

# Osetljivost Yagi antenna u praksi

*Dragoslav Dobričić, YUIAW*

[ddobricic@gmail.com](mailto:ddobricic@gmail.com)

## Uvod

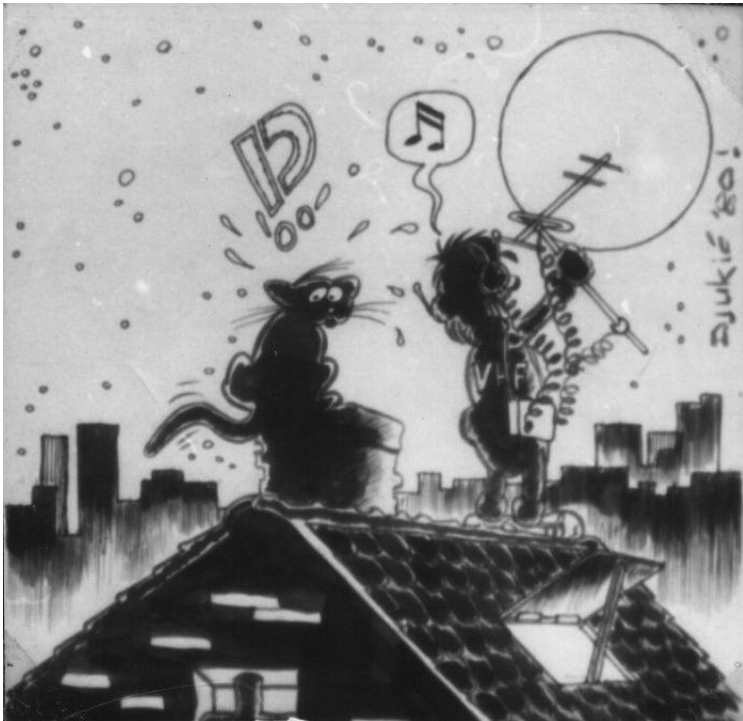
Sve prethodne simulacije Yagi antena u vlažnim uslovima koje su opisane u mojim prethodnim člancima [1, 2 i 3] provedene su sa ekvivalentnom „vodenom penom“ koja se nataložila na elementima antene debljine 0.5 mm i sa ekvivalentnom relativnom dielektričnom konstantom  $\epsilon_r=8$ .

Uprkos mojim namerama da što je moguće preciznije odredim debljinu vodene pene pažljivim vizuelnim pregledom, pokazalo se da je ona prevelika.

Praktična merenja su pokazala da je stvarno pomeranje karakteristika antene po frekvenciji između 200 i 450 kHz na 2m opsegu, što odgovara debljini vodne pene koja je oko pet puta manja od mojih pretpostavki!

Razmišljanje o toj razlici isprovociralo me je da mnogo pažljivije ispitam kako se voda sakuplja na elementima antene. Lupa sa velikim uvećanjem mi je pomogla da vidim da na gornjoj i obe bočne strane elementa gotovo da uopšte nema vode, zato što je otekla niz bočne strane. Jedini deblji sloj vodenog filma se formirao sa donje strane, tj. ispod elementa. Debljina ovog sloja je ograničena odnosom sile adhezije i gravitacije i to je praktično jedina relevantna količina vode koja utiče na rad antene.

