanih elemenata usled uticaja nosača Yagi antene

Dragoslav Dobričić, YUIAW

dragan@antennex.com

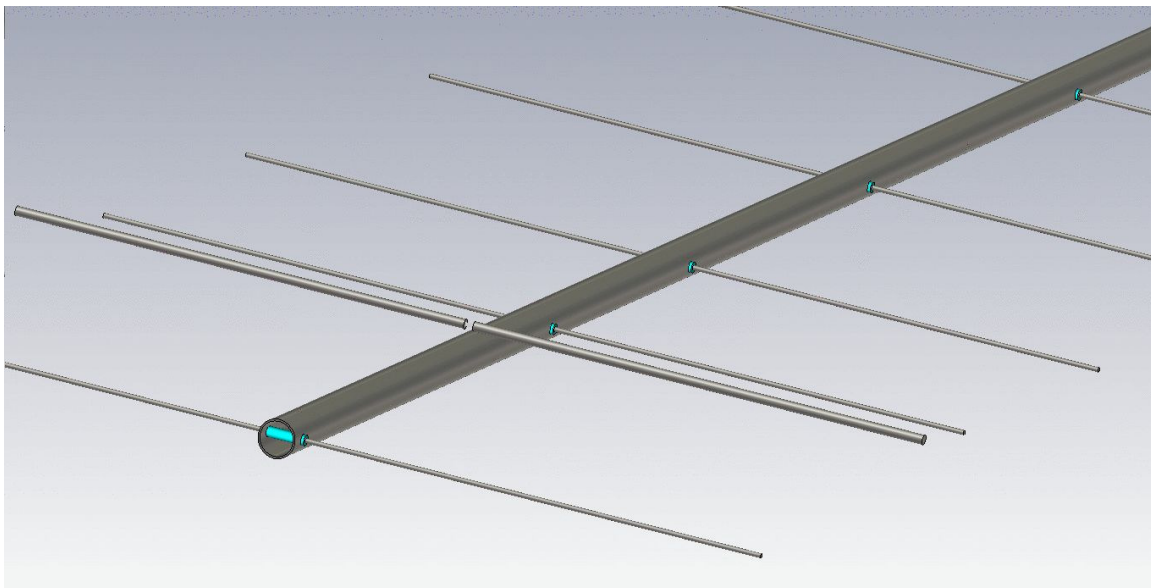
Uvod

Nosač Yagi antene je neizbežni deo njene konstrukcije. Teorijski, Yagi antena može da radi dobro i bez nosača. U stvari, metalni nosač nije deo aktivnog sistema antene koji zrači nego je neizbežan deo njene noseće konstrukcije.

Yagi antena može biti sagrađena na više načina. Može biti sagrađena tako da su njeni elementi izolovani i udaljeni od metalnog nosača ili da prolaze kroz njega. Ovaj drugi metod može biti izveden tako da su elementi električno spojeni za metalni nosač, i da su elementi izolovani od metalnog nosača. Svi ovi načini montaže elemenata na nosač imaju svojih prednosti i mana kao i različit uticaj nosača na elemente antene.

Do sada smo, u nekoliko prethodnih članaka [1, 2, 3, 4], istraživali kako dimenzije nosača, oblik njegovog poprečnog preseka i njegovo rastojanje od elemenata antene utiče na karakteristike šest različitih Yagi antena za 2m koje su slične u svim karakteristikama osim u veličini Q faktora [6, 7]. U tim člancima smo pokazali kako prisustvo metalnog nosača utiče na performanse Yagi antene kada su elementi izolovani i postavljeni na različita rastojanja od provodnog nosača i kako nosač utiče na elemente koji prolaze kroz njega i nisu izolovani.

U prethodnim člancima [1, 2] smo pokazali kako utiče metalni nosač na elemente antene koji prolaze neizolovano kroz nosač sa okruglim i kvadratnim poprečnim presekom i koje su razlike u karakteristikama antene kada koristimo ova dva oblika poprečnog preseka nosača.



Sl. 1 Model Yagi antene sa izolovanim elementima koji prolaze kroz metalni nosač i sa izdignutim aktivnim dipolom

Postoji još jedan mogući način montaže elemenata Yagi antene na nosač koji je postao vrlo popularan i često korišćen. To je način kada elementi prolaze kroz metalni nosač ali su električno izolovani od njega. Obično, komad plastične cevi navučen na element na njegovoj sredini i provučen kroz nosač obezbeđuje električnu izolaciju koja smanjuje interakciju između nosača i elemenata a time i veličinu uticaja nosača na karakteristike antene (Sl.1).

Kao što smo videli u našim prošlim člancima, prisustvo provodnog nosača i veličina njegovog prečnika imaju uticaja na Yagi antenu tako što joj menjaju dijagram zračenja i ulaznu impedansu. Na osnovu teorijskih proračuna i praktičnih merenja poznato je da prisustvo debelog, provodnog nosača u blizini elemenata ima tendenciju da skraćuje efektivnu dužinu elemenata i zbog toga pomera karakteristike antene ka višim frekvencijama.

