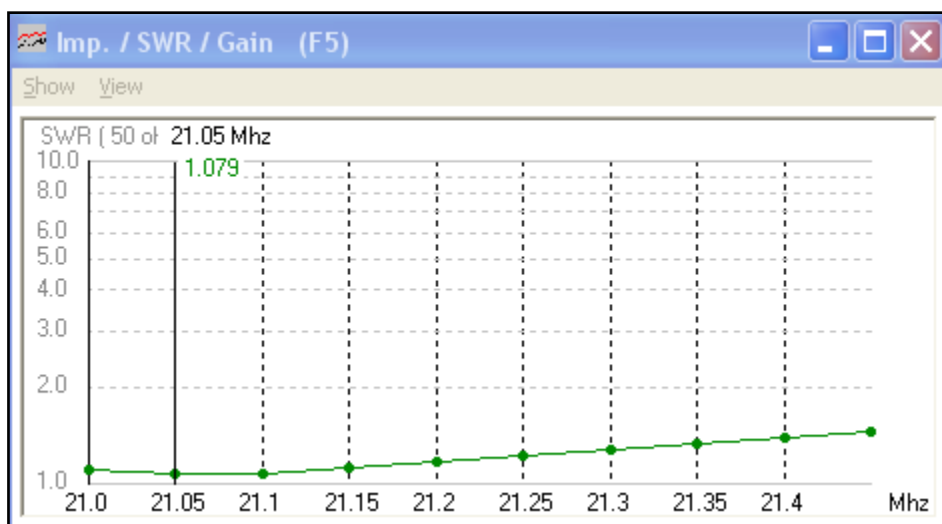


Simulacija i modeliranje antena u 4nec2 programu

(čitanje dijagrama)

1. Dio

Početi ćemo sa 3el Yagi za 21.200 MHz jer je to vrlo jednostavna antena. Prikazati ćemo je u 4NEC2 programu, koji je najkompleksniji od jednostavnijih (amaterskih) programa, a sve pokazuje u kretanju kroz frekvencije, te pritom daje istovjetne rezultate sa najpouzdanijim EZNEC-om.

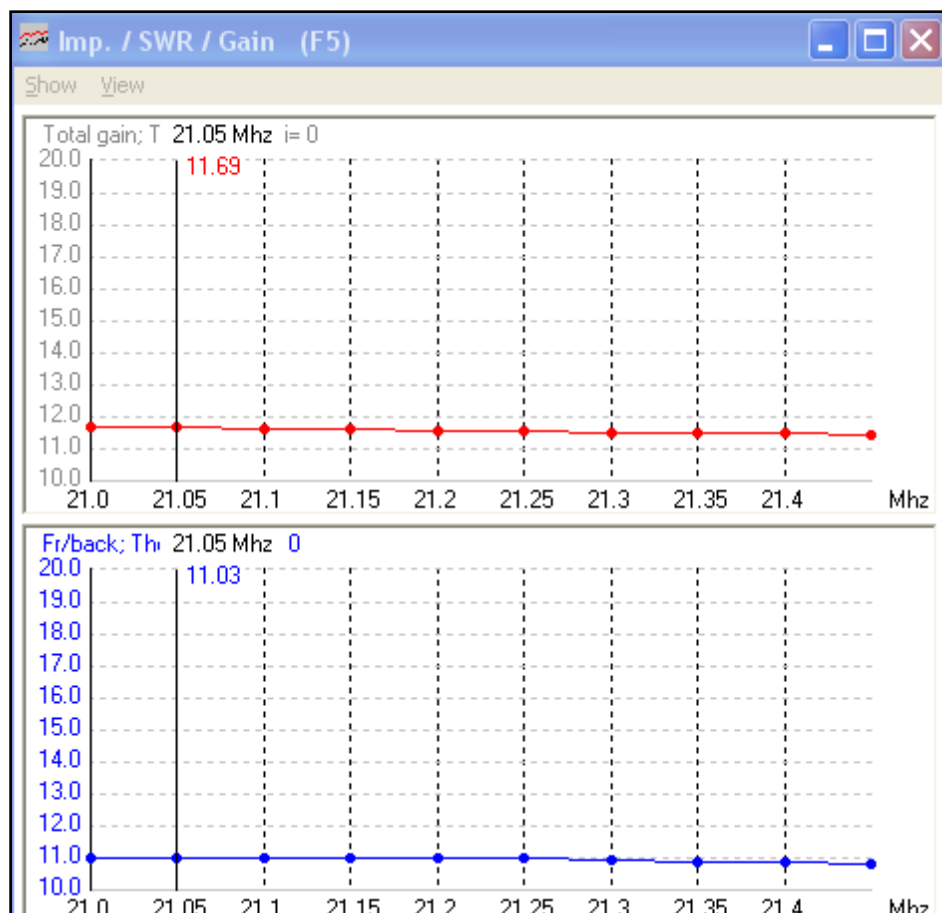


Slika 1. Slika SWR dijagrama

Slika 1 je slika SWR dijagrama, kojega prvog čitamo. Donja horizontalna linija (os) s lijeva na desno je frekvencija u MHz. Lijeva vertikalna linija, odozdo prema gore je brojčana SWR vrijednost.

