

144 MHz ANTENE ZA IZMEŠTENE USLOVE RADA

Némethy István YU7EW

(mart 2003)

Osnovna ideja pri grupisanju antena za izmeštene uslove rada sastoji se u sledećim parametrima antenskih sistema:

- Relativno širok ugao zračenja u horizontalnoj ravni,
- Što je moguće manji ugao zračenja u vertikalnoj ravni
- Male dimenzije cele antene ili delova antena pogodno za transport
- Povećan otpor na vetar i postojeće mehaničke karakteristike.

Najpre da sagledamo sve ove zahteve malo detaljnije da bi u potpunosti shvatili sve te zamke što se iza ovih zahteva nalaze. Relativno širok ali besprekorno čist dijagram zračenja ima za posledicu da će nas veći deo učesnika na daljini istovremeno čuti. No, ukoliko taj malo širi ugao zračenja ujedno prouzrokuje i to da imamo antenu sa slabo potisnutim bočnim opsezima, rad u takvim uslovima za nas postaje nesnosno sa brzim zamaranjem a okolini demonstriramo naše neznanje i nehumanost prema drugim učesnicima. Mnogi ovaj problem rešavaju linearnim pojačivačima veće snage koji su u sprezi sa znanjem na niskom nivou proizvode još i dodatne smetnje. Ovakvo demonstriranje neznanja i nehumanosti u svakom slučaju trebalo bi biti strano svakom učesniku ali u praksi smo svedoci upravo tih zbivanja. Ovakva kombinacija preneto na vrh jedne planine zagorčava učešće većem broju učesnika u akciji a u sledećem okršaju po pravilu „pametniji popušta“ ima manje učesnika. Žalosno je to da se ovakvo siledžijstvo nagradjuje peharima i diplomama, samo zbog toga što organizatori po pravilu ne uvažavaju primedbe ostalih učesnika i prihvataju po svemu lažnu izjavu ovakvih „Big Gan“ stanica – ekipa. Postavlja se pitanje i za celishodnost kontrole na opsegu sa strane organizatora što se veoma teško može inače sprovesti i zavisao je u velikoj meri od položaja kontrolne stanice. U velikoj meri se ovo može rešiti brižljivom konstrukcijom antena i grupe antena za rad u izmeštenim uslovima sa besprekorno čistim dijagramom zračenja. Jednom zauvek, trebalo bi da svi da odbacimo uobičajeno pogrešno mišljenje da su antene za rad u izmeštenim uslovima za jednokratnu upotrebu i da je „važno učestvovati“.

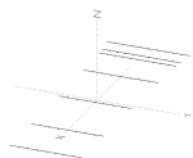
Širok ugao zračenja nam redovito pružaju antene sa manjim brojem elemenata i u praksi se javljaju sa 6-10 elemenata. S druge strane, ove antene i pored najbrižljivijih optimizacija imaju premalu dobit. Izlazak na neko povećanje brdo u svakom slučaju nadoknadjuje ovo ali ubrzo se pokazuje da nikakva visina ne kompenzuje loše odabranu antenu. Druga krajnost su „Long Yagi“ antene ali njihovo zadovoljavajuće pojačanje se javlja samo pri većim dužinama i pri većim visinama od tla što u izmeštenim uslovima je najčešće teško ostvarljivo. Pored svega sa ovakvim antenama treba bez prekida „raditi“ tj. rotirati češće, pa je početni uslov napušten.

Zaključak se nekako sam od sebe nameće: povećati dobit a zadržati širok snop zračenja u horizontalnoj ravni a to je moguće jedino na uštrb zračenja širine elevacionog snopa. Ove antene se inače po pravilu ne eleviraju (naravno pojava iznenadnog FAI propagacija iz bliže FAI tačke iziskivalo bi od nas mogućnost elevacije, mnogo čistiji dijagram zračenja u vertikalnoj – elevacionoj ravni, ali „nema ruže bez trna!“ i samo zbog par veza ovim načinom rada najčešće se ne opravdavaju dodatni napor). Dakle, zaključak je da se veći broj antena montira jedna iznad druge, što u svakom slučaju ima razumnu granicu i svodi se na dve ili četiri antene jedna iznad druge. Veći broj bi iziskivao prilično visok nosač čiji transport i montaža postaju problematičani. Rasecanje antena „na komade“ pa sastavljanje na licu mesta iziskuje dodatne mehaničke probleme sa manje više dobrim rezultatima.

U sledećem bi razmatrao nekoliko varijanta manjih grupa antena koji zadovoljavaju prethodni uslov a to su grupe malih Yagi antena i grupe malih Loop antena. No, pre svega moramo imati na umu i još neke činjenice, mimoilazeći ovo usled neznanja naš dobro zamišljen antenski sistem za rad u izmeštenim uslovima će nas razočarati i dovesti u pitanje sve što je ovde izloženo. Ove činjenice su:

- Samo egalizirane antene se mogu grupisati u sistem;
- Povezivanje mora biti izvedeno tako da se impedanse i faze optimiziraju;
- Pojedinačno optimizirana antena stavljanjem u grupu antena donekle menja svoje parametre, optimizacija se mora izvršiti na grupu antena;
- Kod optimizacije najbitniji uslov je besprekorno čist dijagram zračenja celog sistema u horizontalnoj ravni, nikako ne najveća dobit, vertikalno-elevaciona ravan je manje bitna;
- Bez obzira na kojoj visini se nalazimo, što je od slučaja do slučaja promenljivo, ovakvi mali sistemi antena se redovito montiraju na malim visinama od tla. Ovo u svakom slučaju ima uticaj na impedansu i na karakteristike zračenja;
- Antene koje su pojedinačno optimizirane mogu činiti dobar sistem ali ako se optimizacija vrši za ceo sistem, činioci sistema, pojedinačne antene, redovito su lošiji ukoliko se koriste kao jedinke;
- Usled bilo koje greške u povezivanje antena u antenski sistem najčešće kao rezultat se javlja to da stvorena grupa – sistem antena radi lošije no jedna pojedinačno!

1 x 7el yagi (1EW7EL.ANT)



Za početak sam odabrao jednu prilično dobru konstrukciju 7 elementne antene dužine 1.458 tal. duž. (oznaka 1EW7EL). Ova antena je optimizirana tako da je predviđena da radi sama kao jedinka sa maksimalno mogućim čistim dijagramom zračenja u horizontalnoj ravni dok u vertikalnoj ravni za ove kratke antene je iluzorno očekivati veći rezultat mada i tu je postignut maksimalno mogući čist dijagram. Podaci su sledeći:

1EW7EL.ANT 144.2 MHz 01-31-2003

----- Elementdata -----			
El.Name:	El.Pos	El.Length:	El.Radius:
Re1	0	1023.89	5
Driver	213	967.89	6
Dir1	315	944.89	5
Dir2	816	919.89	5
Dir3	1581	891.89	5
Dir4	2402	889.89	5
Dir5	3034	888.89	5

Reflectortype=Singel		Driver=Singel	Dimension=mm

BoomCorr =-2.11mm ;			

Znači, elementi su promera 10 mm Alu cevi, dipol promera 12 mm (u programu optimiziran na otvoreni dipol koji je u stvarnosti zatvoreni dipol dvostruke dužine od otvorenog mereno u osi dipola i na osnom razmaku od 66 mm). Za boom je korišćen alu kvadratni profil 20x20 mm kroz koji elementi prolaze. Boom se nalazi u simetralnoj osi dipola. U odnosu na navedeno elementi se produžuju za faktor booma 2.11 mm.

Ovde valja napomenuti i sledeće: ova antena još ne spada u kategoriju „Long Yagi“ antena jer je dužina booma ispod 2 talasne dužine pa shodno tome se ne mogu ni očekivati podaci svojstveni „Long Yagi“ antenama. Analizom ove antene pomoću programa Yagi Analysis 3.54 (prihvaćeno sa strane DUBUS grupacije po preporukama VE7BQH) dobijamo slede podatke:

1EW7EL.ANT	144.2	MHz	01-31-2003
+----- Results -----			
Name: 1EW7EL	Frequency: 144.2 MHz		

Gain: 10.92 dbd	F/B:	32 db	

-3dB points			
E-Plane: 40.28 Deg.	H-Plane:	45.54 Deg.	

Impedance: 51.8 -j .02 ohm			
Efficiency: 98.94 %	Conductivity:	2.88E+07	
Boom comp.: -2.11mm			
Stacking: 1 X 1	Free space		

Možda neko neće biti zadovoljan sa širinom otvora antene od 40° ali sa Yagi antenama to je kompromisno rešenje izmedju širine horizontalnog otvora i postavljenih uslova besprekorno čistog dijagrama zračenja. Zapravo, ono što bi neki početnici ili naviknuti na rad na nižim KT opsezima hteli je besmislica na 144 MHz a to je: imati antenu koja se ne mora okretati a da ima veliku dobit. Naravno takve antene postoje! One se koriste isključivo za emitovanje difuznih programa. Primenom takve antene dobili bi to da nas mnogi čuju a mi od ravnomernih signala (i smetnji) ne čujemo nikoga. Uslovno rečeno „loše“ antene imaju upravo ta svojstva i mnogi i ne znajući za ovo uporno koriste takve. No da analiziramo dalje prethodnu antenu u smislu širine opsega:

1EW7EL.ANT		144	MHz	01-31-2003			
----- Results -----							
Name: 1EW7EL			Time: 16:00:37				
-3 dB Points (deg.)							
Frequency (MHz)	Gain (dBd)	F/B (dB)	E-plane / H-plane		Impedance (Ohm)		

144	10.87	29.71	40.58	45.98	46.92 -j	.79	
144.1	10.91	31.05	40.44	45.76	49.2 -j	.34	
144.2	10.92	32.02	40.28	45.54	51.8 -j	.02	
144.3	10.95	32.13	40.14	45.32	54.77 +j	.09	
144.4	10.96	31.2	39.98	45.08	58.17 -j	.11	
Free space							