Na dijagramima prikazanim u našim prethodnim člancima možemo videti da se krive aktivne i reaktivne ulazne otpornosti pomeraju ka višim frekvencijama simultano sa povećanjem prečnika nosača. Kao posledica toga, rezonantna frekvencija i krive ulaznog prilagođenja (povratnog slabljenja) se takođe pomeraju ka višim frekvencijama. Kao što se očekivalo i krive širokopojasne direktivnosti se takođe pomeraju na više frekvencije.

Antene pokazuju različitu osetljivost na uticaje okoline zavisno od svog dizajna, i zbog toga se može očekivati da antenski nosač, kao nepoželjni element, može proizvesti različite uticaje na antene različitog dizajna.

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

Korekcija dužine elemenata

U slučaju pomeranja karakteristika antene po frekvenciji neophodno je 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, korekcija dužine elemenata je oko 25-45% prečnika nosača. U prethodnim člancima pronašli smo da je to generalno empirijsko pravilo za korekciju elemenata usled uticaja nosača na neizolovane elemente koji prolaze kroz njega sasvim tačno za antene sa niskim Q faktorom. Međutim za antene sa višim Q faktorom pronašli smo da bi veličina korekcije trebala biti manja za optimalne karakteristike antene.

Za elemente koji prolaze kroz nosač i izolovani su od njega empirijsko pravilo za korekciju iznosi oko 15-25% prečnika nosača, za uobičajene prečnike nosača (20-50 mm). Za nosače sa većim prečnikom potreban je viši procenat korekcije zbog mnogo izraženijeg uticaja nosača na antenu.

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, naše prethodne simulacije pokazuju da su uticaji nosača kao i efekti korekcije dužine elemenata na različite karakteristike antena 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.

Uslovi pod kojima su vršene simulacije

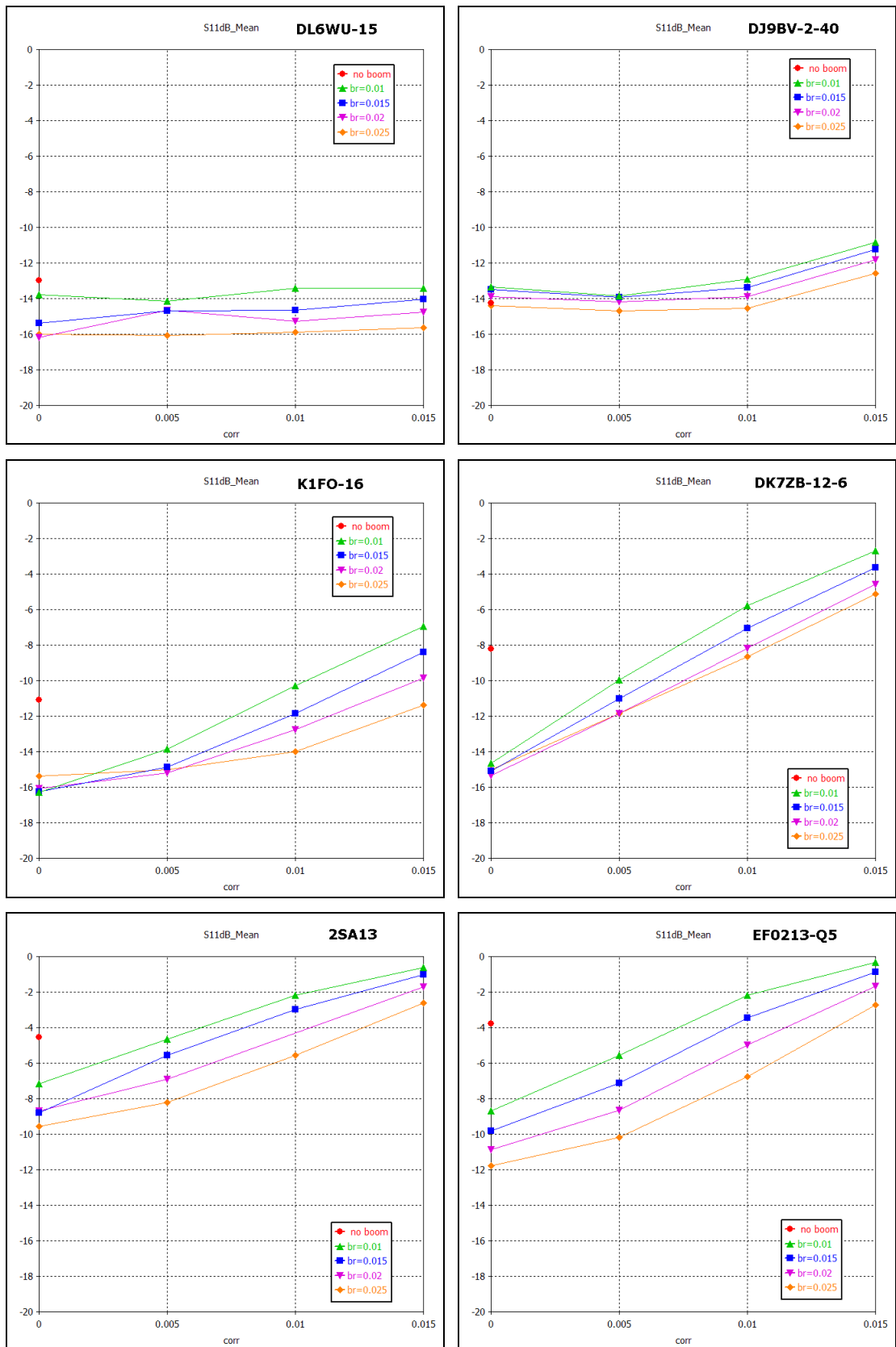
Svih šest antena koje su korišćene u prošlim člancima [1, 2, 3, 4 i 5] ponovo su simulirane pod istim uslovima. Provodni okrugli nosač promenljivog prečnika postavljen je tačno u osu antene tako da elementi sa navučenim plastičnim izolatorima prolaze pravo kroz centar cevi nosača (Sl. 1).