Zelene točke predstavljaju presjek frekvencije i vrijednosti SWR-a antene za tu frekvenciju. Obilježena je crnom vertikalnom crtom, tzv. mjerna odabrana frekvencija. Zelena zakrivljena linija, predstavlja kretanje vrijednosti SWR-a kroz odabrane frekvencije.

2. Dio



Slika 2. Dijagrami pojačanja antene i odnosa naprijed - nazad

Slika 2 je slika dva gotovo uvijek spojena dijagrama. Gornji crveni dijagram je dijagram pojačanja antene sprijeda (engl. gain) i varira u odnosu na frekvenciju što je normalno, a donji plavi dijagram predstavlja vrijednosti odnosa napred-nazad (engl. Front/Back, F/B). Donja linija (na crvenom dijagramu) je frekvencija u MHz, a lijeva vertikalna je pojačanje u dB, najčešće u dBi, tj. u odnosu na izotropni radijator - zamišljenu točku, a ne dipol. Ako je dobit antene (gain) u dBd, to je uvijek naglašeno, jer je riječ o dobiti u odnosu na dipol.

Ono što čitate o pojačanju antene iz knjiga je mjereno u "dBd / free space", radi ujednačenosti mjerenih uvjeta zračenja antena. To je manje za 2.15 dB od dBi vrijednosti, jer je toliko pojačanje dipola, u odnosu na izotrop. Pozitivan utjecaj zemljišta kao reflektora na antenu je oko +3.5 dB, ako je antena na $\lambda/2$ visine. To znači da su "knjiške vrijednosti" (Rotthammel) pojačanja za oko 5.5 dB niže od naših. Nisu 5.5 dB lošije, samo

su bez utjecaja zemlje. Znači, od naših mjerenja se oduzme 5.5dB, i dobivaju “knjiške vrijednosti”, bez pozitivnog utjecaja zemlje kao reflektora, tzv. free space (iz svemira). Mi nećemo raditi iz svemira i naši dijagrami su uvijek sa uračunatim utjecajem zemlje, i pozitivnim i negativnim. Ovo radimo iz dva razloga:

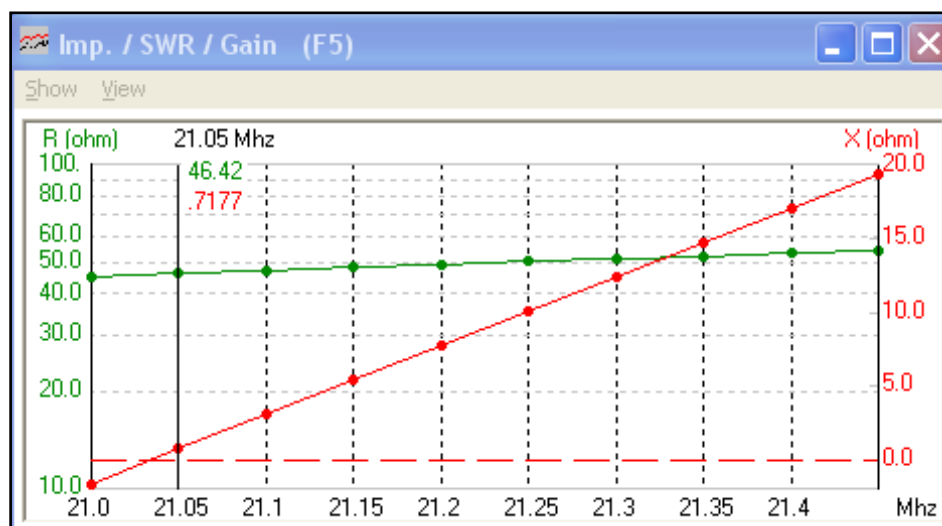
- 1) visina montaže utječe na vertikalni kut zračenja antene (V plot), koji je naročito važan kod stakiranja
- 2) promjena vrijednosti u odnosu na vrste tla ispod antene u simulacijama zbog točnosti istih.

Neka antena neće jednako raditi u gradu i na livadi. Kod važnijih simulacija se u simulacije ubacuje i okolina (zgrade, drveće, put, šine) i ako postoji, tok voda.