Praktična merenja SWR-a mokre antene i komparativne simulacije su pokazale da je

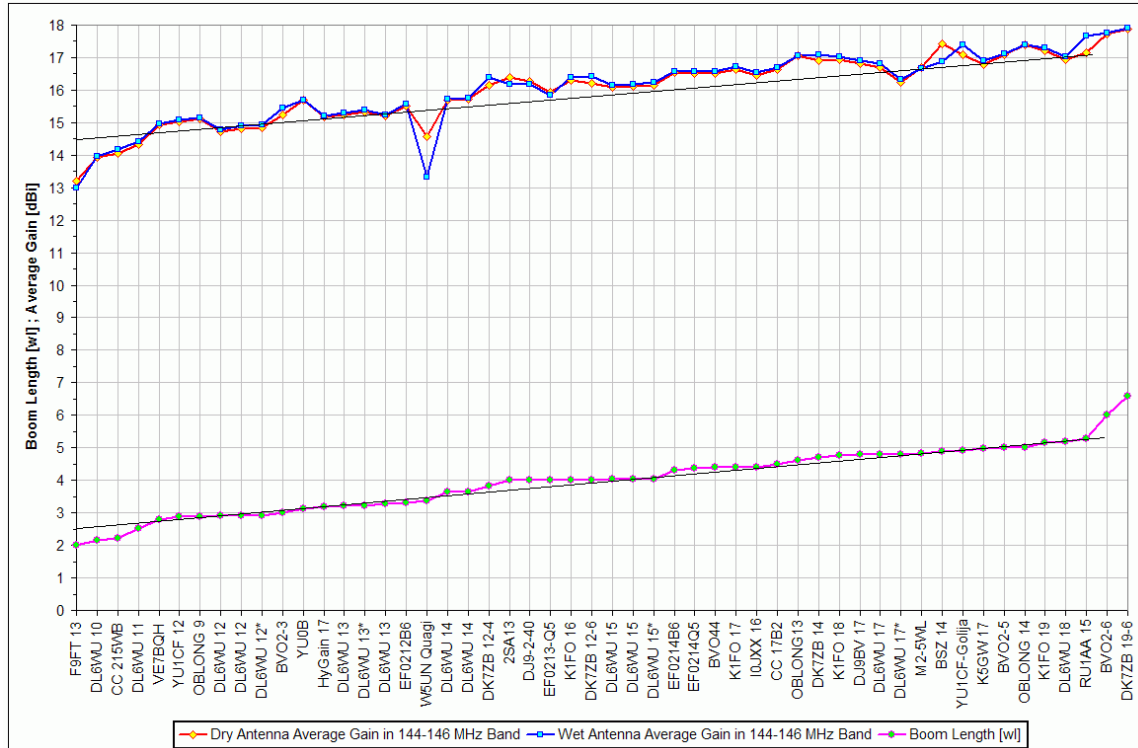


ekvivalentna debljina vodene pene koja utiče na performanse antene između 0.07 i 0.15 mm zavisno od dizajna i prečnika elemenata antene.

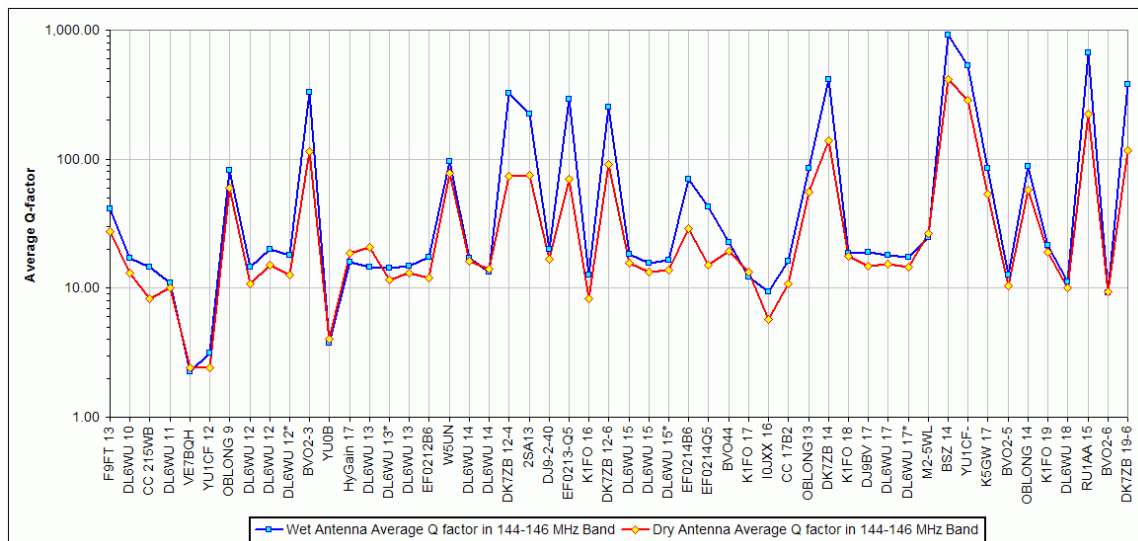
Sa tom debljinom vodene pene na elementima sve simulacije su se vrlo dobro slagale sa praktičnim merenjima SWR-a mokrih antena u granicama moguće tačnosti merenja za date uslove.

Srednja vrednost debljine vodene pene od 0.1 mm i sa ekvivalentnom relativnom dielektričnom konstantom  $\epsilon_r=8$  pokazala se kao prihvatljiva za simulacije

većine antena u realnim uslovima vlažnog vremena. Jedini izuzetak od ovoga je led na elementima koji se za vreme hladnih dana formira kada se kiša ili vlaga lede. Takvi vremenski uslovi daju mogućnost akumulacije mnogo veće količine leda na svim površinama elemenata antene.