Dielektrična konstanta upotrebljenog plastičnog izolatora je uzeta da je vrlo mala i bliska jedinici. Dielektrični gubici u plastičnim izolatorima su uzeti da su zanemarljivo mali. Debljina zida plastične izolacione cevi uzeta je da je 2 mm, a dužina 4 mm veća od prečnika nosača.

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 15 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 poluprečnika nosača. Tokom simulacija poluprečnik nosača je menjan od 10 do 25 mm kao parametar. Debljina zida metalne cevi nosača je određena da bude 2 mm.

To predstavlja simulaciju Yagi antene sa elementima koji su izolovani od nosača pomoću plastičnog izolatora u vidu cevi koji je navučen na sredinu elementa i montirani su tako da prolaze kroz metalni nosač. Uslovi pod kojima su vršene simulacije su vrlo slični praktičnoj situaciji kada je samo jedna antena, sa okruglim metalnim nosačem i elementima koji prolaze kroz njega izolovano postavljena na vrh visokog i tankog stuba. Međutim, sam stub nije deo simulacionog modela.

U svrhu poređenja, 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. Ti rezultati su označeni imenom „*no boom*“ na dijagramima.



Sl. 2 Srednja vrednost ulaznog povratnog slabljenja antene u opsegu 144...146 MHz za različite poluprečnike nosača (br) i korekcije dužine elemenata (corr)

Za ovaj posao ponovo je korišćen profesionalni program za elektromagnetne simulacije baziran na *Finite Integration Tehnique* metodi. 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 koja je najbolja vrednost za korekciju dužine elemenata koji prolaze izolovano kroz nosač i kako se ona menja sa promenom prečnika nosača i tipa antene.