Na plavom dijagramu je princip isti kao i na crvenom. Odnos razlike signala antene sprijeda i odostraga u odnosu na frekvenciju. Tek te vrijednosti se mnogo mijenjaju u odnosu na promijenu frekvencije. Crna vertikalna crta je presjek vrijednosti istih izražena u dB.

Ono što je bitno znati kod dB, je da je to logaritamska vrijednost; Tj:

- +3 dB je dvostruko više od nule;
- +6 dB je četiri puta više od nule; dvostruko više od +3 dB
- +9 dB je osam puta više od nule, dvostruko više od +6 dB, itd.!!!!!!
- +10 dB je deset puta; +20 dB je sto puta; +30 dB je tisuću puta više od 0 dB !!!!!!!



Slika 3. Dijagram međusobnog odnosa impedancije i reaktancije

Slika 3. je slika dijagrama međusobnog odnosa impedancije i reaktancije antene izražena u om-ima (impedancija), i u +/- om-ima reaktancija.

Sad dolazimo na zanimljivo! Što je reaktancija i zašto se izražava u +/- om-ima?

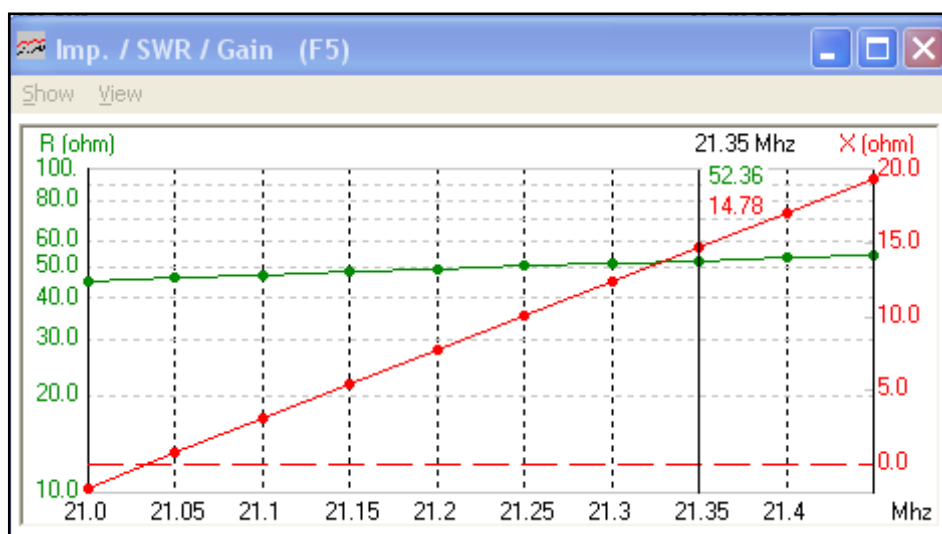
Reaktancija je imaginarni, zamišljeni, reaktivni dio impedancije. Ako je impedancija izražena u (+) om-ima, antena je preduga, rezonira prenisko! U obrnutom slučaju, sa (-) om-ima, antena je prekratka za tu frekvenciju, rezonira previsoko.

Antena rezonira tamo gdje je reaktancija = 0! Ne tamo gdje je SWR najniži! Iako to najčešće ide zajedno. Ima izuzetaka, kada se zbog želje za enormno velikim F/B (Front to Back ratio, odnos naprijed-nazad), antena namjerno detunira, na drugu reaktanciju, najčešće u +, ali tada je transformacijsko prilagođenje neophodno. Tipičan primjer za to je YU1QT verzija DL2NK, multiband Moxon tip antene. Zbog velike razlike gain-a, a ne samo F/B, antena za 14.150 se detunira na 13.600 MHz (tu je 50 oma/0 oma reaktancije), projektira se za rad na 14.150 MHz (gde je 100oma/+60 oma reaktancija). Prilagođenje sa 100 na 50 je lako: $\lambda / 4 - 75$ omskog kabla x V.F. (električno skraćanje kabla, tzv. njegova električna dužina, u odnosu na brzinu svjetlosti). Kako prilagoditi onih +60 oma reaktancije? Sa uvođenjem kapaciteta u sistem, na red. Tantalski blok kondenzator od 200pF/2kV za frekvenciju od 14.150MHz, za rad bearfoot snagom.