**Dužina nosača i srednje pojačanje za suve i vlažne (0.1 mm) Yagi antene različitih autora**



**Srednji Q-faktor za suve i vlažne (0.1 mm) Yagi antene različitih autora**

### Rezultati simulacije antene sa debljinom vodene pene od 0.1 mm

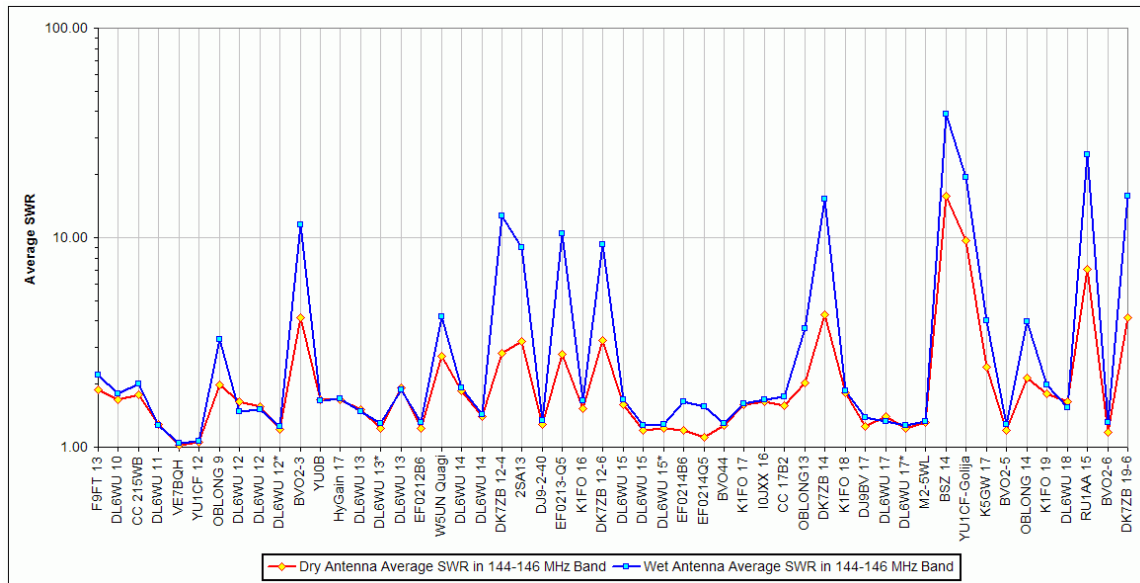
Novе simulacije antena sa novom utvrđenom debljinom vodene pene uzele su mi prilično vremena i truda.

Sve antene koje su već ranije bile simulirane, ponovo su simulirane sa novom debljinom vodene pene. Rezultati su usrednjeni u celom 2 m opsegu od 144 do 146 MHz i sortirani na sličan način kao u mom prethodnom članku [2], da bi bili lakši za poređenje.

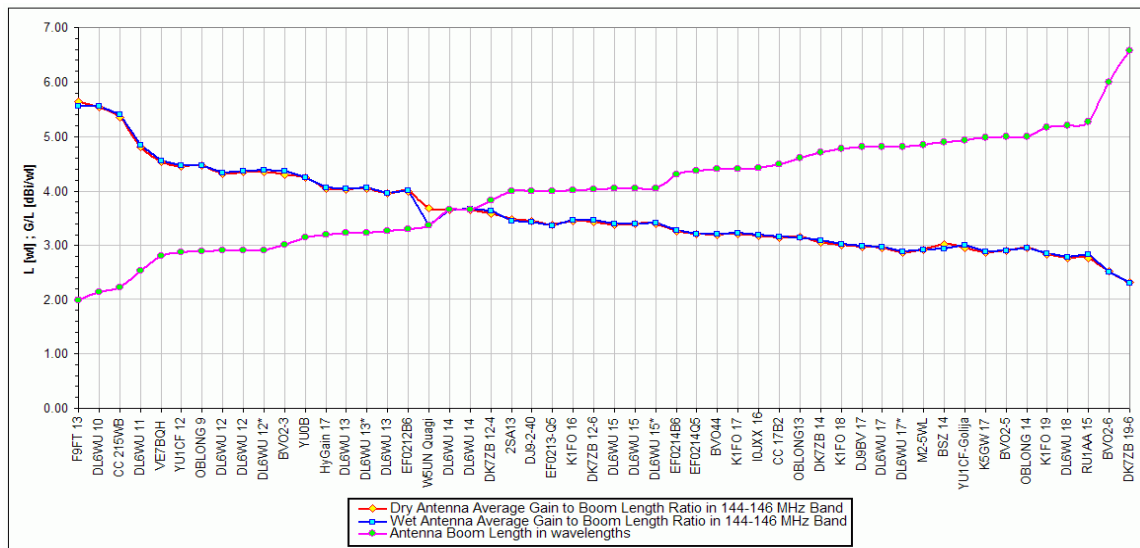
Pošto je dužina nosača Yagi antene verovatno najzgodnija da se uzme kao referentni parametar prema kome sve antene mogu da se porede, odlučio sam da opet sortiram antene prema njihovoj dužini nosača u rastućem nizu.