Ulazno povratno slabljenje

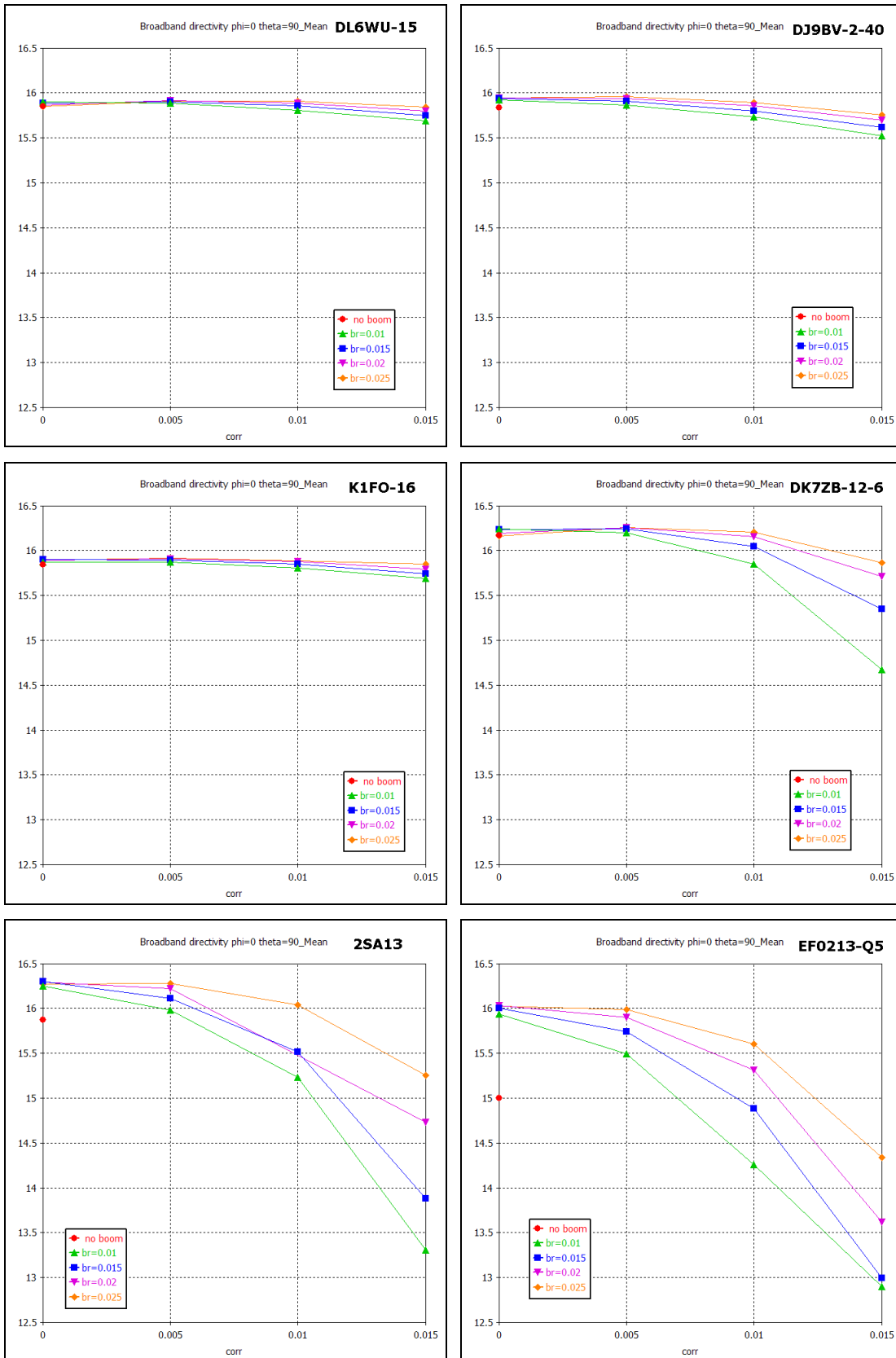
Prezentirani rezultati na Sl. 2 pokazuju zavisnost prosečne vrednosti ulaznog povratnog slabljenja od primenjene korekcije dužine elemenata (**corr**) za različite poluprečnike nosača (**br**). Vidimo da su samo DL6WU i DJ9BV antene skoro potpuno nezavisne od primenjene kompenzacije dužine elemenata i da su zadržale dobro ulazno povratno slabljenje za sve vrednosti poluprečnika nosača i korekcije dužine elemenata. To još jedanput demonstrira njihov veoma tolerantan dizajn koji je skoro potpuno neosetljiv na ozbiljne uticaje nosača i promene dimenzija elemenata antene.

K1FO antena je takođe pokazala vrlo dobro i očekivano ponašanje pri promeni poluprečnika nosača i neophodnoj korekciji dužine elemenata. Ova antena je pokazala vrlo malo veću osetljivost na tačne vrednosti kompenzacije za tanke nosače od dve prethodno pomenute antene.

Preostale tri antene, zbog njihovog uskog SWR radnog opsega imaju manje prosečne vrednosti ulaznog povratnog slabljenja. Među njima, DK7ZB antena ponovo je imala značajno bolje ukupno prosečno povratno slabljenje u odnosu na ostale dve antene, posebno za tanje nosače. Ove antene su ponovo pokazale relativno manju osetljivost na tačne vrednosti korekcije dužine elemenata samo kada se koriste sa većim prečnicima nosača.

Iz rezultata sa Sl. 2 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. Takođe je veoma primetna neosetljivost i tolerantnost antena sa niskim Q faktorom na tačnu vrednost kompenzacije dužine elemenata za odgovarajući poluprečnik nosača.

Ako uporedimo ove rezultate sa sličnim dijagramima iz prethodnog članka [2] za antene sa neizolovanim elementima možemo videti da se ulazno povratno slabljenje slično ponaša ali da je veličina uticaja nosača na izolovane elemente manja. Kao rezultat ovog manjeg uticaja nosača ukupna varijacija ulaznog povratnog slabljenja je takođe primetno manja.



Sl. 3 Srednja vrednost širokopojasne direktivnosti antene u opsegu 144...146 MHz za različite poluprečnike nosača (br) i korekcije dužine elemenata (corr)

Širokopojasna direktivnost

Krive prosečene širokopojasne direktivnosti antena datih na Sl. 3 prate sličan trend kao i krive prosečnog ulaznog povratnog slabljenja datih na Sl. 2.

K1FO, DL6WU i DJ9BV antene su pokazale visoku stabilnost širokopojasne direktivnosti za sve promene poluprečnika 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!