No, vratimo se IMPEDANCE / REACTANCE dijagramima u 4nec2;

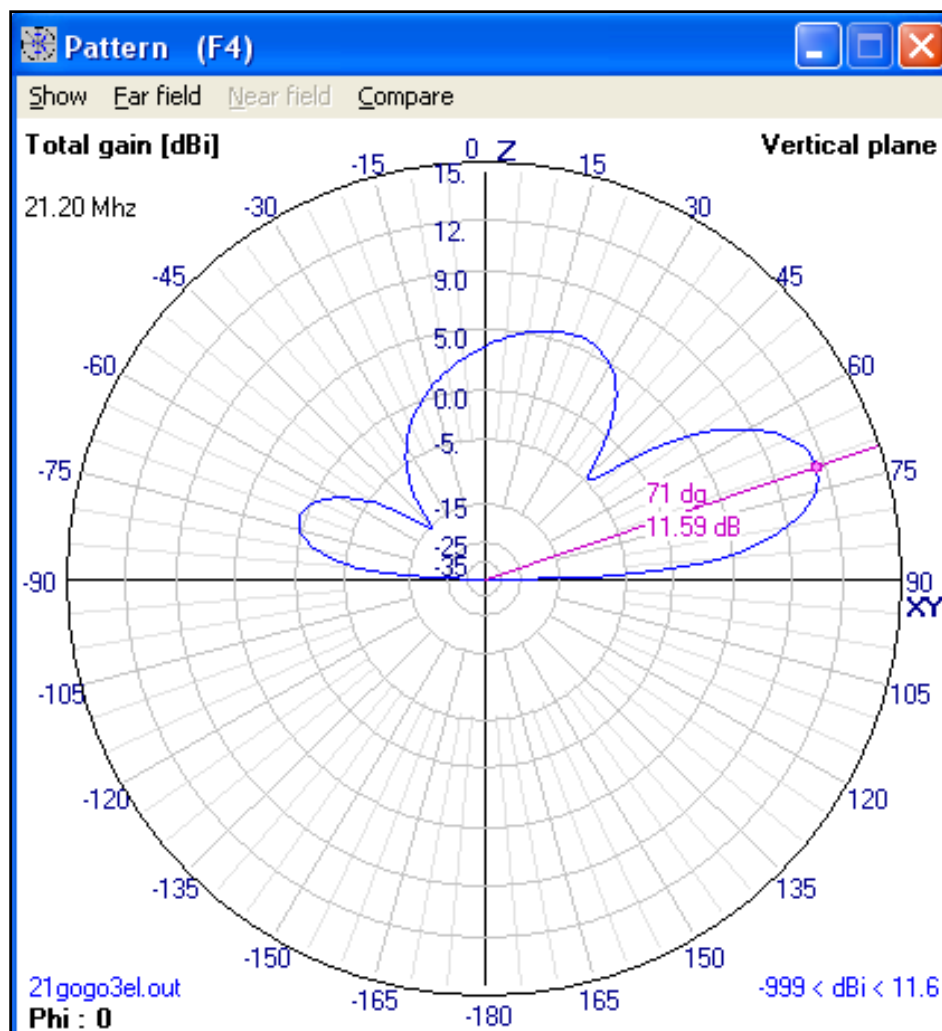
Donja linija je kretanje frekvencije. Lijeva vertikala predstavlja vrijednosti impedancije, a desna crvena vrijednosti reaktancije. Antena u primjeru ima stabilnu impedanciju (Yagi 3el, veliki gain, ali zato vrlo frekventno uska - ili cw ili ssb), i ima vrlo labilnu (ovisnu) reaktanciju.

Pogledajmo Sliku 3A da vidimo što se događa sa reaktancijom za samo 300 kHz više.