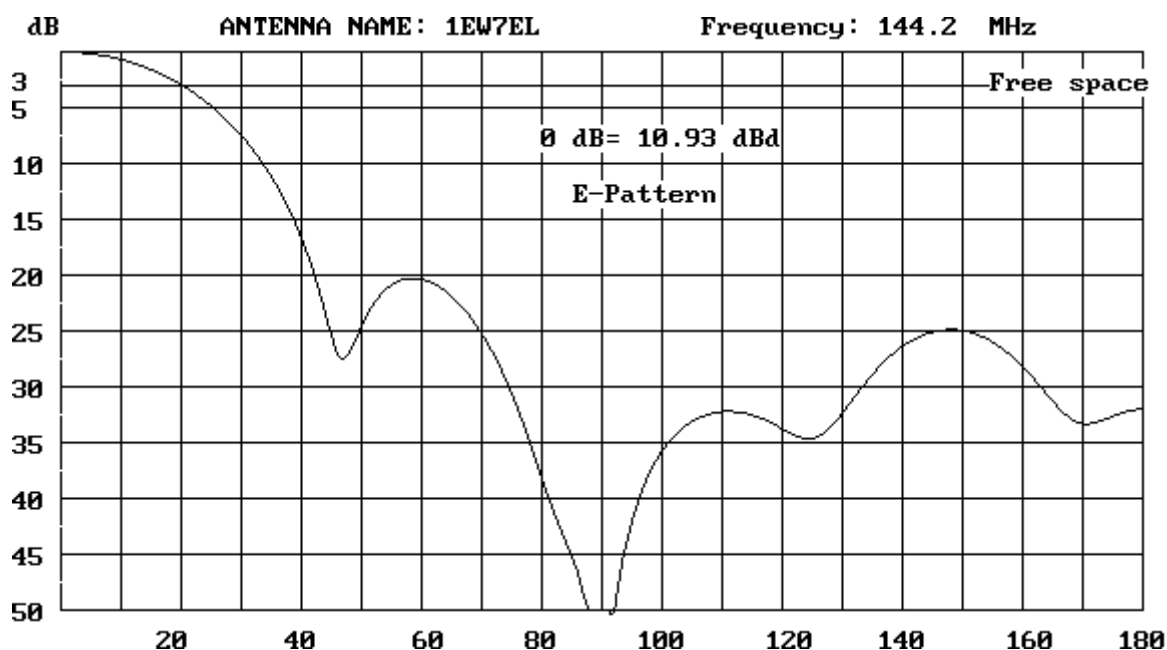
						Boom comp.:-2.11	mm

YAGI - ANALYSIS				Ver:3.54			

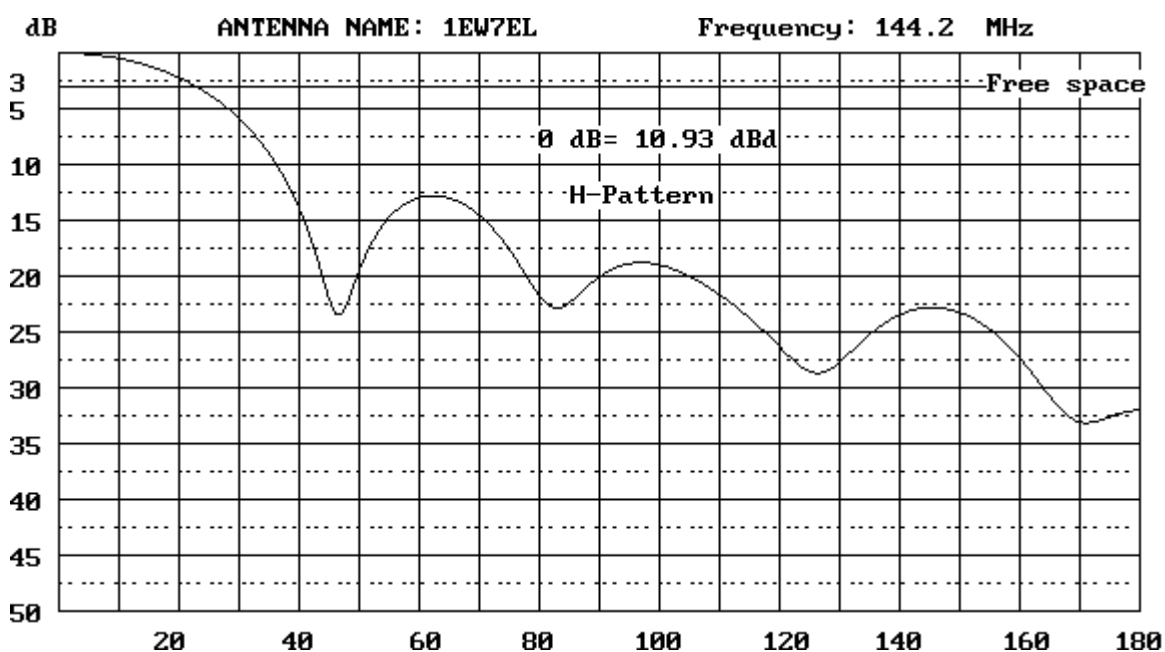
Iz ove tabele postaje nam jasno da se radi o anteni za uskopojasni rad dizajnirano za frekvencije 144MHz gde se po sadašnjim „običajima rada“ sav rad i odvija. Ostali parametri antene proizilaze iz prethodne tabele. Komentar „da se štedelo na širini frekventnog opsega“ stoji samo uslovno. Postavlja se logično pitanje: a šta bi se radilo na tim ostalim frekvencijama sa horizontalnom polarizacijom? Svakako ništa a zbog tog ništa bi se moralo smanjiti sve što se postiglo a tu nema

nikakve logike. U svakom slučaju imajući pred sobom ovu tabelu moramo shvatiti to da se moramo što bolje držati datih dimenzijama jer i sasvim mala greška u izradi prouzrokuje kobne posledice.

Dijagrame zračenja antene:



Dijagram zračenja u horizontalnoj ravni jedne antene 1EW7EL

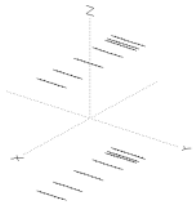


Dijagram zračenja u vertikalnoj ravni jedne antene 1EW7EL

Ovi dijagrami zračenja jasno upućuju na to da iako se radi o veoma maloj anteni dijagram zračenja je sasvim čist. U horizontalnoj ravni prvi bočni opseg (i jedini spreda) potisnut je za 20 dB! Odnos napred/nazad je 32 dB. Javljaju se dva bočna opsega pozadi koji su potisnuti za više od 30 dB.

Dakle san mnogih je realizovan. Naravno, analiza u vertikalnoj ravni jedne antene nema takve odlike što upravo upućuje na to da su ove antene i namenjene za stvaranje grupe antena (stakiranje) jedna iznad druge. U tom slučaju trebalo bi horizontalni dijagram ostati nepromenjen a dobit sistema se postiže „sakupljanjem“ tj. fokusiranjem onoga dela energije koja se kod jedne antene rasipa u vertikalnoj ravni.

Stakiranje

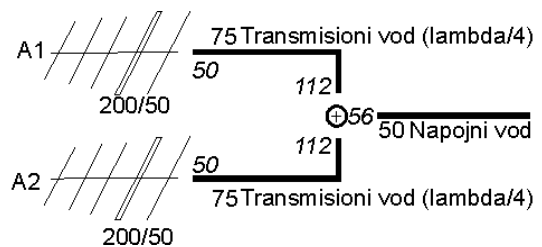


Sada moramo zastati na trenutak i pozabaviti se s time podrobnije šta se još javlja kod stakiranja antena. Prvo da vidimo impendansu čitavog sistema koja i dalje u celosti mora dati unapred određenu i nepromenljivu impendansu transmisionog voda koja je po pravilu skoro uvek 50 ohma. U zavisnosti od očekivane ukupne dobiti donosimo odluku o tome da li stvaramo grupu od dve ovakve antene jedna iznad druge ili pak četiri antene jedna iznad druge. Teorijski (kada gubitaka ne bi bilo) pojačanje sistema poraste za 3 dB usled dupliranja broja antena. U praksi naravno to nije slučaj. Proračunata dobit jedne antene sa otvorenim dipolom je 10.92 dBd. U praksi jedna tj. osnovna antena ima manji dobit od toga iz razloga što radi simetričnosti (i sigurnosti rada) umesto otvorenog dipola koristimo zatvoreni dipol koji je u stvari otvoreni dipol (simetrično) + prva transformacija impendanse na četvorostuku vrednost (takodje simetrično). Da bi se to sve prilagodilo na standardni asimetrični transmisioni vod koristimo drugu transformaciju od četvrt-talasnog voda tzv. „Baloon transformator“ (transformacija simetrične impendanse 4:1 na asimetrično). Posle svega toga, što je neizbežno, naše pojačanje je opalo i iznosi 10.5 do 10.6 dB. Naravno postoje i druge transformacije (ali ni jedna od tih nije toliko jednostavna i pouzdana) ali bitno je to znati da ne postoji nikakva transformacija bez gubitaka! Zapravo velike razlike u gubicima i nema pa pri izboru prilagodjenja same antene na prvi transmisioni vod u sistemu ili jedini transmisioni vod kod pojedinačne antene rukovodimo se sasvim drugim činiocima. To su jednostavnost transformiranja, širina opsega rada transformacije i otpornost na uticaj atmosferilija. Ovo zadnje je u stvari najčešće od presudnog značaja na šta se mora obratiti posebna pažnja.

Povezivanje

No da razmotrimo slučaj povezivanja dve antene:

1) U tačku spajanja (razdvajanja pojedinih deonica prema antenskoj jedinici), ukoliko imamo dve antene paralelno spojene, moramo imati pojedinačnu impendansu 100 oma da bi spajanjem rezultujuća impendansa bila 50 Ohma. To znači, da nam je potreban transmisioni vod koji na jednoj strani ima ulaznu impendansu 50 Ohma (ka anteni) i izlaznu impendansu od 100 Ohma (ka spoju 2 antene i napojnog kabla). Ovde se lako izračuna impendansa transmisionog voda:

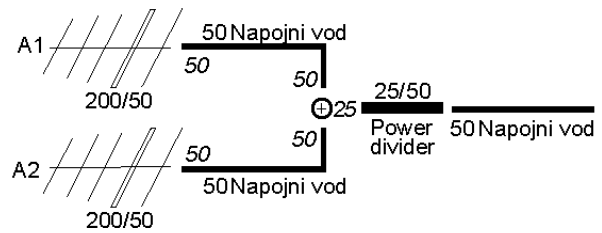


$$Z_{voda}^2 = Z_{ulaza} \times Z_{izlaza}$$

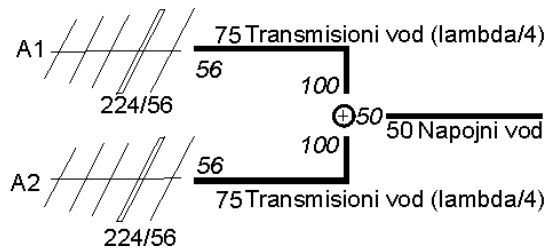
Znači, dve antene pojedinačne impendanse od 50 Ohma povezane na taj način za rezultat daju impendansa voda je 70.711 Ohma. Takav standardni vod ne postoji a najbliži standardni vod je 75 Ohma. Primenom ovakvog voda rezultujuća impendansa na kraju voda umesto potrebnog 100 Ohma poraste na 112.5 Ohma tj. posle paralelnog spajanja javlja se impendansa 56.25 Ohma. Mnogi mogu tolerisati ovakvo neslaganje impendanse znajući (a i ne znajući!) da to prouzrokuje povećanu vrednost SWR-a (relativno malo) i povećan šum usled neprilagodjenja.

2) Teži metod je pravljenje tzv. „Power divider“-a tako da se impedanse egzaktno prilagođavaju izradom rezo-natnog voda željene impedanse.

To je slučaj da se impedansa voda za spajanje dve antene odabere tako da bude isti kao i sam transmisioni vod pa se u mestu spajanja u tom slučaju javlja impedansa od 25 Ohma a to se pomoću za to dimenzionisanog „power divider“-a prilagođava na impedansu transmisionog voda od 50 Ohma.



3) Naizgled najkomplikovanije rešenje izgleda zapravo najbolje a to je: na transmisioni vod od 50 Ohma se povezuju vodovi ka pojedinim antenama od 75 Ohma (sve asimetrično) pa se na mestu antena javlja impedansa od 56.25 Ohma. U takvom slučaju dakle, samu antenu optimiziramo na impedansu od 56.25 Ohma. U ovom slučaju postojeći „Baloon trafo“ će postaviti simetričnu impedansu umesto 200 na 225 Ohma. U stvari ništa i nije komplikovano zar ne? Sve je isto sve se slaže ali antena mora biti dimenzionisana na 56.25 Ohma i takva antena dakle neće moći dobro raditi kao jedinka vezana sama na 50 Ohmski transmisioni vod. Dakle predstoji nam još jedna optimizacija na računaru, sada već postojeće antene.