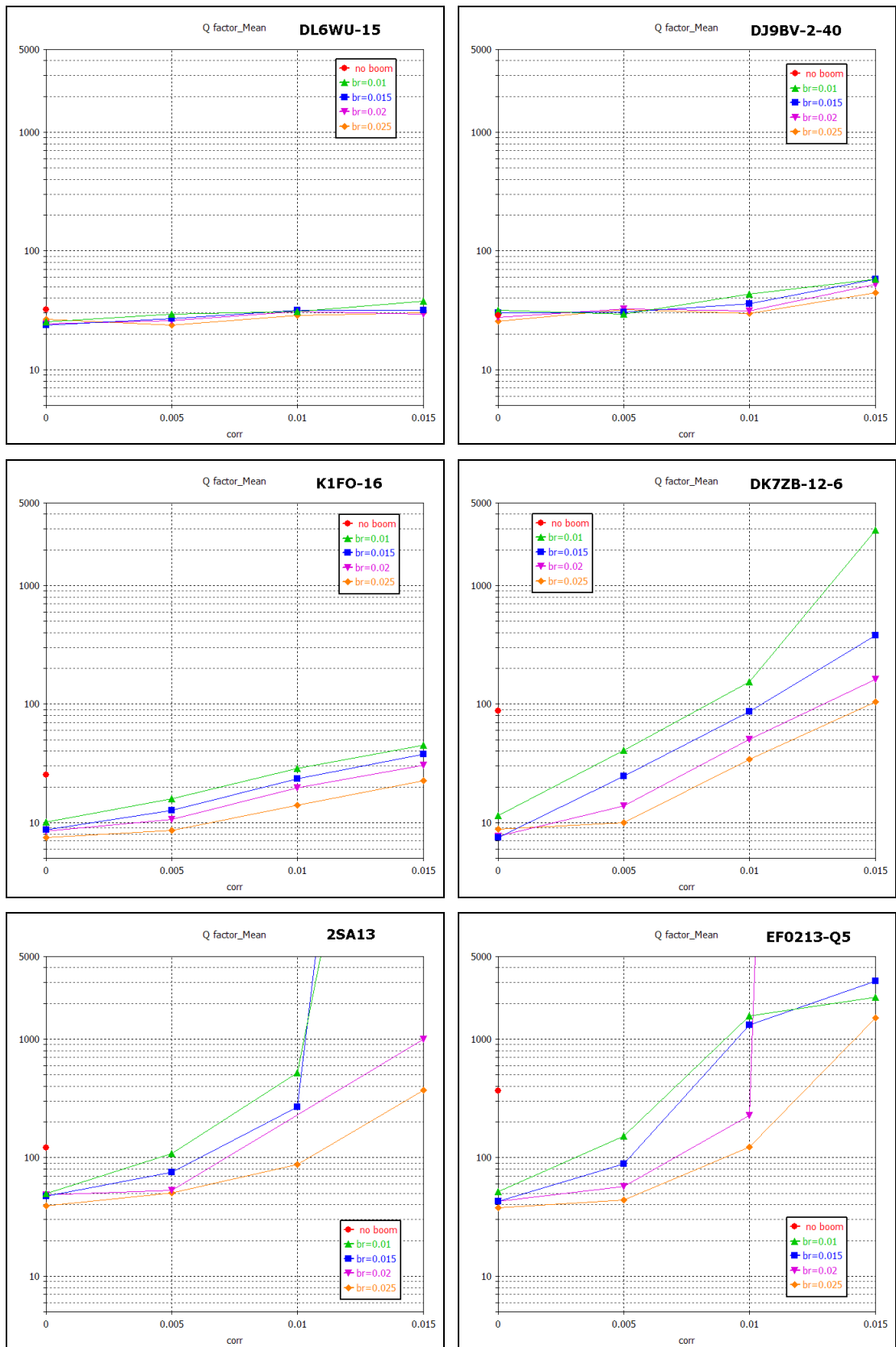
Sledeće dve antene 2SA13 i DK7ZB su ponovo pokazale malo veću direktivnost (do oko 0.5 dB) nego ostale antene, ali samo onda kada su bile kompenzovane za optimalnu direktivnost tačnim vrednostima korekcije dužine elemenata za dati poluprečnik nosača. Ova korekcija se ponovo pokazala da treba da bude manja nego za antene sa niskim Q faktorom i da je mnogo kritičnija nego za prethodne tri antene.

Slično kao i u prethodnim simulacijama EF0213-Q5 antena pokazala je sličnu direktivnost kao i tri antene sa niskim Q faktorom, ali sa velikom promenom karakteristika za različite poluprečnike nosača i primenjene korekcije dužine elemenata. I za ovu antenu se pokazalo da primenjena veličina korekcije treba da bude manja nego za antene sa niskim Q faktorom i da je takođe kritična.

Dijagrami dati na Sl. 3 pokazuju 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.

Q faktor antene

Kao što smo napomenuli u prethodnim člancima, 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, zaključili smo da veličina promene Q faktora pri dejstvu nekog spoljašnjeg faktora, uporedo sa promenom ostalih karakteristika, postaje vrlo fina mera 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 [6, 7]. Ta činjenica je potvrđeno mnogo puta do sada, u skoro svim prethodnim simulacijama antena u različitim uslovima spoljašnjih uticaja [1, 2, 3, 4 i 6].



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

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 [6].

Prezentirani rezultati u ovom članku još jedanput potvrđuju ovu činjenicu. 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!

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.