Slika 3A. Dijagram međusobnog odnosa impedancije i reaktancije

3. Dio

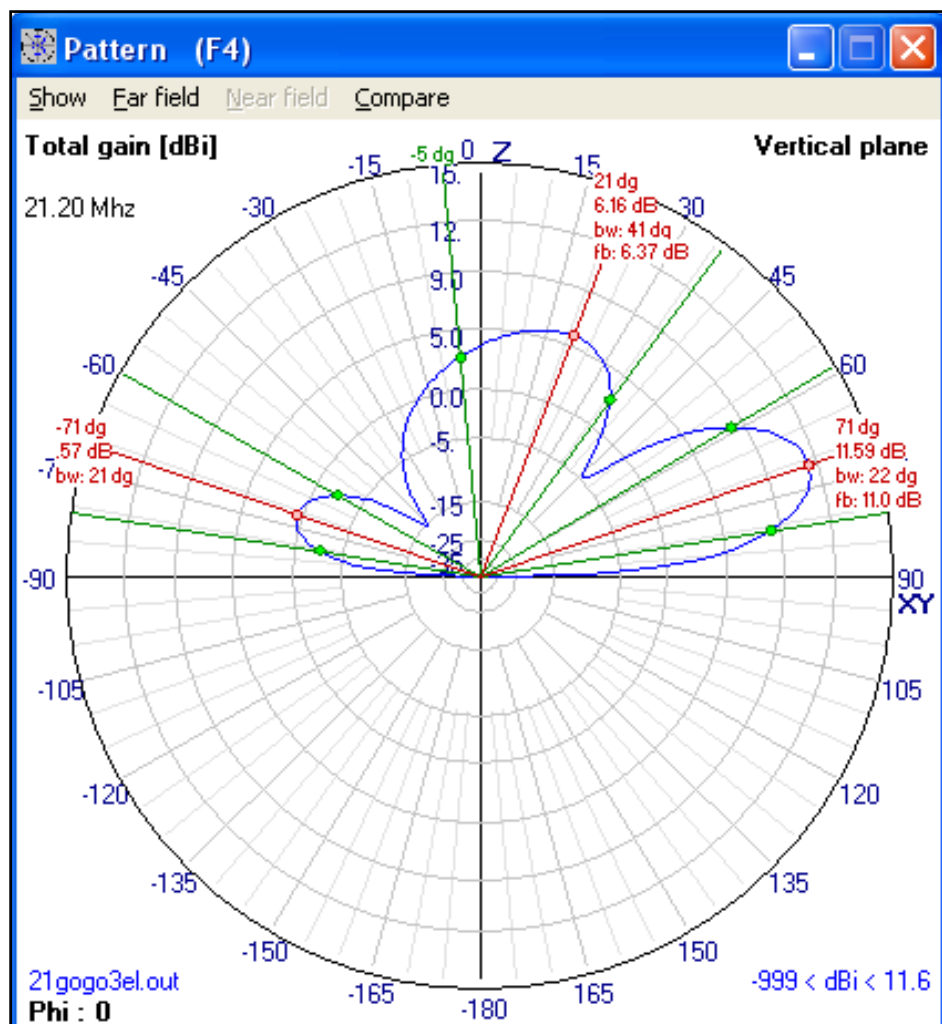


Slika 4. V plot dijagrama antene, pogled sa strane

Slika 4. je slika tzv. V plot dijagrama antene. Tako izgleda dijagram kada se gleda sa strane, odnosno sa 90° od antene. Vanjski krug je elevacija u stupnjevima prema horizontu, desno je naprijed, a lijevo iza antene. Ljubičasta crta predstavlja elevacijski kut, pod kojim antena ima najveći gain, u odnosu na visinu montaže (s utjecajem tla u računu). Brojevi predstavljaju kut najvećeg gain-a antene u stupnjevima (ovdje je 71° u odnosu na vertikalnu, a u nekim drugim programima, ovo isto bi bilo 19° u odnosu na horizontalu). Drugi broj je dobit u dBi sa zemljom (oko $+5.5\text{dB}$ u odnosu na "knjige"). DX kutom se smatra svaki kut niži od 20° ($16-18^\circ$ je GP $\lambda/4$; $12-14^\circ$ je GP $\lambda/5/8$; kod usmjerenih antena, jednoznačenasti kut (ispod 10°) se dobiva kada je antena na

najmanje $1,5 \lambda$ od zemlje.) Na 1λ visine, kut je oko 14° . Plavo desno je koliko “zrači” naprijed, malo plavo lijevo je nazad, a što je onaj plavi krumpir na gore? To je tzv. top lobe, nezaobilazni višak koji se pojavljuje kad je antena montirana na većoj visini od $\lambda/2$. U ovom slučaju to je top (gornji) lob (tako se čita). To uglavnom služi za bliže veze, a najčešće “grije” oblake!