1 x 7el yagi (S1EW7EL.ANT)

Ovakva optimizacija se može izvesti za početak po istoj metodi kao i pri prethodnoj optimizaciji ili pak u slučaju da posedujemo profesionalni program za optimizaciju odmah optimizirajući obe antene sa optimalnim razmakom na najčistiji dijagram zračenja sada već za obe polarizacije ravni. Antena S1EW7EL je optimizirana kao antena po istim kriterijumima kao i 1EW7EL i daje sledeće rezultate:

S1EW7EL.ANT 144 MHz 01-31-2003			
----- Elementdata -----			
El.Name:	El.Pos	El.Length:	El.Radius:
Re1	0	1023.89	5
Driver	216	969.89	6
Dir1	309	944.89	5
Dir2	814	919.89	5
Dir3	1583	891.89	5
Dir4	2406	888.89	5
Dir5	3034	884.89	5

Refleortype=Singel		Driver=Singel	Dimension=mm;

BoomCorr =-2.11mm			

YAGI - ANALYSIS		Ver:3.54	

Dakle, neke velike razlike u samim dimenzijama antene nema, u svakom slučaju se radi o potpuno istom materijalu kao u prethodnom slučaju. Analiza po istoj metodi daje sledeće rezultate:

S1EW7EL.ANT 144 MHz

01-31-2003

Results					
Name: S1EW7EL			Time: 21:41:49		
Frequency (MHz)		Gain (dBd)	F/B (dB)	-3 dB Points (deg.) E-plane / H-plane	Impedance (Ohm)
144		10.87	34.8	40.82 46.32	53.63 +j .63
144.1		10.88	39.5	40.68 46.12	56.39 +j .59
144.2		10.91	50	40.52 45.9	59.49 +j .29
144.3		10.92	44.91	40.38 45.68	62.94 -j .37
144.4		10.95	36.94	40.22 45.44	66.76 -j 1.53
Free space					
Boom Correction:-2.11					

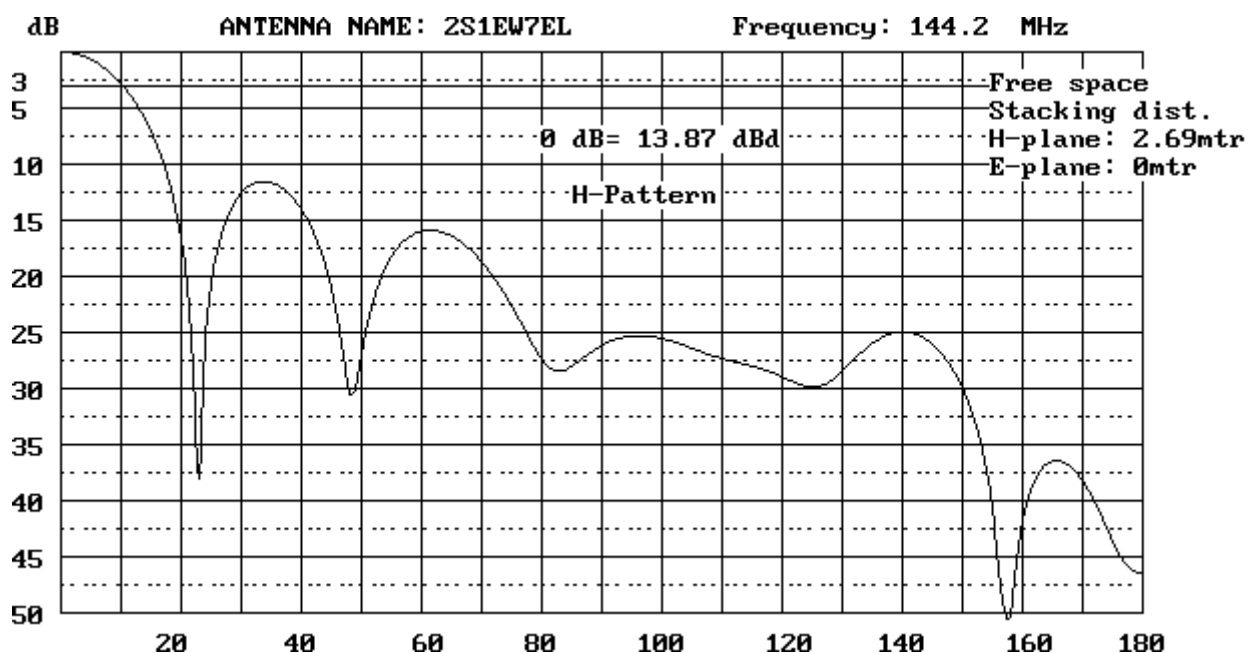
Dakle, širina propusnog opsega je veoma slična od prethodnog slučaja stim da se poboljšao odnos napred/nazad i nazivna impendansa je podignuta na 56.25 Ohma a rezonantna frekvencija je neznatno spuštена i nalazi se upravo tamo gde je i najpoželjnija. Sada nam preostaje problem određivanja međusobnog rastojanja i analiza ovog antenskog sistema od dve antene u celosti.

Pošto se ne očekuje nikakva promena karakteristike zračenja u horizontalnoj ravni preostaje nam odluka o određivanju međusobnog rastojanja između dve antene po sledećem:

- odstojanje određujemo na osnovu najveće dobiti,
- odstojanje određujemo na osnovu najčistijeg dijagrama zračenja u vertikalnoj ravni.

Imajući u vidu ranije izneto „dogadjaji“ u vertikalnoj ravni nisu interesantni za nas jer težimo ka čistoći dijagrama zračenja u horizontalnoj ravni ali nam je dobit u svakom slučaju bitan.

Konsultujući metodu analize Yagi Analisis 3.54 dolazimo do zaključka da se najveća dobit ostvaruje na 2.69 met odstojanju između dve antene i tada dijagram zračenja u vertikalnoj ravni izgleda ovako:



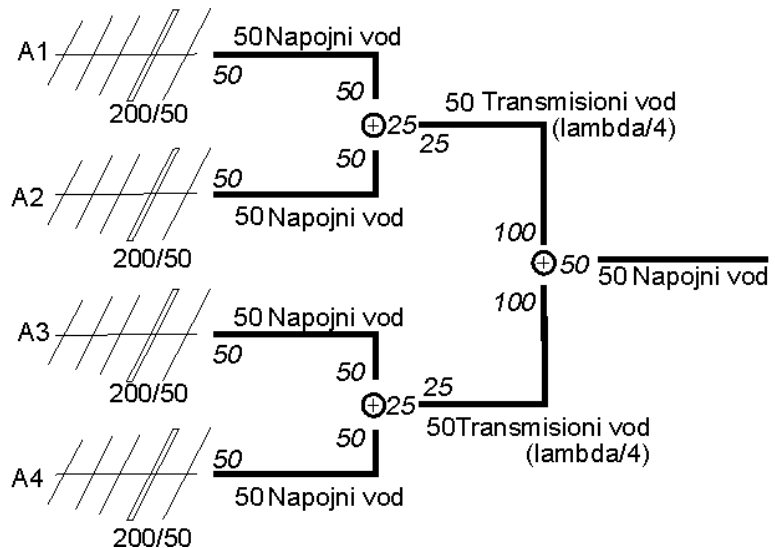
Ovakav vertikalni dijagram zračenja je rezultat toga što su antene na razmaku gde je maksimum pojačanja sistema koja je sa 10.93 dbd porasla za 13.87 dBd što je gotovo +3 dB znači dvostruko pojačanje. Konsultujući analize antena od VE7BQH konstatujemo da ovakvo pojačanje je

svojstveno antenama dužine 3.5 tal. dužina tj. dužini booma od 7.28 met. Naravno sa najmanje dva puta užim uglom zračenja u horizontalnoj ravni. Ukoliko ovome dodamo uticaj bočnog vetra što u izmeštenim uslovima rada se redovito javlja kao i inertnost „antene u pokretu“ dolazimo do toga da smo dobro odabrali ukoliko koristimo ovaj sistem od 2 x 7 elm.

4 x 7el yagi (4ew7el.ant)

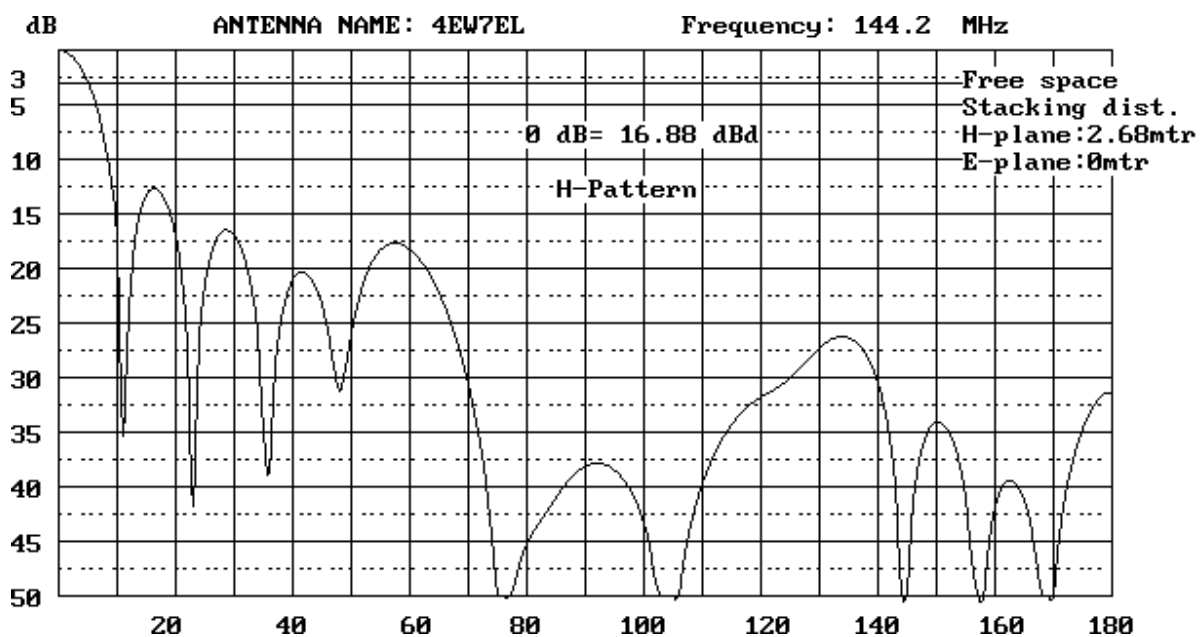
Naravno iako smo u izmeštenim uslovima i na visini mnoge ozbiljnije učesnike u takmičenjima neće zadovoljiti dobit od 13.92 dBd i takvima je svakako od interesa da umesto 2 povezuju četiri antene od 7 elemenata što ima niz prednosti od prethodne konstrukcije.

U slučaju povezivanja 4 antena u sistem za međujeze je moguće koristiti uvek komade koaksijalnih kablova od 50 Ohma. Na ovom mestu nema potrebe ući u dublju analizu kako je to moguće. Ovo se postiže tako da se prvo povezuju dve i dve antene pa dobijeni spojevi se takodje izmedju sebe vezuju tako da je rezultujuća impendansa čitavog sistema opet 50 Ohma. Bitno je samo to da se uvek koriste isti komadi izmedju dve antene a takodje moraju biti iste dužine i komadi koji se vezju na transmisioni vod. Sve antene moraju imati istu fazu pobude.

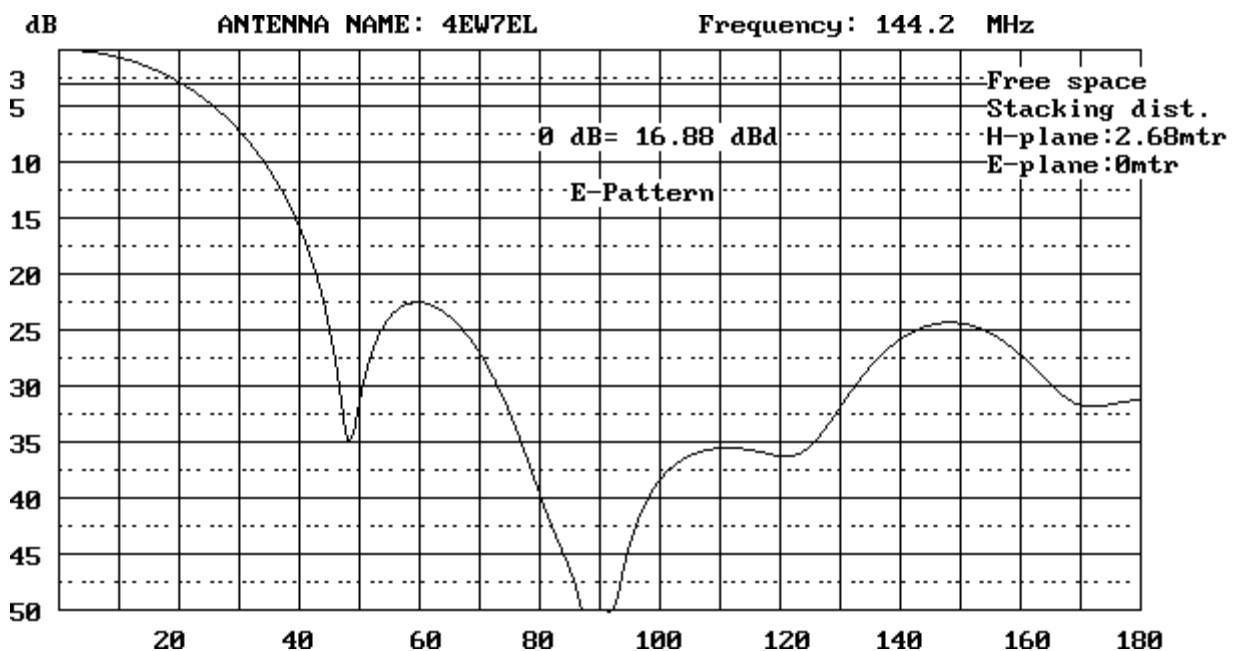


Naravno sada koristimo antene kao u početku impendanse 50 ohma tj. jedinku 1EW7EL. Poštujući prethodno izneto sve antene se nalaze jedna iznad drugog i postavljaju se tako da se dobija maksimalno pojačanje sistema.