Interesantno je da preostale tri antene 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.

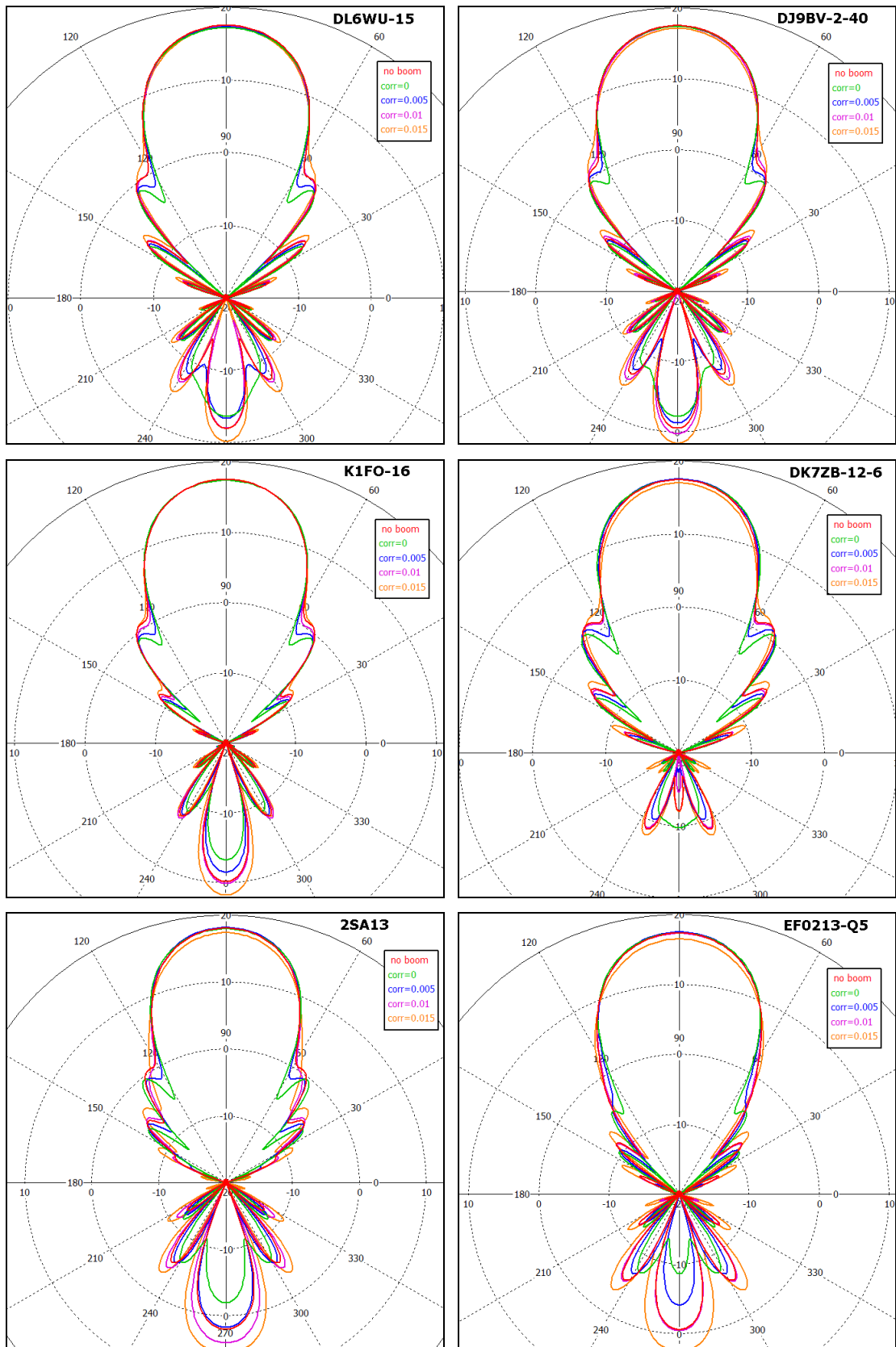
Dijagram antene

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 prikazemo samo dijagrame za poluprečnik nosača $br=15$ mm (30 mm prečnik) koji se najčešće koristi za ovu dužinu antene.