Ovo mi je dalo sistematizovan i sreden skup rezultata a time i bolji uvid u performanse antena prilikom njihovog međusobnog poređenja sa susednim i svim ostalim antenama u nizu, kao i rezultatima prethodne simulacije sa debljinom vodene pene od 0.5 mm.

Ovaj naporan i monoton posao na kraju mi je pričinio zadovoljstvo kada se pokazalo da su se sve moje početne pretpostavke o osetljivosti Yagi antena, koje sam najavio u mojim člancima o Q faktoru Yagi antena [1, 2 i 3], i mogućem testiranju osetljivosti antena preko njihovog ponašanja u vlažnim uslovima, potvrdile kao potpuno ispravne.



Srednji SWR za *suve* i *vlažne* (0.1 mm) Yagi antene različitih autora



Dužina nosača i srednje pojačanje po (talasnoj) dužini nosača antene za *suve* i *vlažne* (0.1 mm) Yagi antene različitih autora

## Analiza rezultata

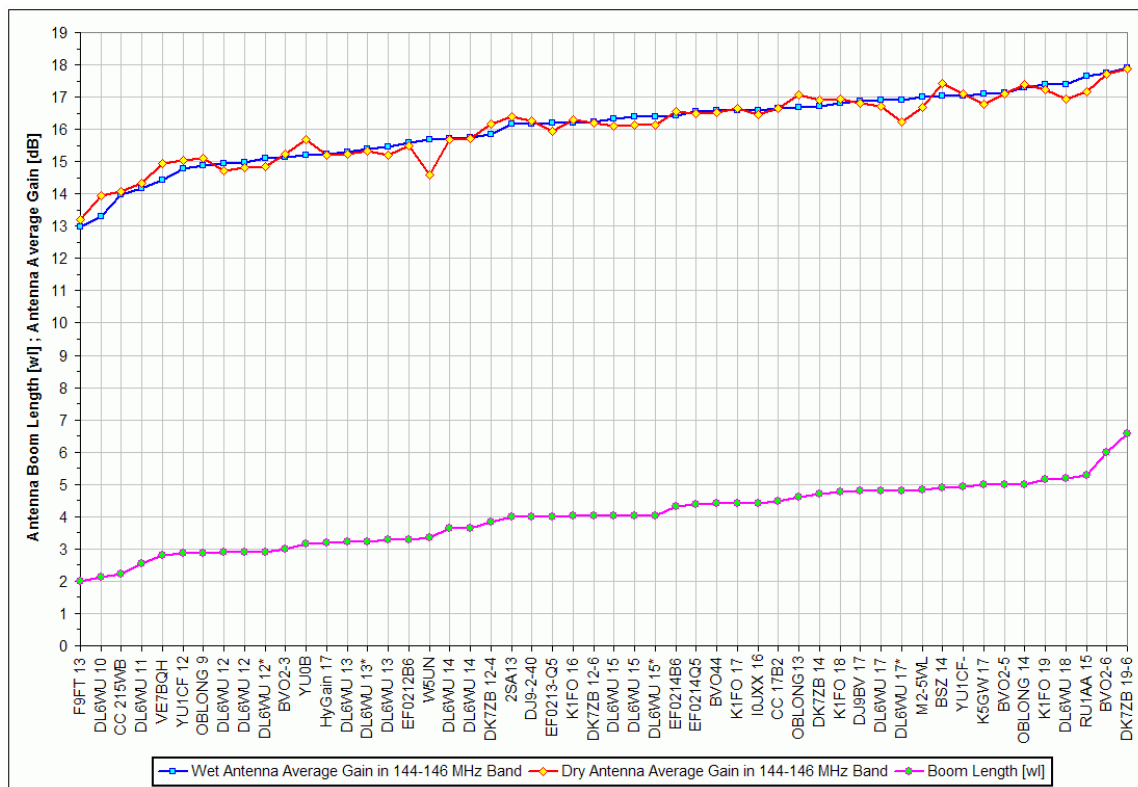
Pošto pojačanje optimalno dizajniranih Yagi antena treba da raste za 2.3 dB sa svakim dupliranjem dužine antene, prema radovima DL6WU od pre trideset godina, povukao sam ponovo crne linije na dijagramu za srednje vrednosti pojačanja i dužinu nosača antene radi lakšeg poređenja.