Kao i u prethodnom slučaju koristimo se programom Yagi Analysis 3.54 koji nas upućuje na optimalno rastojanje izmedju antena pojedinačnih 1EW7EL koja iznosi 2.66 met.



Ovo je ujedno i krajnji domet i mogućnost kombinacije u ovom slučaju sa antenom 1EW7EL. Dobijen je sistem 4EW7EL. Osnovno pojačanje jedne antene iznosio je 10.92 dBd ona je sada povećana na 16.88 dBd što je gotovo +6dB što se i očekivalo uz već sada sasvim pristojan dijagram zračenja u vertikalnoj ravni. Radi provere konstatujemo i dijagram zračenja u horizontalnoj ravni:



Ovde konstatujem da se ništa nije promenilo, dijagram zračenja u horizontalnoj ravni ostao je ista kao i kod jedne antene. Daljom analizom konstatujemo da ove četiri antene iziskuju rastojanje između najviše i najniže antene od 8004 mm. Ovo montirano na dve cevi od standardne dužine 6 met. navodi nas na to da je najniža antena skoro na 4 met. visine. Ove sasvim odlične karakteristike za rad međutim nas stavljaju pred značajnim problemom mehaničke stabilnosti.

Radi se o štapu dužine 12 met koji je uklješten u dve moguće tačke, na dno u zemlju i na visini od 3.9 met. na četiri strane sa plastičnim sajlama. U svakom slučaju ostaje 8 met slobodno izloženo izvijanju usled dejstva vetra. Moramo imati i to u vidu da se radi o „portabl“ nosaču koji se najčešće zbog transporta izreže na delove od 3 met koji se na licu mesta kruto spoje. Ovde je neophodno skrenuti pažnju na to da samo pojedine cevi zadovoljavaju ove kriterijume. U slučaju lošeg rešenja jaki vetrovi su u mogućnosti srušiti čitav sistem i tada su incidentne situacije moguće gde stradaju ne samo antene već i sami operatori. Ovo u svakom slučaju moramo imati u vidu.

Upravo prethodno nas ogradjuje od daljeg razvijanja sistema na 8 antena jedna iznad druge. To u realnim mogućnostima nije moguće rešiti niti bi se isplatilo nekakvo „super rešenje“. Dakle sa ovom antenom od 7 elemenata krajnji domet je 16.88 dB. Da konsultujemo analize OM Lionela – VE7BQH: Ovakvo pojačanje imaju samo dve poznate antene konstruisane za EME rad to su antene konstrukcije K2GAL 21 i M² 8WL. Obe dužine booma oko 15 do 16 met sa ogromnim problemima mehaničke stabilnosti (i cene koštanja!) sasvim nepogodne za izmešten rad i za veliki broj sklapanja i rasklapanja. I jedna i druga antena sasvim su nepogodne za montažu u planinskim uslovima na jak vetar. Pored svega toga ove ekstremno dugačke antene iziskuju za pravilan rad daleko veću visinu montaže od zemlje što je u ovakvim uslovima neostvarljivo.

Mnogi koriste u takmičenjima 4 antene montirane po grupi 2 horizontalno odmaknute grupe od dve antene jedna iznad druge. Šta se stime postiže? Pa otprilike se prepolovi i horizontalni i vertikalni ugao zračenja. Ovo u svakom slučaju moramo priznati da nije ni iz daleka to što nam u takmičenjima zbilja treba tj. da horizontalni otvor jedne antene ostaje nepromenjena a da se dobit povećava za 4 puta, umesto toga imamo povećanje dobiti samo dva puta na polovini otvora jedne

antene a „stvorene blagodeti“ u vertikalnoj ravni nismo u stanju iskoristiti! To nam i ne treba u takmičenjima. Takve konstrukcije nam svedoče o tome da „autori“ ovakvih tvorevina najčešće nisu sve sagledali kako treba ili su kopirali nešto što je namenjeno za nešto sasvim drugo.

1 x 10el yagi H2 (H2.ANT)

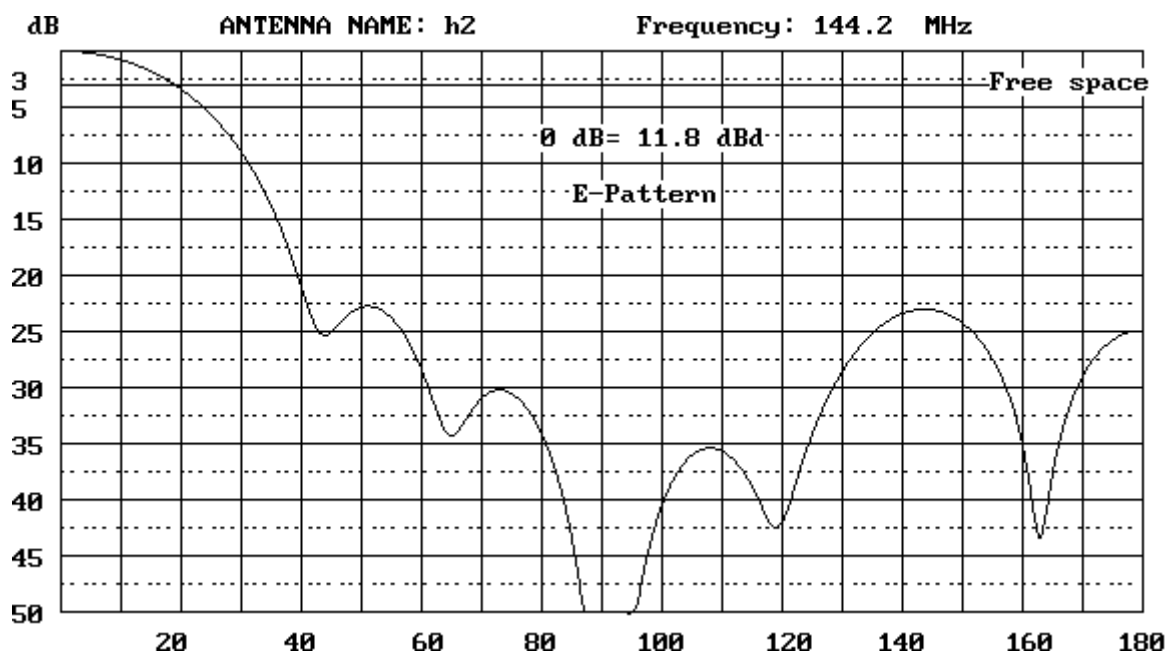
U kontekstu svega ovoga radi uporedjenja razmotrićemo i primenu H2 antene tj. modifikacije prve generacije antene konstruisane ss strane DJ9BV i modifikovane sa strane YU7EW. Podaci za ovu antenu su:

h2.ANT		144.2 MHz	02-01-2003
Elementdata			
El.Name:	El.Pos	El.Length:	El.Radius:
Re1	0	1025.79	2
Driver	360	984	6
Dir1	525	958.79	2
Dir2	900	946.79	2
Dir3	1350	932.79	2
Dir4	1875	916.79	2
Dir5	2460	890.79	2
Dir6	3090	886.79	2
Dir7	3750	893.79	2
Dir8	4440	891.79	2
Reflectortype=Singel Driver=Singel Dimension=mm			
BoomCorr =-2.21mm			

Dakle, radi se o modifikaciji antene čiji je autor u originalu DJ9BV. Ova antena u originalu nosi oznaku DJ9BV2.2WL što znači da je dužine 2.2 talasne dužine. Posle modifikacije se poboljšavaju karakteristike na onom delu opsega gde se ta antena danas najčešće koristi. Analizom dobijamo sledeće podatke:

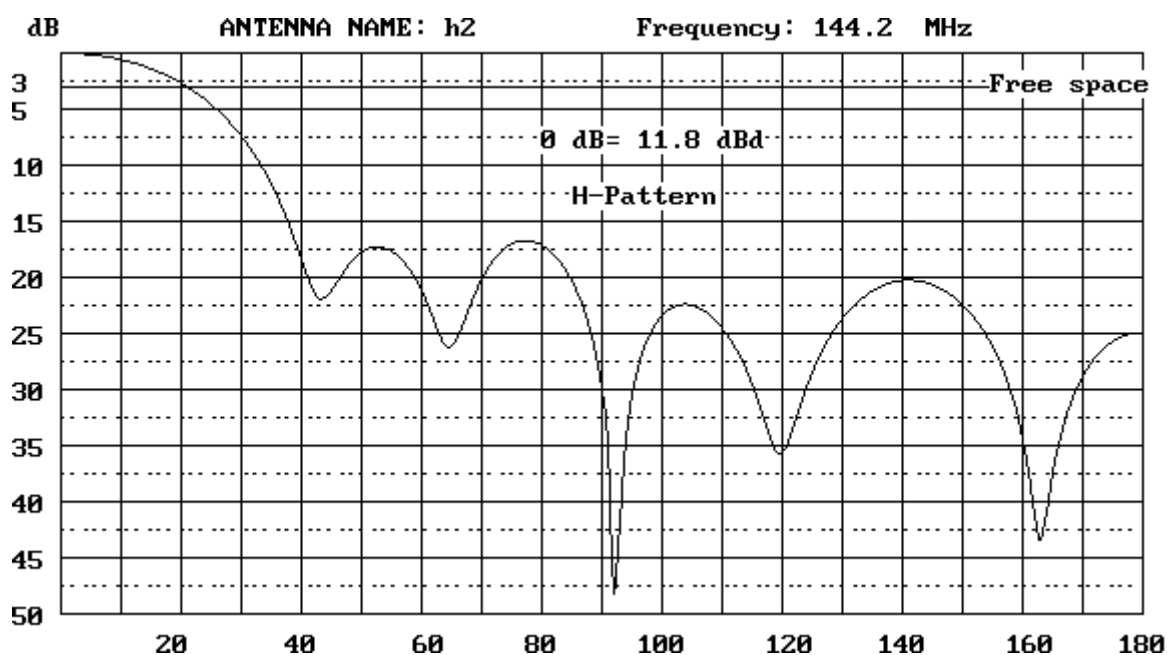
h2.ANT		144 MHz	02-01-2003
Results			
Name: h2		Time: 00:15:29	
		-3 dB Points (deg.)	
Frequency (MHz)	Gain (dBd)	F/B (dB)	E-plane / H-plane Impedance (Ohm)
144	11.78	26.86	37.92 42.14 45.65 +j 1.05
144.1	11.78	25.82	37.82 42.02 46.63 +j .81
144.2	11.79	24.87	37.72 41.9 47.62 +j .43
144.3	11.8	24.02	37.64 41.78 48.59 -j .13
144.4	11.8	23.23	37.54 41.66 49.52 -j .86
144.5	11.82	22.52	37.46 41.54 50.38 -j 1.78
144.6	11.82	21.86	37.36 41.42 51.13 -j 2.9
144.7	11.82	21.25	37.28 41.32 51.73 -j 4.21
144.8	11.82	20.69	37.2 41.2 52.14 -j 5.68
Free space			
Boom comp.: -2.21 mm			
YAGI - ANALYSIS Ver:3.54			

Dijagram zračenja u horizontalnoj ravni:



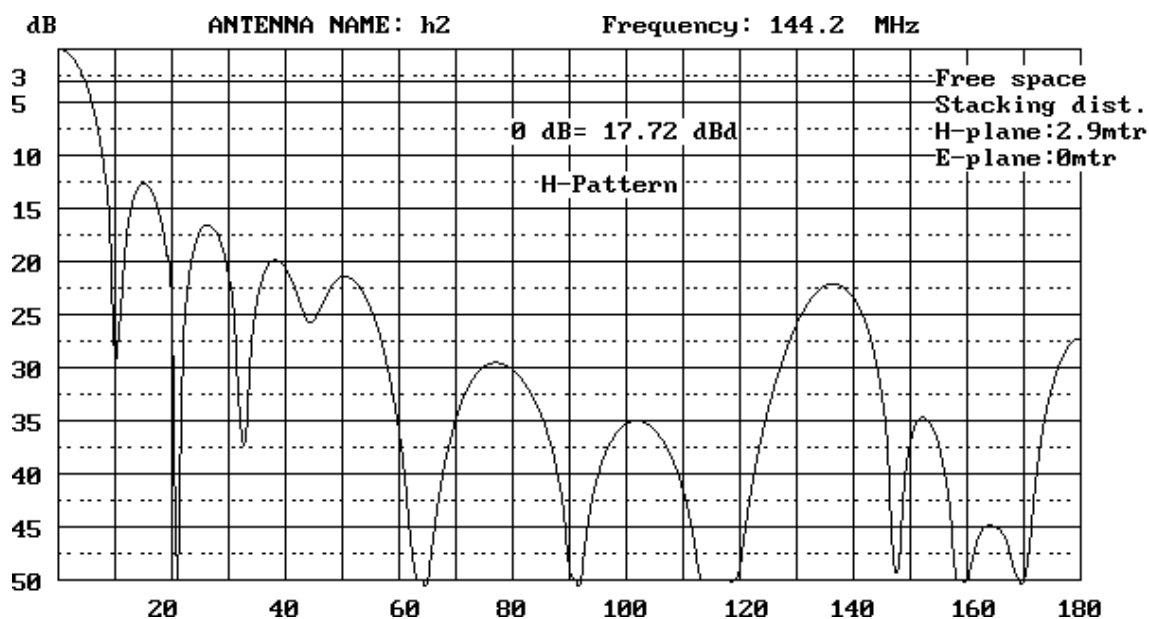
Ovakav dijagram zračenja nam govori da je optimizacija izvršena radi besprekorno čistog dijagrama zračenja upravo u horizontalnoj ravni i da je antena pogodna za stakiranje u sistem.