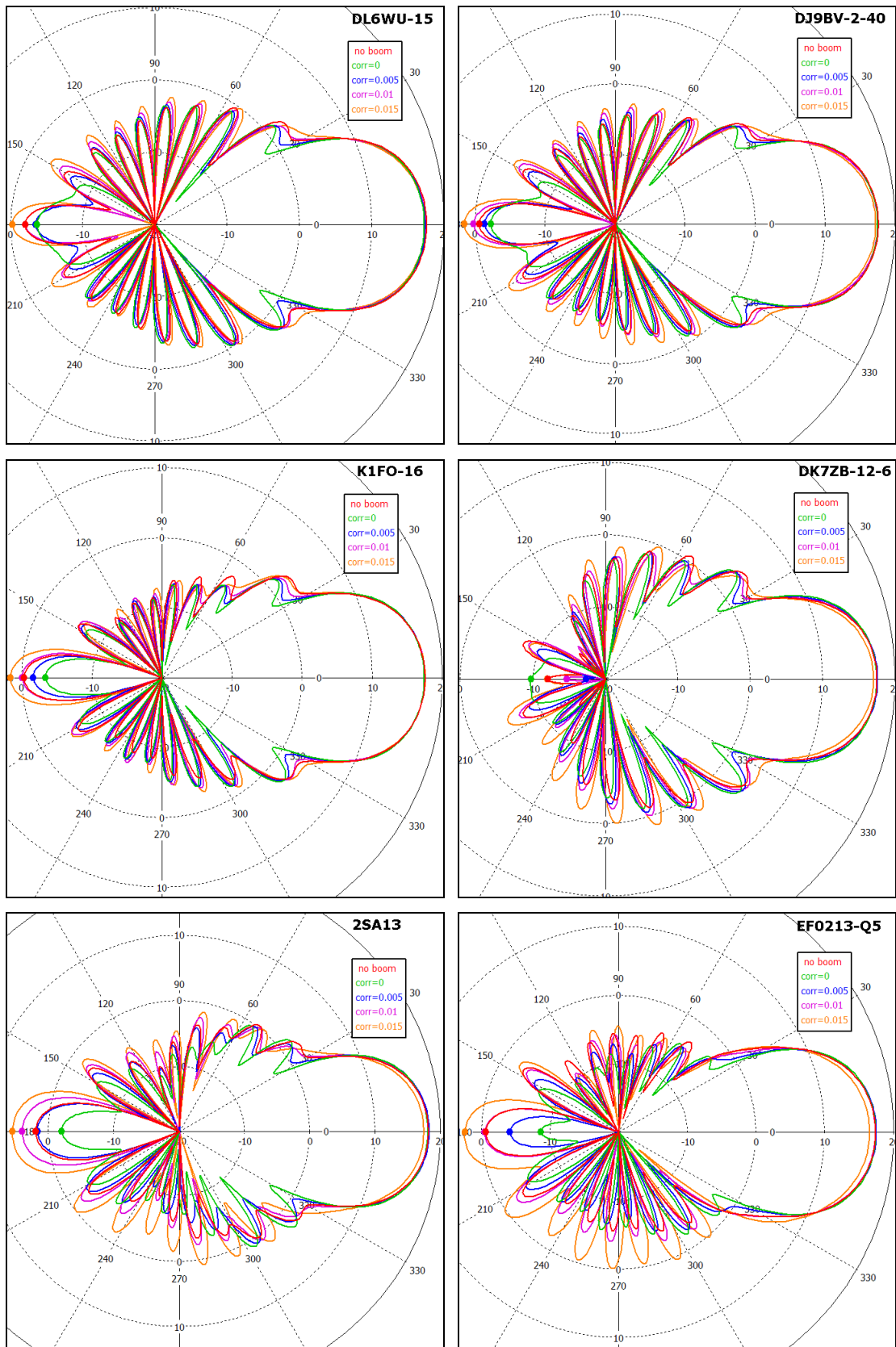
Kompenzacija uticaja nosača

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.

Sa elementima koji neizolovano prolaze kroz metalni nosač imamo najveću moguću interakciju između elemenata i nosača. Kao što smo mogli videti u prethodna dva članka [1, 2], 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!



Sl. 5 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. 6 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 ($corr$)

Sa elementima koji izolovano prolaze kroz metalni nosač svi ti uticaji nisu toliko veliki. Veličina uticaja nosača je manja zbog toga što su elementi električno izolovani od nosača, i shodno tome veličine promena karakteristika antene su manje. Međutim, opšti trend za svaki tip antene je vrlo sličan. To jasno pokazuje da je podložnost antene na uticaje okoline određena njenim dizajnom i da veličina uticaja zavisi od njene konstrukcije, tj. od načina montaže elemenata.

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.

Tabela 1

Antena	Optimalna korekcija dužine elemenata za upotrebljeni poluprečnik nosača [mm]				
	Karakteristika	10	15	20	25
DL6WU-15	Prilagođenje	0-15	0-15	0-15	0-15
	Direktivnost	0-15	0-15	0-15	0-15
	Q faktor	0-15	0-15	0-15	0-15
	zajedničke	0-15	0-15	0-15	0-15
DJ9BV-2-40	Prilagođenje	0-15	0-15	0-15	0-15
	Direktivnost	0-15	0-15	0-15	0-15
	Q faktor	0-15	0-15	0-10	0-15
	zajedničke	0-15	0-15	0-15	0-15
K1FO-16	Prilagođenje	0-10	0-15	0-15	0-15
	Direktivnost	0-15	0-15	0-15	0-15
	Q faktor	0-15	0-15	0-15	0-15
	zajedničke	0-10	0-15	0-15	0-15
DK7ZB-12-6	Prilagođenje	0-5	0-5	0-10	0-10
	Direktivnost	0-10	0-15	0-15	0-15
	Q faktor	0-5	0-5	0-10	0-10
	zajedničke	0-5	0-5	0-10	0-10
2SA13	Prilagođenje	0	0	0	0-5
	Direktivnost	0-5	0-10	0-10	0-10
	Q faktor	0	0	0-5	0-5
	zajedničke	0	0	0	0-5
EF0213-Q5	Prilagođenje	0	0	0-5	0-5
	Direktivnost	0-5	0-10	0-10	0-10
	Q faktor	0	0-5	0-5	0-5
	zajedničke	0	0	0-5	0-5