To praktično znači da su loše antene daleko ispod te linije a antene sa izuzetno velikim pojačanjem daleko iznad te linije.

Neke vrednosti za pojačanje, Q faktor i SWR mogu izgledati čudno, ali ne treba zaboraviti da su to srednje vrednosti za ceo opseg od 144-146 MHz!

Ako je vrednost za SWR neke antene suviše visoka to obično znači da ta antena ima visok Q faktor i vrlo uzan radni opseg i da je njen SWR na gornjem delu opsega vrlo visok.

Sa tom antenom možete imati dobar SWR na početku, a vrlo često i daleko ispod opsega. Može se koristiti za EME i DX rad ali visok SWR može sprečavati rad na gornjem delu opsega gde su frekvencije za FM, satelitski i rad u vanrednim uslovima.



**Dužina nosača i srednje pojačanje za suve i vlažne (0.1 mm) Yagi antene različitih autora složene prema pojačanju vlažnih antena u rastućem nizu**

Već na prvi pogled je očigledno, na osnovu datih dijagrama, da uopšte nema nikakvih izuzetnih antena sa izuzetno visokim pojačanjem!

To je ponovo potvrdilo moje pretpostavke iznete u jednom od mojih prethodnih članaka [2] o tridesetogodišnjem ćorsokaku u pokušajima značajnijeg poboljšanja Yagi antena.

Sve antene su vrlo blizu srednje linije pojačanja! Male razlike koje postoje su obično zbog razlika u dužinama antena.

Nema ničega od spektakularnih performansi koje su toliko reklamirane od strane autora i proizvođača Yagi antena!

Testirane antene imaju vrlo slično pojačanje bez obzira na to da li su suve ili imaju 0.1 mm vodene pene na svojim elementima što se jasno vidi sa dijagrama. Istovremeno te antene mogu imati ekstremno različite vrednosti Q faktora. Očigledno je da se antene sličnih dužina mnogo više razlikuju po vrednosti Q faktora nago pojačanja!

Velika razlika u pojačanju između suvih i vlažnih antena za pojedine antene, koja se pokazala u mojim prethodnim simulacijama sa 0.5 mm vodene pene, u ovoj simulaciji potpuno je nestala!

Da li to znači da su sve antene, pored skoro podjednakog pojačanja za istu dužinu, i podjednako dobre, i da sve imaju podjednaku osetljivost na spoljašnje uticaje?

Svakako da ne!

Razlike samo nisu vidljive, jer se pokazalo da sve antene imaju dovoljnu marginu prema tački gde počinje nagli pad pojačanja antene, i pod uslovima vlažnog vremena sa 0.1 mm nataložene vodene pene na elementima, ne dostižu tu tačku pa pojačanje ostaje manje više nepromenjeno.

U mom prethodnom testu sa pet puta većom debljinom akumulisane vode na elementima samo neke, a ne sve, antene su dostigle tu tačku i njihovo pojačanje je drastično palo. Pokazalo se da je taj test sa pet puta većom debljinom vode na elementima nego što je u praksi uobičajeno, za osetljivost antena bio vrlo sličan testu visokonaponskih kondenzatora na probojni napon. Kada hoćemo da znamo koji je kondenzator dobar i koji može sigurno da izdrži visoke radne napone mi ga testiramo sa višim naponom od nominalnog radnog napona.

Vrlo sličan metod testiranja se koristi pri proveru elemenata i uređaja koji treba da rade u uslovima ekstremnih temperatura ambijenta. Svi poluprovodnici koji se ugrađuju u vojne i satelitske uređaje moraju proći test rada pri vrlo ekstremnim temperaturama, kako bi se proverile njihove stabilne performanse i mala osetljivost na te radne uslove iako najverovatnije nikada neće raditi pri tako ekstremnim temperaturama.