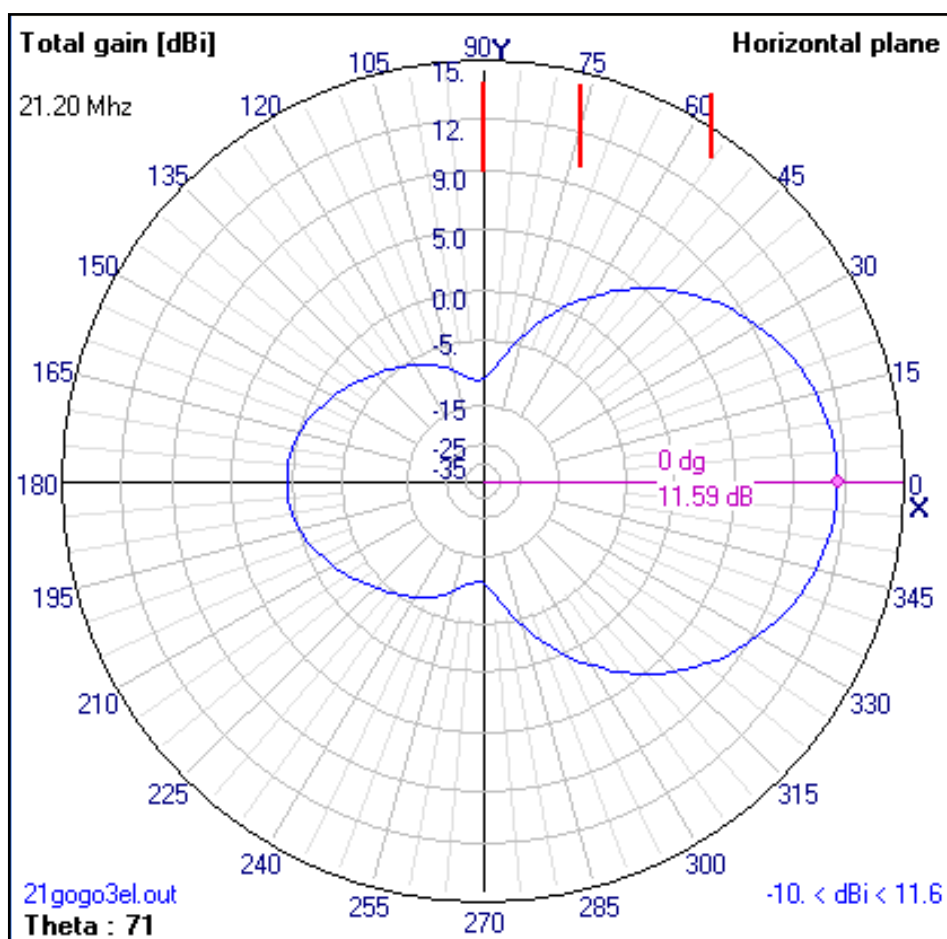
Idealni dijagram podrazumijeva antenu bez ikakvih lobova, jer oni odvlače dio isijane energije. Dobro je samo naprijed, ništa natrag ili u stranu! Bočni (side) lobovi se javljaju kod stakiranja neminovno (vidi 16x4el oblong – slika 6, u odnosu na 1x4el oblong – slika 7), i kod “abarthiranig” antena, gde se “cijedi” svaki dijelić dB gain-a. Po DK7ZB, to je pogrešno, važniji je čist dijagram.



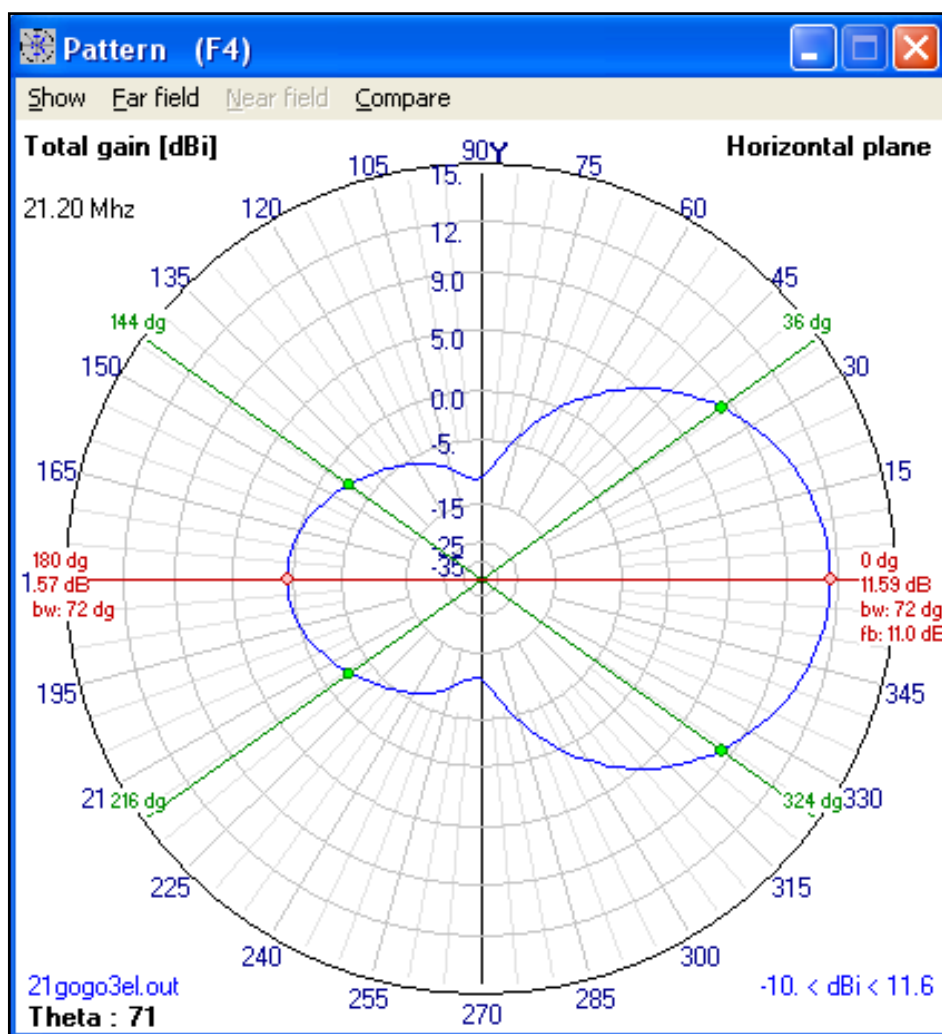
Slika 4A. Dijagram s slike 4 sa prikazanim zahvatnim kutem