Kriterijumi za optimalnu korekciju u Tabeli 1 izabrani su tako da i uskopojasne antene takođe mogu da ih zadovolje. Kriterijumi su sledeći:

- (i) Ulazno povratno slabljenje treba da bude bolje od -10 dB (SWR=2) u frekvencijskom opsegu od 144...145 MHz, **ili** bolje od -6 dB (SWR=3) u frekvencijskom opsegu 144...144.5 MHz.
- (ii) Širokopolasna direktivnost ne sme da padne više od 0.5 dB od maksimalne vrednosti u frekvencijskom opsegu 144...145 MHz, **ili** ne više od 1 dB u frekvencijskom opsegu od 144...145.5 MHz.
- (iii) Q faktor antene ne sme da poraste na vrednost veću od 50 u frekvencijskom opsegu 144...145 MHz, **ili** na veću od 100 u frekvencijskom opsegu 144...145.5 MHz.

Međutim, i pored tako lakih kriterijuma neke od antena sa visokim Q faktorom jedva su zadovoljile tražene uslove!

Zaključak

U ovom radu smo prezentirali rezultate simulacija i analiza uticaja metalnog nosača različitih poluprečnika na antenu kada elementi prolaze kroz njega izolovano.

Upoređivani su uticaji različitih prečnika nosača kao i različitih vrednosti korekcije dužine elemenata na ulazno povratno slabljenje, širokopolasnu 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! Očigledno je da korekcija dužine elemenata Yagi antene veoma mnogo zavisi od njenog dizajna, tj. vrednosti prosečnog Q faktora i da nije ista za sve tipove Yagi antena

Iz rezultata sumiranih u Tabeli 1 jasno je da je, za antene sa niskim Q faktorom, čiji elementi prolaze izolovano kroz metalni nosač, korekcija dužine elemenata prema usvojenom „empirijskom pravilu“ od oko 15...25% od prečnika nosača sasvim tačna. Antene dizajnirane od strane DL6WU, DJ9BV i K1FO slede to pravilo sa prilično velikom tačnošću i čak više od toga, one su optimizovane u mnogo širem opsegu vrednosti korekcija. 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! Ove antene su vrlo lako zadovoljile kriterijume za optimalnu korekciju korišćene u Tabeli 1.

Kao što se vidi sa dijagrama na Sl.3 one su takođe zadržale istu vrednost prosečne direktivnosti za sve veličine poluprečnika nosača i korekcija kao i bez nosača. DK7ZB antena je zadržala istu prosečnu direktivnost sa i bez nosača samo kada je precizno korigovana za optimalnu direktivnost za upotrebljeni poluprečnik nosača. 2SA13 i EF0213-Q5 antene pokazale su manju prosečnu direktivnost bez nosača nego sa nosačem

zato što prisustvo metalnog nosača smanjuje njihov Q faktor i proširuje karakteristike direktivnosti i radnog opsega.

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. Pored toga one nisu tako tolerantne i zahtevaju da budu primenjene sasvim precizno određene vrednosti korekcije dužine elemenata da bi se ostvarile optimalne kompenzacije karakteristika 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. Ove antene su generalno mnogo teže zadovoljile kriterijume korišćene u Tabeli 1, a pojedine su jedva zadovoljile tražene minimalne vrednosti, iako su kriterijumi podešeni tako da i uskopojasne antene mogu da ih zadovolje.

Ako poredimo rezultate ovih simulacija sa rezultatima prethodnih sa različitim montažom elemenata (izolovani i na dovoljnom rastojanju od nosača i neizolovani koji prolaze kroz nosač) [1, 2, 3, i 4] kao i uticaj nakupljene vode ili leda na elementima [6] možemo videti da svaka pojedina antena prati svoj specifični način ponašanja pod svim tim uslovima uticaja raznih spoljašnjih faktora. One se ponašaju uvek na sličan način koji skoro u potpunosti zavisi od njihovog dizajna, tj. njihovog Q faktora.

Reference:

1. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Elements Correction for Square Boom**, *antenneX*, January 2010, Issue No. 153.
Prevedeno na srpski jezik: Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Korekcija dužine elemenata Yagi antene usled uticaja kvadratnog nosača**, http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Kor_elem_kv_nosac.pdf
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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>
6. 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>
7. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Q factor**, *antenneX*, July 2008, Issue No. 135.

(Članak je preveden iz časopisa *antenneX*, Februar 20010.)