Dijagram zračenja u vertikalnoj ravni:



Ovakav dijagram zračenja se već donekle može u svakom slučaju biti prihvatljiv. Spajanjem u sistem „dve vertikalno stakirane jedna pored drugog“ postaje sasvim prihvatljiv za DX rad i odlična za FAI pa i početni EME rad. No nama sada je cilj sasvim drugačiji izvršićemo analizu stakiranja ovih antena tako da četiri antene se stakiraju jedna iznad druge.

Prema Yagi Analysis 3.54 optimalno rastojanje izmedju antena je 2.9 met. pa dobijamo sledeće.



Pravilnom analizom i upoređivanjem sa prethodno svorenom grupom od 4 antena, 7 elemenata jedna iznad druge dobija se veće pojačanje za skoro 1 dB. (17.72 dBd umesto 16.88 dBd) ali zato i razmak između donje i gornje antene sa 8004 porastao je na 8700 mm. U pogledu mehanike svakako su problemi veći i na neki način stigli smo do realnih i krajnjih mogućnosti stakiranja antena u izmeštenim uslovima. Dobijeno pojačanje je svakako zavidno jer nadilazi pojačanje i najvećih antena do sada konstruisanih za EME rad. Značajno je napomenuti i to da je sve ovo tačunato u slobodnom prostoru što bolje simulira izmeštene uslove rada na vrhovima brda. U ravničarskim uslovima montirane antene na visokim objektima imaju još i dodatne uslove za veće pojačanje u fenomenu „Ground Gain“ što u optimalnim uslovima može iznosititi još + 6dB!

Upravo u prethodnom se krije objašnjenje mnogih veza „odozdole“ sa DX stanicama koji se eto nisu čuli na brdima. No radi celovitosti veoma je interesantno izvršiti i analizu specijalne H2 antene (oznake SH2) konstruisane za povezivanje u sistem od dve antene montirane jedna iznad druge a povezanih sa koaksijalnim kablom impedanse 75 Ohma. Po ranije iznetom impedansa takve antene je nazivno 56.25 Ohma. Podaci za SH2 antene su.

SH2.ANT		144.2	MHz	02-01-2003	
----- Elementdata -----					
El.Name:		El.Pos	El.Length:	El.Radius:	

Re1	0	1025.89	2		
Driver	360	982	6		—
Dir1	525	957.89	2		—
Dir2	900	945.89	2		—
Dir3	1350	918.89	2		—
Dir4	1875	916.89	2		—
Dir5	2460	888.89	2		—
Dir6	3090	877.89	2		—
Dir7	3750	897.89	2		—
Dir8	4440	872.89	2		—

Reflector type=Singel		Driver=Singel		Dimension=mm	

BoomCorr =-2.11mm					

Ove dve antene povezujemo tako da se dobija maksimalno pojačanje ne vodeći računa o prevelikoj čistoći dijagrama zračenja u vertikalnoj ravni. Rastojanje određujemo po preporukama programa Yagi Analisis 3.54. Rezultat je sledeći:

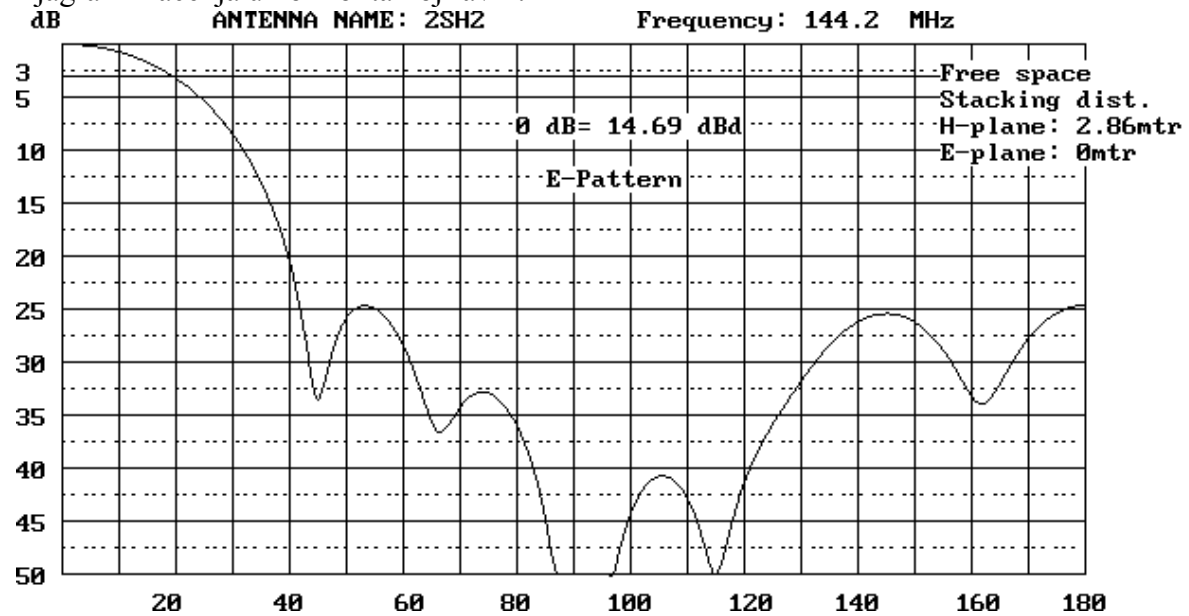
2SH2.ANT	144.2 MHz	02-01-2003
----- Results -----		
Name: 2sh2	Frequency:	144.2 MHz

Gain: 14.69 dbd	F/B:	24.6 db

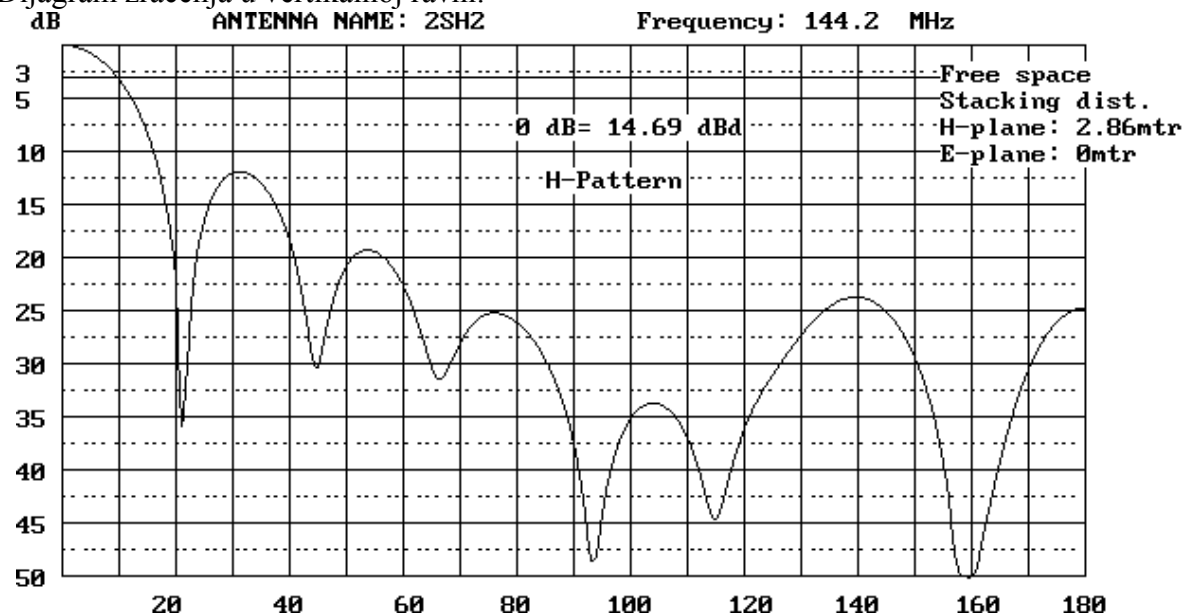
-3dB points		
E-Plane: 38.64 Deg.	H-Plane:	19.18 Deg.

Impedance:	57.39 -j 2.01 ohm	
Efficiency:	98.89 %	Conductivity: 2.88E+07
Boom comp.: -2.11mm	Stacking distance:	
	H-plane: 2.86mtr	
Stacking: 1 X 2	E-plane: 0mtr	
Stacking in free space		

Dijagram zračenja u horizontalnoj ravni:



Dijagram zračenja u vertikalnoj ravni.



Analiza ovih kriva svedoči o tome da se radi o odličnom antenskom sistemu sastavljeno od dve antene dužine 2.2 talasne dužine tj. 2×10 elm. montiranih jedna iznad druge. Ovo je u svakom slučaju izuzetno dobro i po svemu jednostavno rešenje za rad u izmeštenim uslovima rada gde se antenski sistem ne elevira. Raspon između antena od 2.86 met daje maksimalno pojačanje što nam je u takvim uslovima i potrebno. Ove dve antene montirane na cev dužine 6-10 met veoma lako zadovoljavaju sve mehaničke uslove. Iste antene se veoma efikasno ponašaju i za stacionirani rad gde se ne koristi elevacija.

Loop antene

Svakako, postoje i drugi prilazi rešavanja problema za rad u izmeštenim uslovima rada a i drugi tipovi antena iz porodica Yagi antena i iz porodica Loop antena. Najbitniji kriterijum je svakako isti a to je besprekorno čist dijagram zračenja gde bočni snopovi moraju biti potisnuti bar oko 20 dB a po mogućnosti i više. Antene koji ne ispoljavaju ovaj preduslov naš rad umesto uživanja u njemu pretvore u seriju stresova. Ovaj problem oni najuporniji koji su bez kreativnosti rešavaju na sledeći način: Operatori se česće menjaju a ne pada im na pamet da ozbiljnije pomisle o tome kakve sve smetnje i zlo nanese drugima. Pored svega toga moramo dodati i to da i takav rad ima svoj rezultat koji se uvek naglašava. Neko od takvih mi je rekao „što više ih oteram sa opsega lakše mi je pobediti“, komentar ovome je izlišan zar ne?

Interesantno je i obraditi neke antene koji su manje zastupljeni i nedovoljno ispitani u radu to su klasični tipovi Loop antena (pre svega YU3BA i YU3RM tipa). Ove antene su konstruisane pre pojave računarske analize. Kasnijom detaljnom analizom je nepobitno potvrđeno (kao i za većinu ostalih konstrukcija antena iz toga doba) ne ni u kom slučaju ne poseduju takve parametre koji su im se na osnovi tadašnjih merenja pripisane. Ali se steklo i uvid u to zašto su te antene bolje? Odavno se zna na osnovu rada na KT opsezima da Loop antene nešto poseduju što kod tadašnjih Yagi antena nema. „Na uho“ i ne samo „na uho“ te antene rade bolje a to overenje vlada i dan danas kod mnogih, najčešće kod onih koji se ne upuštaju a i ne znaju ništa o antenama.