Slika 4A je isti dijagram kao na slici 4, samo sa prikazanim tzv. zahvatnim kutom antene u horizontali. Što je to zahvatni kut? To je kut u pravcu dobiti antene u kojemu pojačanje pada za max -3 dB (duplo). To je usvojeni standard, a na ovom dijagramu je obilježen zelenom bojom. Pogledaj desnu stranu (najveći plavi krumpir), crvena slova odozgo prema dolje: 71° označava elevacijski kut najvećeg gain-a; 11.59 dB označava dobit antene pod tim kutem.

bw: 22° (bw = širina kuta pod kojim gain pada za -3 dB); fb: 11 dB označava koliko je slabiji signal u suprotnom smjeru (odnos napred-nazad). 11 dB je oko 13.5 puta manje od napred.



Slika 5. V-plot dijagrama antene, pogled odozgo

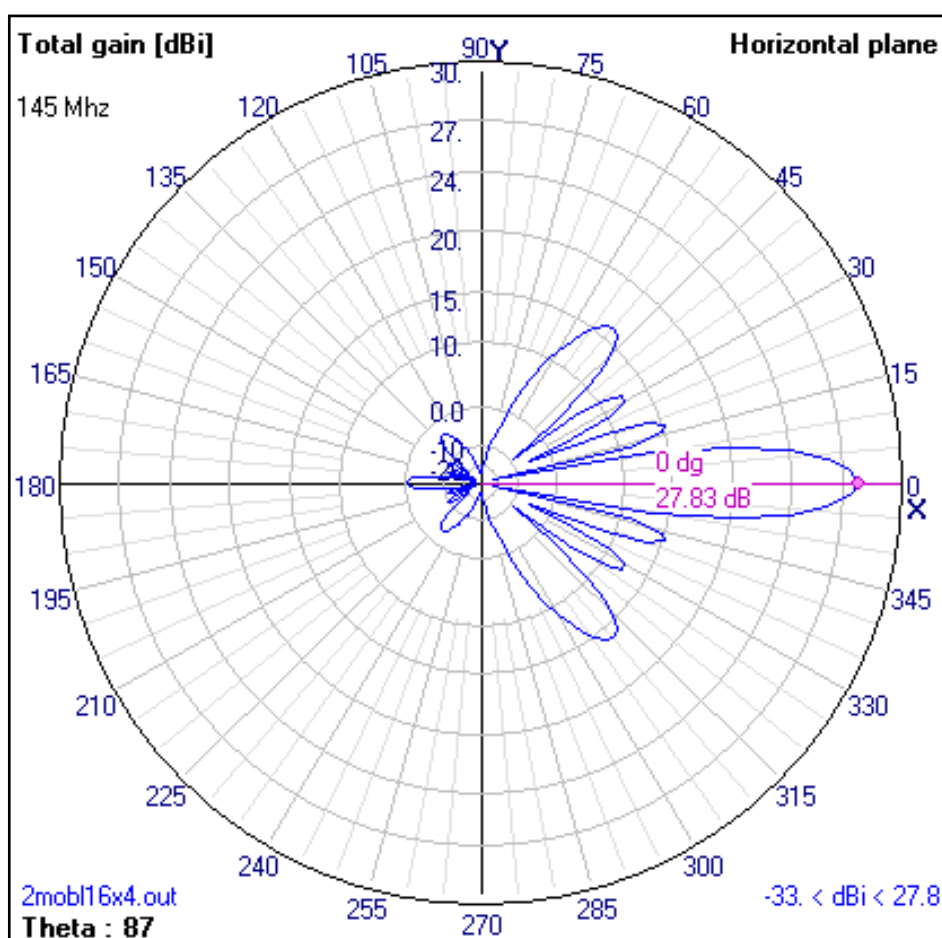


Slika 5A. Dijagram sa slike 5 s prikazanim zahvatnim kutem

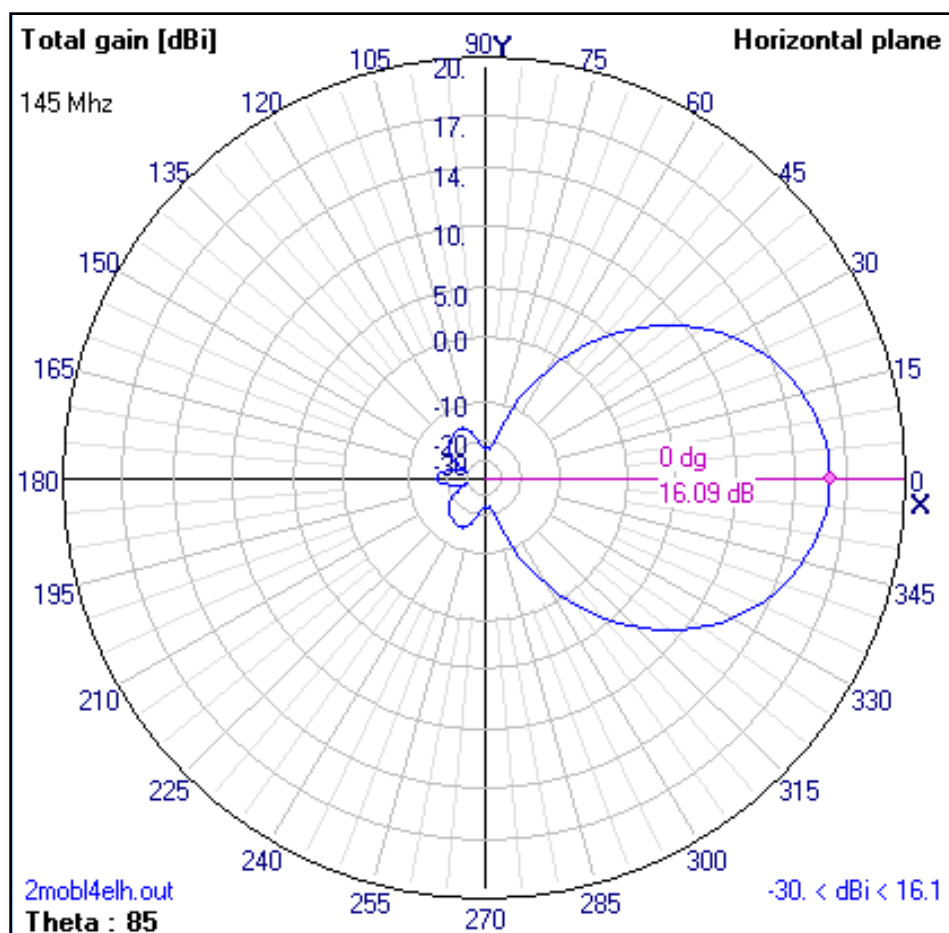
Slike 5 i 5A su isto što i 4 i 4A, samo ovaj put je to pogled na antenu odozgo, iznad nje. Vanjski krug je izbaždaren u stupnjevinama. 