Na sličan način smo testirali antene sa većom debljinom vode na elementima od one uobičajene pri vlažnom vremenu, proverili njihovu stabilnost performansi i potvrdili koliko su stvarno daleko od drastične degradacije performansi.

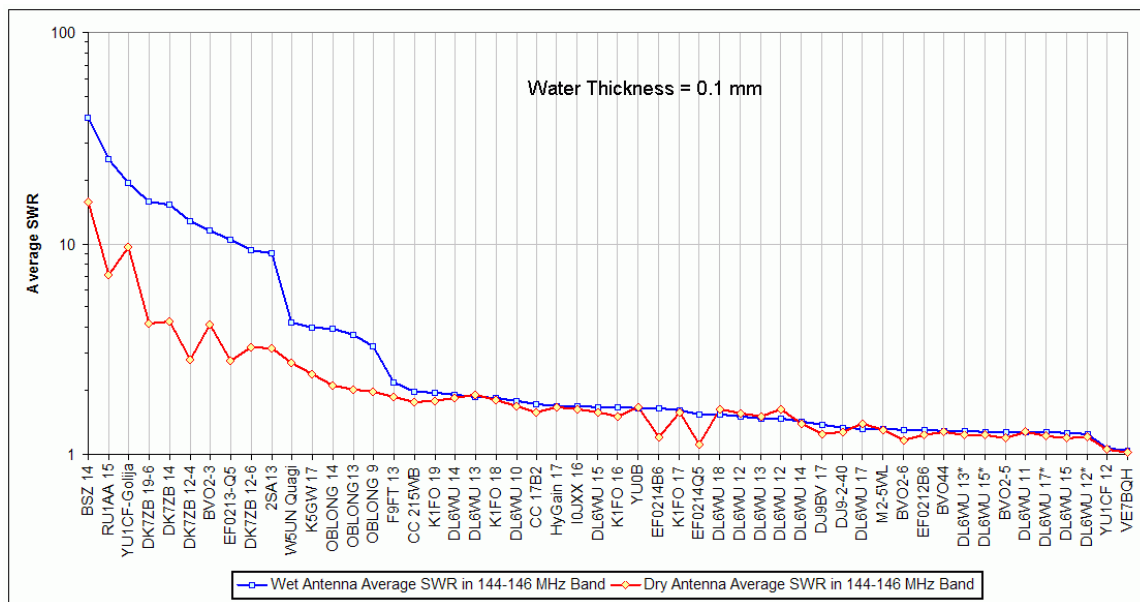
Sve antene koje nisu promenile svoje performanse pod tim teškim uslovima su sigurno manje osetljive i imaju daleko veću sigurnosnu marginu u odnosu na ozbiljnu degradaciju performansi, nego one antene koje su značajno promenile svoje performanse.

Kao što se očekivalo, neke antene imaju neznatno veće pojačanje kada su vlažne nego kada su suve zbog pomeranja karakteristike pojačanja na niže po frekvenciji usled vlage i zbog toga antena dostigne tačku apsolutnog maksimuma na karakteristici pojačanja.

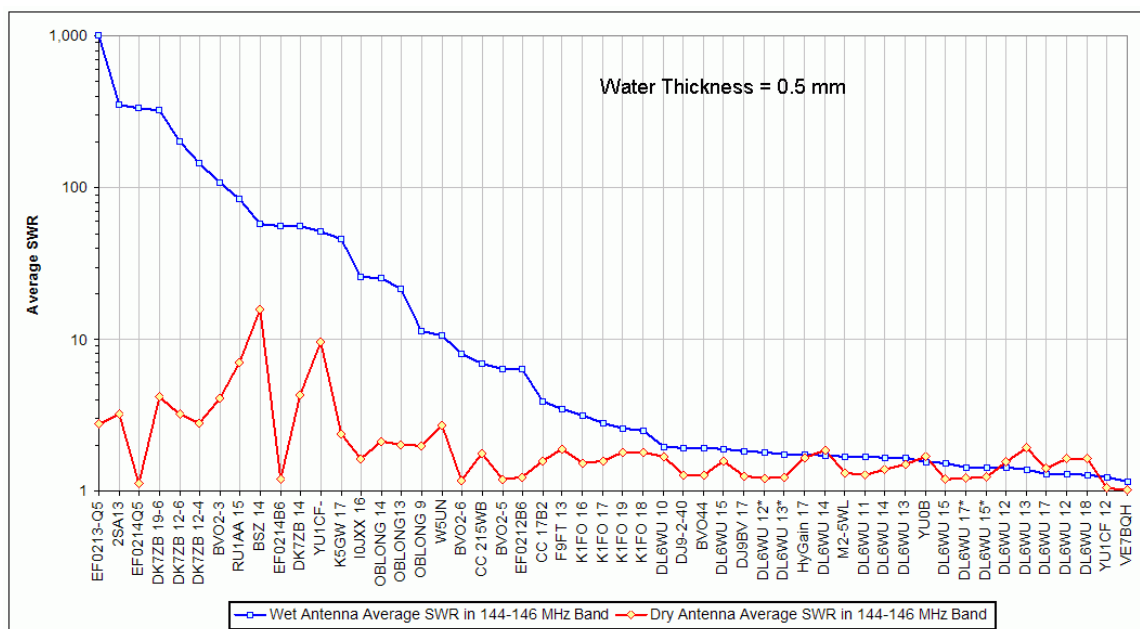
Ovo je svakako samo za male vrednosti debljine vode na elementima zato što se takva antena upravo nalazi pred samim naglim padom pojačanja i sa malo većom debljinom vode na elementima njeno pojačanje bi naglo palo. To zavisi od oblika i širine karakteristike pojačanja antene u zavisnosti od frekvencije.