Dilema je razjašnjena na sledeći način: u medjuvremenu razvoj računarske opreme je omogućio skoro svakom da za relativno male pare može imati veoma dobar program za analizu a i za kreaciju svojih antena. Naravno tačnost tih programa zavisi od koštanja samih programa a i oprema pa „koliko para – toliko muzike“. Medjutim čak i za skromnija sredstva stičemo mogućnost analize a i kreiranja takvih antena a i antenskih sistema što unazad par godina je bilo nezamislivo. Dakle detaljna analiza pokazuje sledeće: Loop antene imaju izuzetno čist dijagram zračenja uz skromnije pojačanje. Otud i fenomen na KT opsezima da se na Loop antenama čuju signali kojih na drugim antenama Yagi tipa nema, zapravo ih ima ali su pokriveni drugim signalima i šumovima zbog mnogobrojnih bočnih snopova u prostoru preko kojih naša antena prima „sve i svašta“. Naravno, ova prethodna konstatacija rezultira u to da se radi na poboljšanju samih Yagi antena na taj način da se poboljša čistoća dijagrama zračenja a ne da se po svaku cenu poveća dobit same antene.

Prema antenama za rad u izmeštenim uslovima na opsegu 144 MHz pak postavljamo donekle drugačiji zahtev: Besprekorno čist dijagram zračenja samo u horizontalnoj ravni. Odlika svih antena je to što u ravni gde su namenjeni za rad (napr. Horizontalni ravan), imaju uvek bolje usnopljavanje no u drugim ravnima bez obzira na to da li se radi o klasičnim Yagi, Lopp ili pak drugim tipovima antena. Ovo se u svakom slučaju da korigovati kod same jedinice ili kod stvaranja grupe antena.

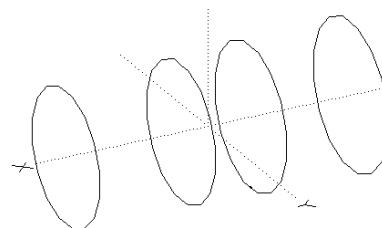
No da se vratimo davno konstruisanoj i publikovanoj anteni 4 elementne Loop antene YU3BA Antena je izvedena od Alu cevi promera 4 mm. i ima sledeće dimenzije:

Razmak od refl.[mm]	Obim Loopa [mm]
0	2195
485	2140
820	2070
1370	1990

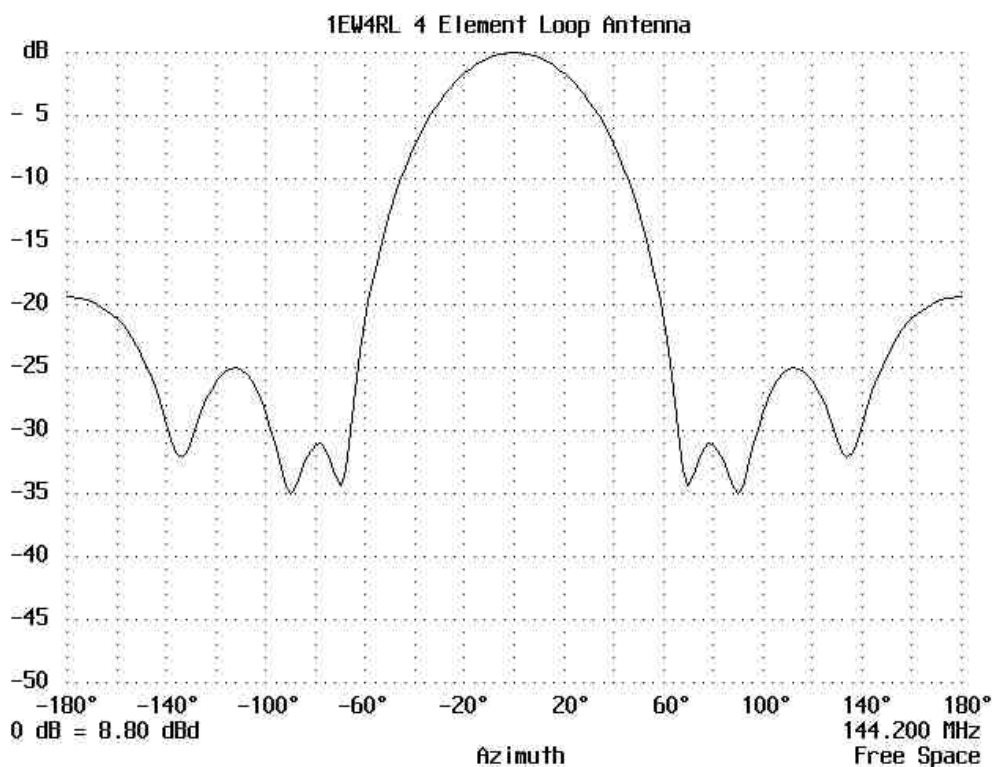
Ovo su prvobitne mere objavljene u časopisu „Radioamater“ i „UKT bilten“. Nakon ovih mera ista antena doživljava nekoliko rekonstrukcija i „poboljšanja“. Ne mislim kritikovati to jer upoređivanje tačnosti tih dostignuća i moderne računarske analize je nekorektno. Opet, s druge strane odstupanja i nisu tako jako velika. Naravno pojačanje je daleko manje od izloženog 10 do 10.5 dBd, u stvarnosti je oko 9 dBd sa problematičnom impendansom. Posle sredjivanja ovih nedostataka nove mere antene su:

4 elem. Loop YU3BA modif. by YU7EW (1EW4RL)

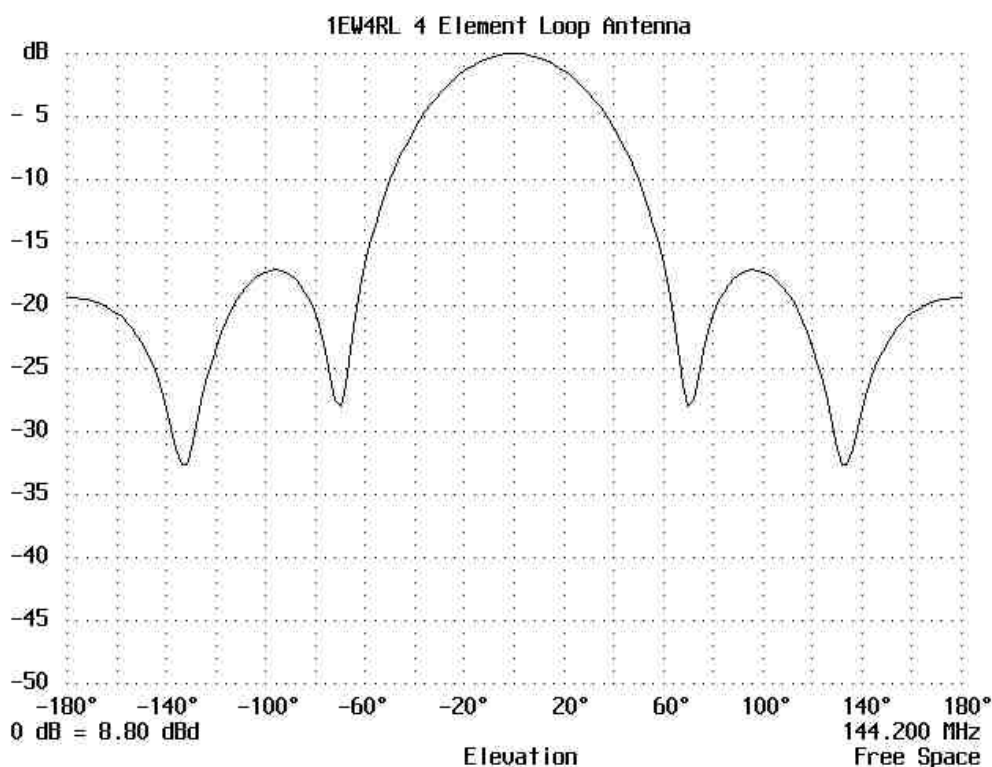
Razmak od refl.[mm]	Obim Loopa [mm]
0	2198
481	2125
817	2039
1374	1988



U svakom slučaju radi se o malim ali zato mislim dosta bitnim ispravkama. No da vidimo dijagram zračenja:



Ovde tek postaje jasno o čemu se radi. Ova mala Loop antena 1EW4RL uz prihvatljiv odnos napred/nazad od 20 dB nema bočne snopove u horizontalnoj ravni. No da vidimo i dijagram zračenja u vertikalnoj ravni:



Ovo je u svakom slučaju izuzetno u poredjenju sa Yagi antenama sličnih dužina booma. U svakom slučaju moramo imati u vidu i to da je pojačanje od 8.8 dBd premalo za ozbiljniji rad ove po svemu „Mini Loop“ antene.

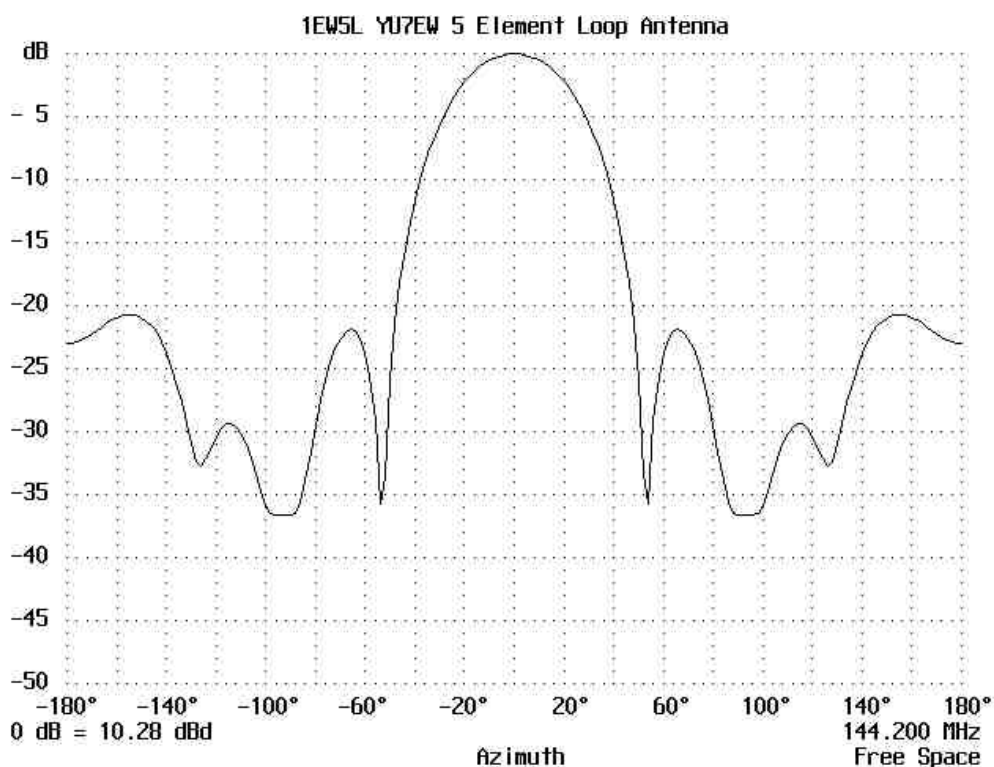
1 x 5el Loop antenna (1EW5RL.ANT)

Nakon ovih analiza došao sam do zaključka optimizacije iste antene sa 5 elemenata. Ovakvu antenu u sistemu od 8 kom. je svojevremeno koristio YU7AS i drugi van YU. Sa sličnim sistemom od 16 antena već se rade i sasvim ozbiljnije EME veze. Nakon proračuna i optimizacije stvorena je antena 1EW5RL, ring-loop antena od 5 elementa sa sledećim dimenzijama.