0° je napred, a 180° je natrag, 90° je lijeva strana, a 270° je desna strana antene. Tri vertikalne crvene crte u vrhu kruga su izgled antene odozgo, kao neki yagi. Pogledajmo desnu polovicu slike, tamo je zelenom linijom ograničen horizontalni zahvatni kut antene, vrlo bitna stavka. Zašto? Bez okretanja antene imamo dobar signal u tom kutu, jer nitko na daleko neće primjetiti tu razliku uhom. To je najveća prednost 2el Moxon-a, koji ima taj kut od skoro 100°. Kada se tu antenu usmjeri na sjever, dobijese i USA i Japan bez okretanja antene, a zbog dobrog F/B odnosa, Rusi su dobro potisnuti.

Kad se ove dvije antene stakiraju po visini, jedna iznad druge, taj se kut širi (što je dobro!), na račun skupljanja kuta po vertikali (što je opet dobro!), i samim time sužavanjem prijemnog kuta pojačava dobit antene, što je i bio cilj stakiranja. U ovom programu (4nec2) postoji i 3Dimenzionalni dijagram gain-a i rasporeda struja u anteni, koji u mnogočemu olakšava čitanje pada signala rotiranjem dijagrama po svim pravcima.

Za kraj ćemo pogledati usporedbu jedne 4 elementnih i 16 stackiranih 4 elementnih Yagi antena.



Slika 6 – 16x4 el



Slika 7. 1x4 el.

4nec2 download adresa: <http://www.wyger.nl/usr/4nec2>