Voda na elementima utiče na promenu brzine prostiranja RF, slično kao kod koaksijalnih kablova ispunjenih plastičnom masom kao dielektrikom. Vrednost brzine prostiranja, tj. faktora skraćenja pokazuje koliki je efekat na brzinu prostiranja. Smanjena brzina prostiranja na elementima antene čini ih električno dužim i na projektovanoj radnoj frekvenciji antene se ponašaju kao da rade na nešto višoj frekvenciji.

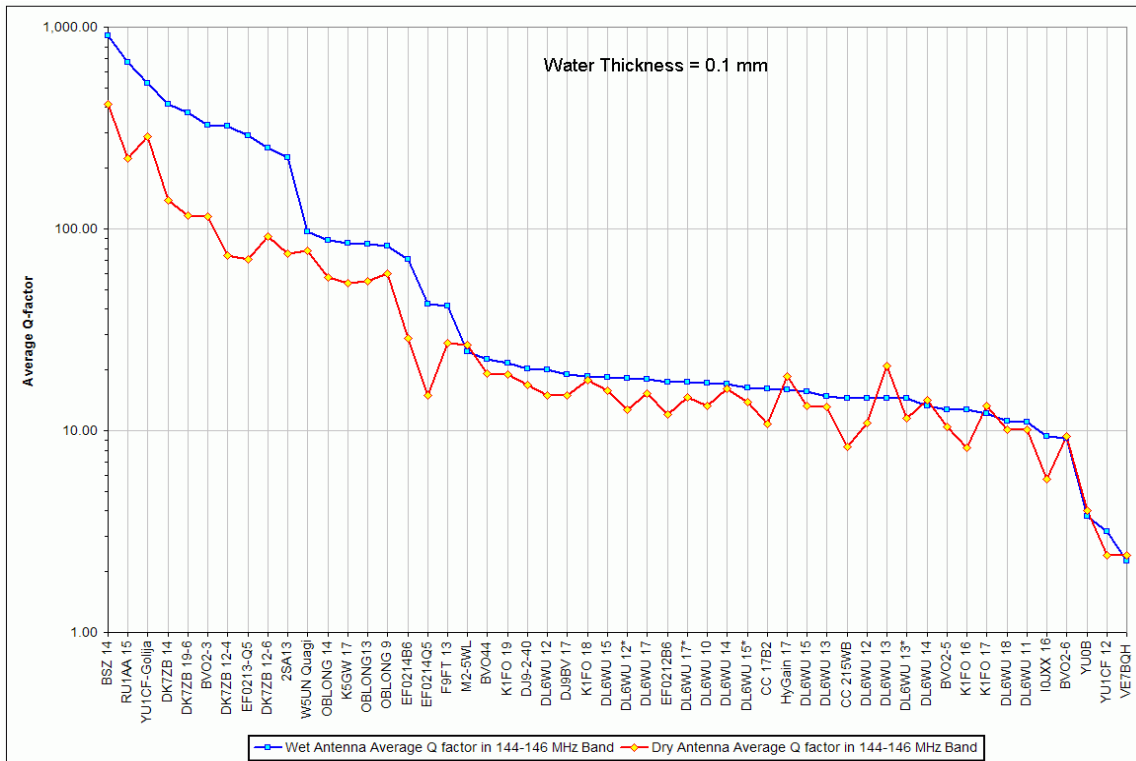
Povećanje debljine vode na elementima pomera performanse antene na niže po frekvenciji što je ekvivalentno povećanju radne frekvencije antene. Kako će antena da se ponaša u vlažnim vremenskim uslovima zavisi od toga kakve su performanse antene na frekvencijama koje su neposredno iznad radnog opsega antene. Koliko će performanse antene da se pomere na niže po frekvenciji zavisi od njenog dizajna, debljine elemenata i debljine vode na njima, kao i od ostalih uticaja okoline na antenu.