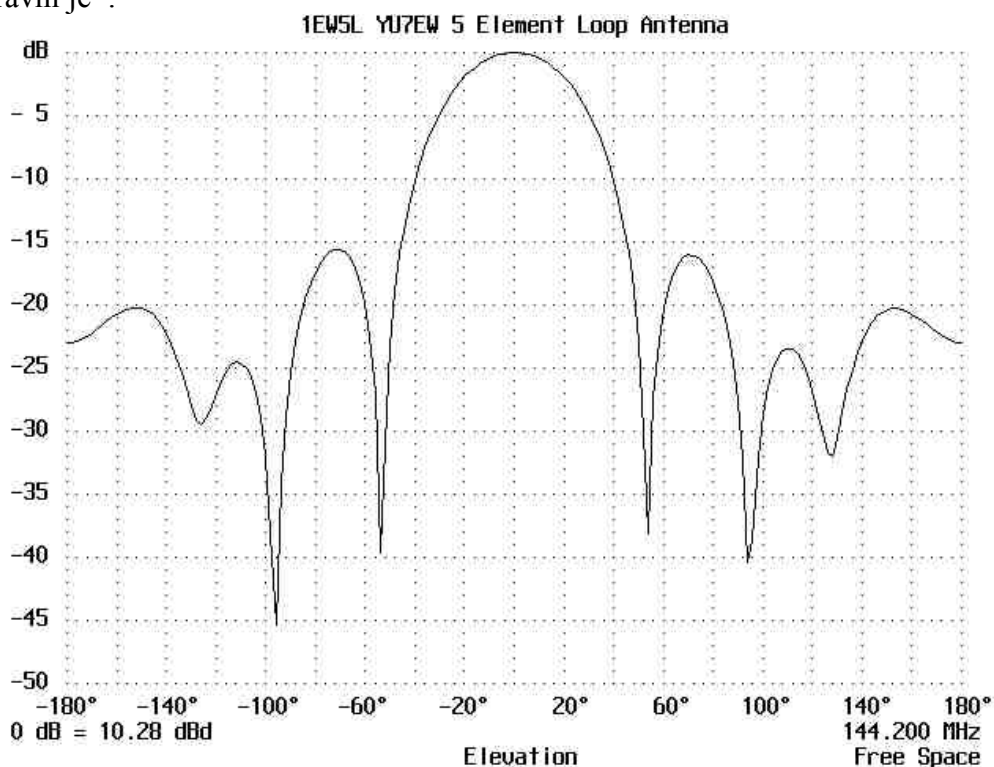
5 elem. Loop 1EW5RL

Položaj od refl.	Radius Loopa	Obim Loopa [mm]
0	344	2161.359
449	333	2092.246
964	321	2016.849
1723	315	1979.151
2400	312	1960.302

Optimizacija je uradjena po prethodno izloženim kriterijumima. Možda je nužno dodati i sledeće: postoji mogućnost da se poveća dobit ove antene ali se tada mora napustiti jedan od početnih uslova tj. da impedansa antene bude 50 ohma. U takvom slučaju prilagodjenje se mora vršiti na realnu impedansu koja zadrži u sebi i reaktansu. Ovakva transformacija impedanse nas uvodi u upotrebu „gamma match“ transformacije. Prethodni način pak s obzirom na širok ugao zračenja dozvoljava nam čak i to da sa rezonantnim transmisionim vodom direktno napajamo antenu bez prilagodjenja. No, da vidimo dijagram zračenja u horizontalnoj ravni.



Mislim da i laicima je jasno da se i dalje zadržava odlična karakteristika u horizontalnoj ravni i da slobodno možemo konstatovati da značajnih bočnih opsega nema. Karakteristika zračenja u vertikalnoj ravni je :



I ovaj dijagram zračenja je idealan a i dobit od 10.28 dBd je impozantan. Ova antena je upoređivana sa poznatom antenom forme „Elrad“ TV-1011 koja ima slično pojačanje ali ni iz daleka toliko čist dijagram zračenja (u svakom slučaju u to vreme sasvim prihvatljivu i odličnu karakteristiku zračenja). Sme antene 1 EW5RL i 1EW5L su izradjene od Ali žica promera 3.2 mm dobijenih iz Alu dalekovoda i nabavljenih na otpadu. Umesto originalnog rešenja YU3BA koji za nosače koristi takodje Alu cevi promera 10 mm. ovde se koriste plastične cevi za nosače i njihov promer je nebitan.

2 x 5el Loop antena (2SEW5RL.ANT)

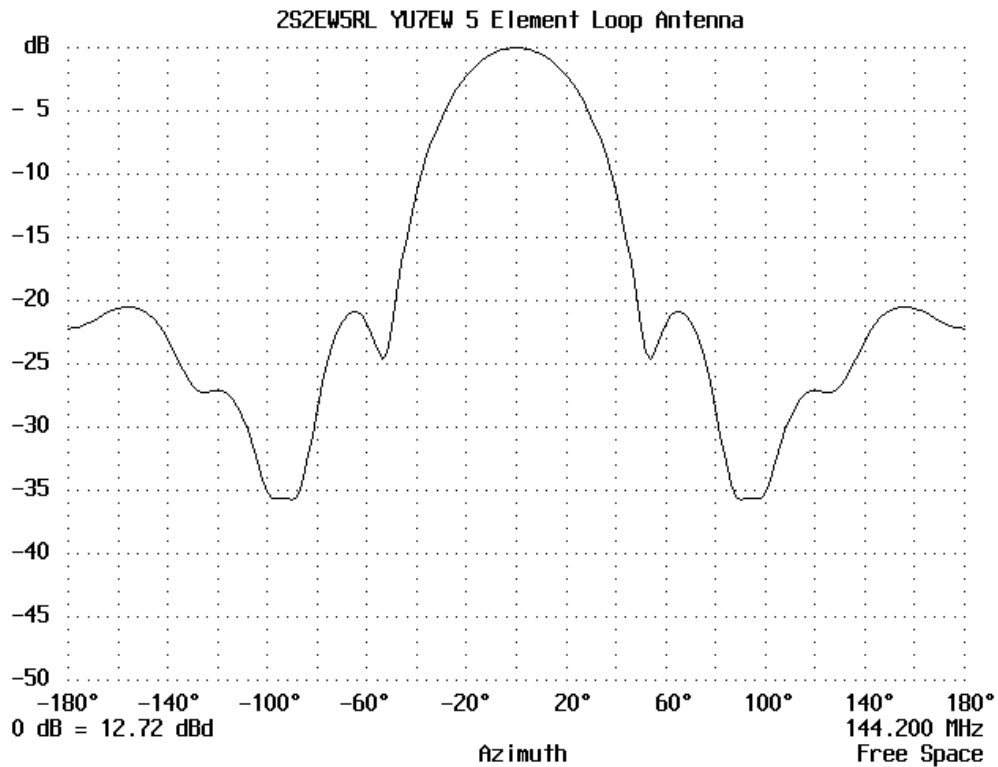
S obzirom da je za mnoge dobit od 10.28 dBd premalo konstruisana je antena 2S2EW5RL ali sa izmenjenim podacima. Zbog povezivanja dve antene sa 75 Ohmskim koaksijalnim kablovima pojedinačna impedansa je promenjena na nazivnih 56.25 Ohma što je prouzrokovao sasvim mali pad pojačanja (pojedinačne antene) i mere ove antene su:

2 x 5 elem. Loop 2S2EW5RL

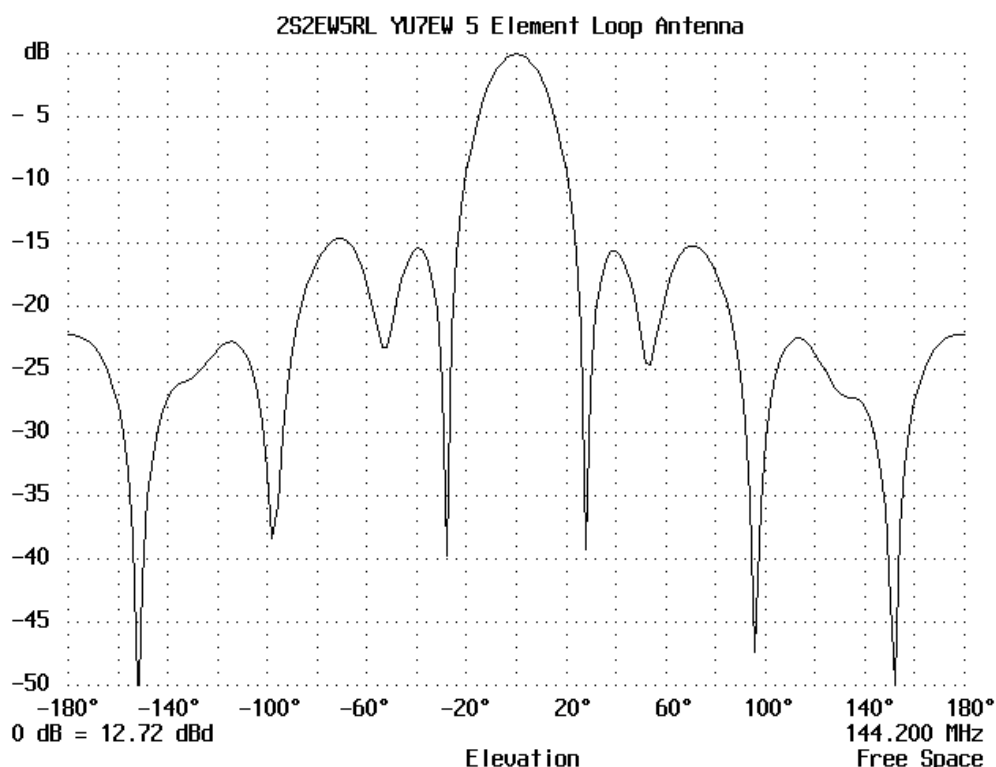
položaj od refl.	Radius Loopa	Obim Loopa [mm]
0	346	2169.642
455	333	2092.246
973	320	2010.566
1722	314	1972.868
2396	312	1960.302

Razmak izmedju osa dve loop antene je 2195 [mm]

Dijagram zračenja antene S2EW5RL u horizontalnoj ravni:



Dijagram zračenja 2S2EW5RL u vertikalnoj ravni:

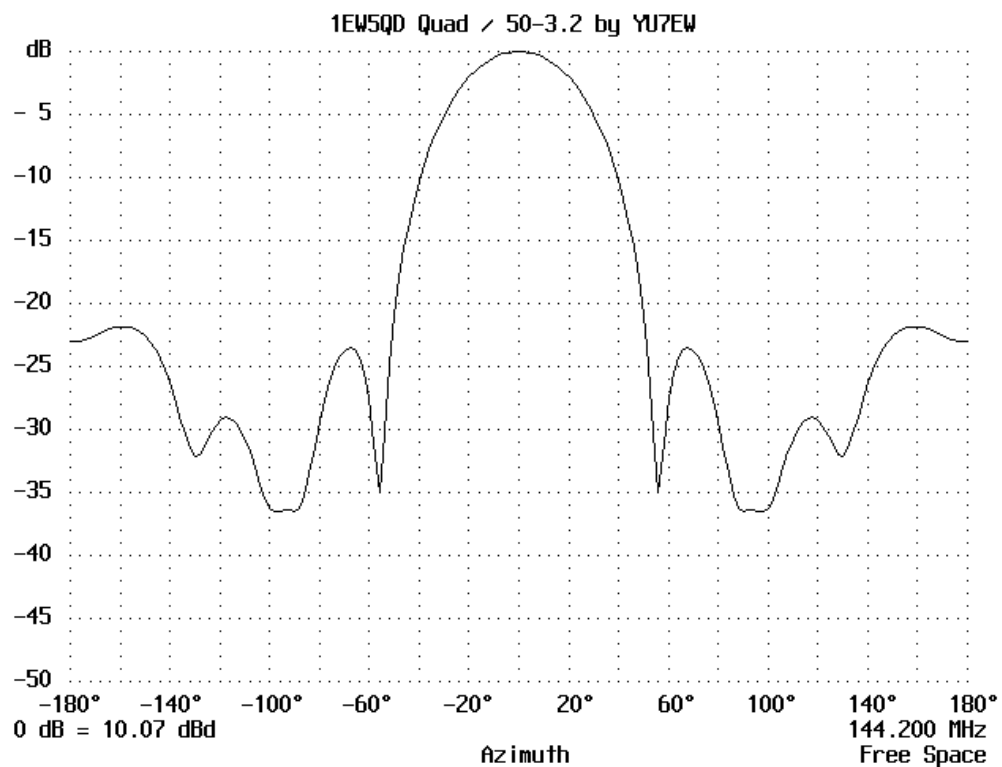


Nakon ovih karakteristika je jasno to da ova izvanredna mala grupa sastavljena od dva loopa sa otvorom od 46° u horizontalnoj ravni i otvorom od 24° u vertikalnoj ravni ima odlične dijagrame zračenja. Pojaćanje iznosi 12.72 dBd sa odnosom napred/nazad 22.20 dB. Boćni snop u horizontalnoj ravni potisnut je 20.45 dB q u vertikalnoj ravni za 15.23 dB. Ovo od prilike i pretstavlja vrhunac što jedan sasvim mali sistem Ring-Loopa može pružati. Pojavljuje se još nešto: oni koji su probali rad sa ovakvim antenama imaju utisak da se radi sa daleko boljom antenom no što ona u stvarnosti jeste, odakle to? Objašnjenje za tu «subjektivnu» ocenu je u besprekornoj čistoći dijagrama zraćenja antena. Neophodno je opet naglasiti sledeće: Ove antene pojedinaćno se ne mogu koristiti, one su konstruisane tako da im je priključna impendansa 56.25 Ohma i povezuju se sa dva kabla od 75 Ohma, dakle koriste se uvek dve antenice u jednu grupu.

Nakon ovih antena neizbežna je i analiza klasićnih Quad antena. Radi uporedjivanja za analizu smo odabrali istu dužinu booma sa istim brojem elemenata. Materijal za izradu je takodje aluminijum promera 3.2 mm. Elementi su za početak kvadratnog oblika. Ove uslove ispunjava Quad antena 1EW5QD impendanse 50 Ohma konstruisano za izmeštene uslove rada. Dimenzije: Dijagram zraćenja u horizontalnoj ravni:

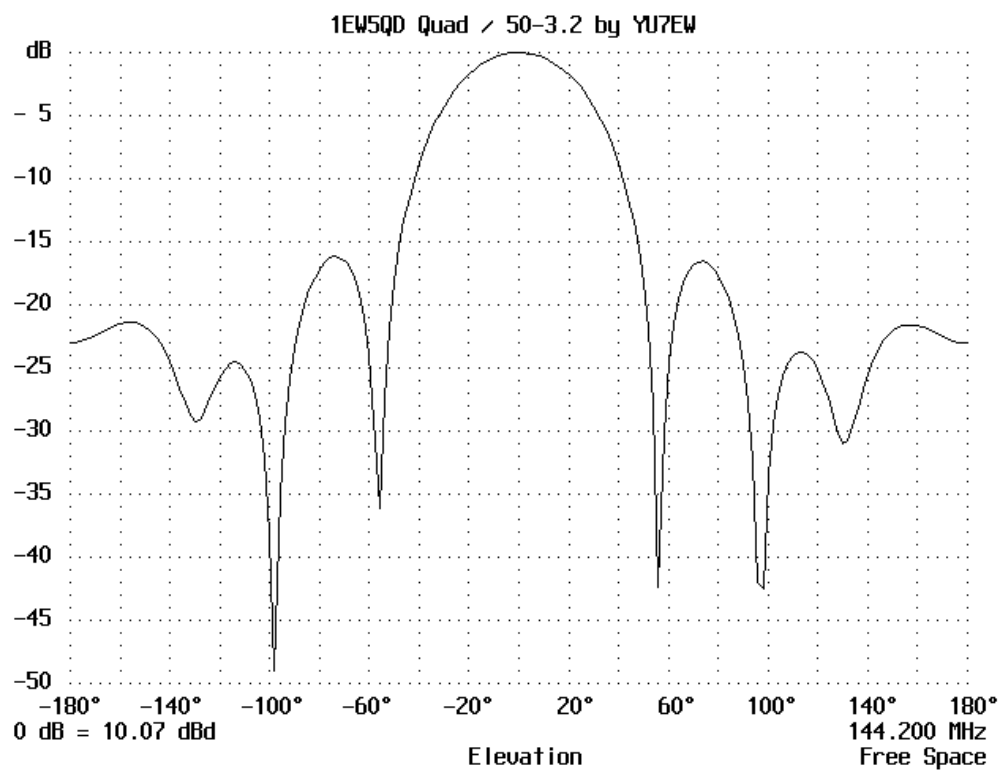
5 elem. Quad 1EW5QD

Položaj od refl. [mm]	Obim Quada [mm]
0	2216
455	2137
967	2076
1723	2024
2396	1987



U svakom slučaju radi se o izuzetno čistom dijagramu zračenja. No, u poredjenju sa Ring-Loop antenom pojačanje je nešto manje a potisnutost bočnih snopova bolji. U stvarnosti ovo manje pojačanje je neprimetno.

Dijagram zračenja u vertikalnoj ravni:



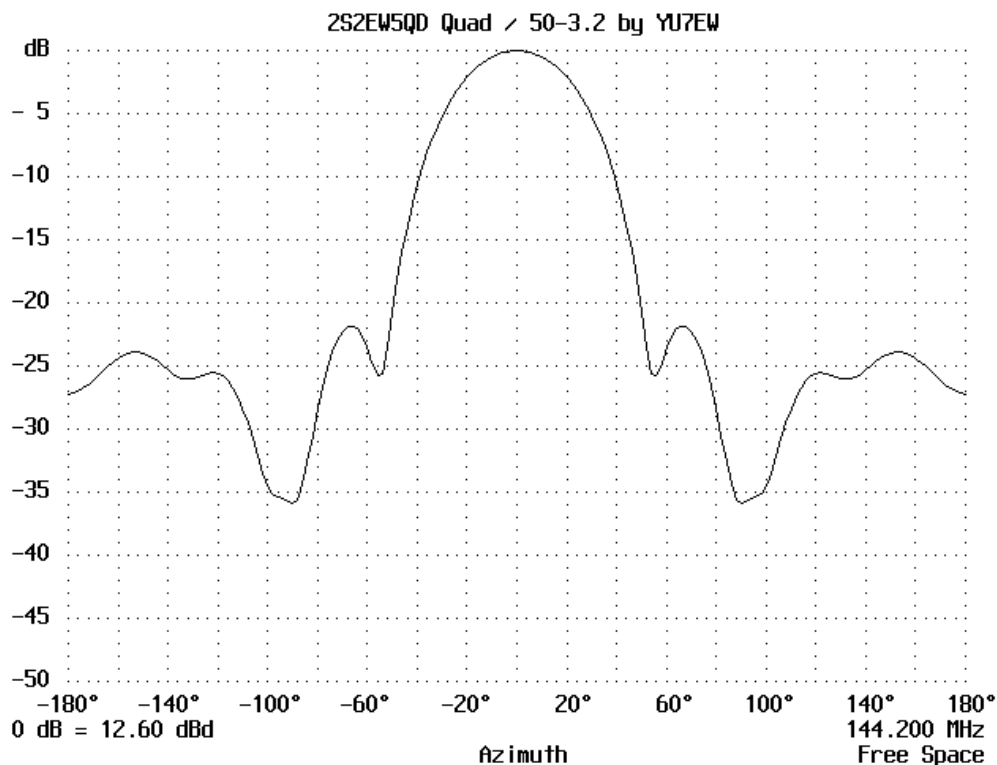
Detaljna analiza ove izvanredne krive zračenja u vertikalnoj ravni ukazuje na to da je ona još bolja od Ring Loopa iste dužine booma. Konačno. Pojačanje antene 1EW5QD je 10.07 dBd odnos napred/nazad je 22.80 dB. Otvor u horizontalnoj ravni je 47° a otvor u vertikalnoj ravni je 51° . Bočni snop u horizontalnoj ravni je potisnut za 21.77 dB a u vertikalnoj ravni za 16.38 dB. Za ozbiljniji tad međjutim ovakvo pojačanje ne zadovoljava. Rešenje je u sledećem: odličan, široki ugao u horizontalnoj ravni ostaviti nepromenjenim ali stakiranjem još jedne antene iznad postojeće smanjiti nepotrebnii vertikalni ugao zračenja i povećati dobit za oko 3 dB. Međjutim ako se radi o dve antene zbog jednostavnijeg načina povezivanja sa 75 Ohmskim kablom neophodno je istu antenu ponovo optimizirati na 56.25 Ohma i na taj način stvoriti sistem 2S2EW5QD sa sledećim dimenzijama:

2 x 5 elem. Quad 2S2EW5QD

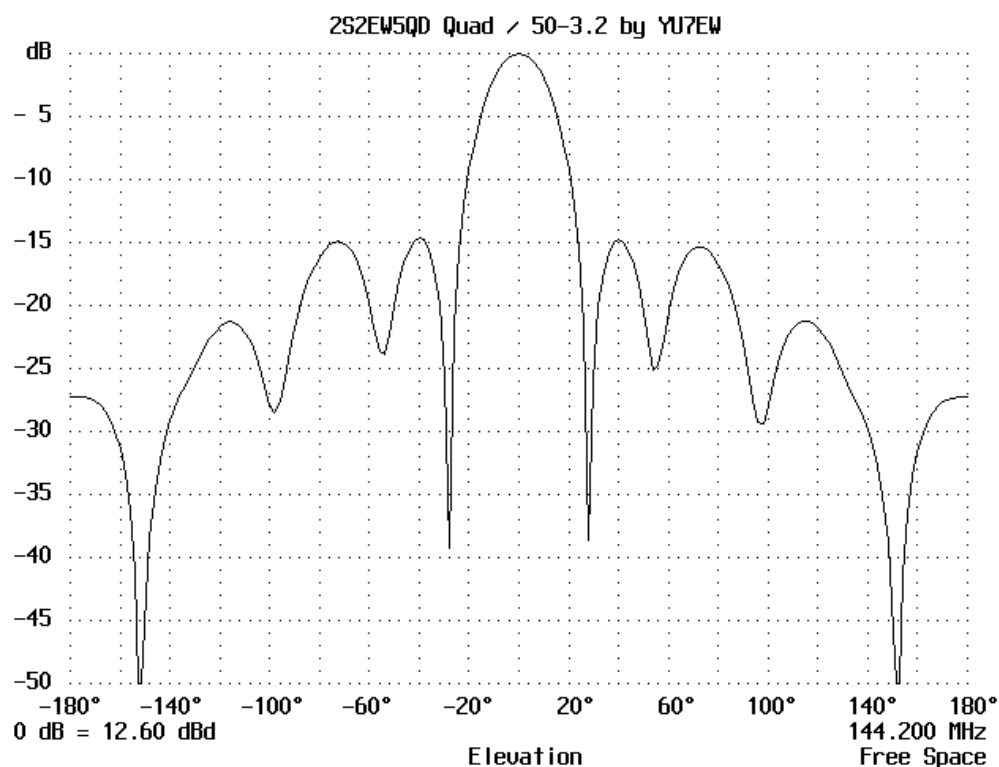
položaj od refl.	Obim Quada
0	2237
469	2135
998	2077
1708	2035
2396	1987

Razmak izmedju Quadova je 2193 mm. Ovaj razmak je odabran na osnovu nejčistijeg dijagrama zračenja. Dobit čitavog sistema je 12.60 dBd a odnos napred/nazad je 27.23 dB. Bočni snop u horizontalnoj ravni je potisnut za 21.82 dB i nalazi se na 66° . Bočni snop u vertikalnoj ravi je potisnut za 14.75 dB i nalazi se na 40° elevacije.

Dijagram zračenja u horizontalnoj ravni:



Dijagram zračenja u vertikalnoj ravni:



Nakon ovih karakteristika preostaje nam uporedjenje sa antenom 2S2EW5RL i dolazimo do zaključka: pojačanje čistog Quada je nešto malo manje od pojačanja Ring-Loopa (12.73 i 12.60 dB) ali zato je daleko veći odnos napred/nazad i daleko bolji dijagram zračenja u horizontalnoj ravni. Obe optimizacije su radjene tako da se zanemari vertikalni dijagram zračenja ali i vertikalni dijagram zračenja je u sasvim dobrim, prihvatljivim granicama za ove antene. U svakom slučaju je interesantno uporedjenje i sa 7 elementnom Yagi i sa 10 elementnim Yagi antenama. Naravno, izbor same antene u svakom slučaju je prepušten pojedincu prema njegovim potrebama i shvatanjima.

Némethy István YU7EW

yutew@ptt.yu