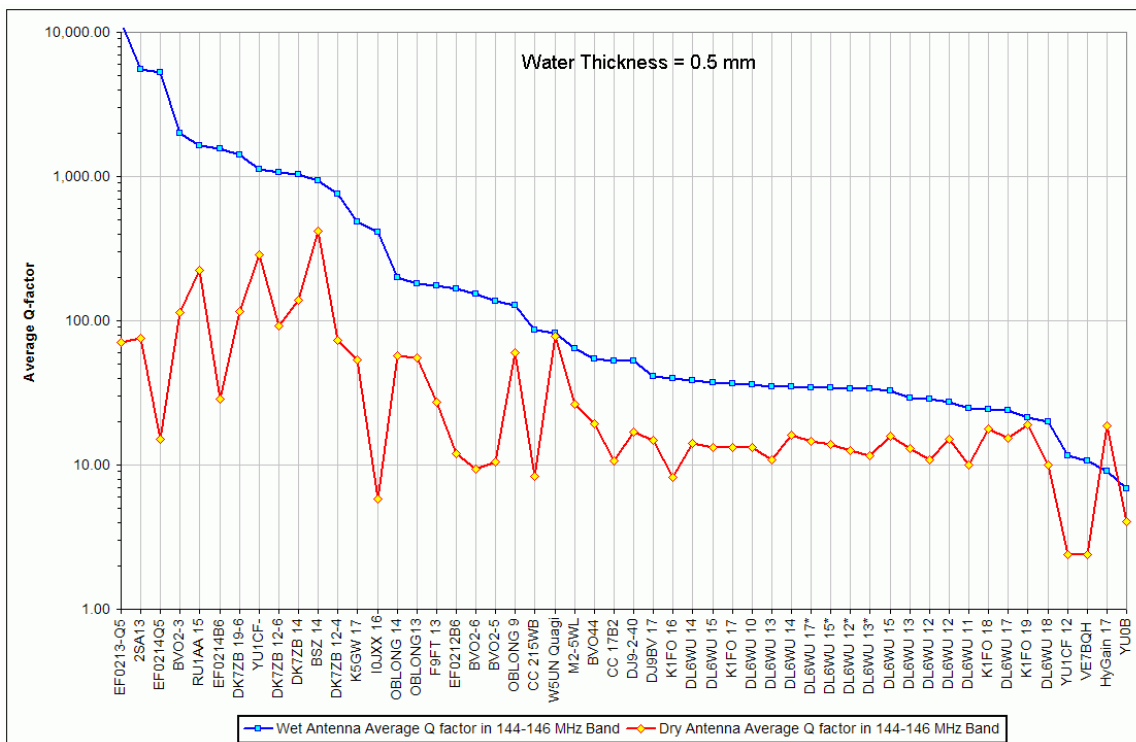
**Srednji SWR za *suve* i *vlažne* (0.1 mm) Yagi antene različitih autora složene prema SWR vlažnih antena u opadajućem nizu**



**Srednji SWR za *suve* i *vlažne* (0.5 mm) Yagi antene različitih autora složene prema SWR vlažnih antena u opadajućem nizu**



Srednji  $Q$  faktor za **suve i vlažne** (0.1 mm) Yagi antene različitih autora složene prema  $Q$  faktoru vlažnih antena (osetljivosti) u opadajućem nizu



Srednji  $Q$  faktor za **suve i vlažne** (0.5 mm) Yagi antene različitih autora složene prema  $Q$  faktoru vlažnih antena (osetljivosti) u opadajućem nizu

Gde možemo videti koliko je neka antena osetljiva kada to nije uvek vidljivo u degradaciji pojačanja pri vlažnom vremenu?

### **Q faktor vlažne antene - mera osetljivosti antene**

Kao što sam ukazao u mom prethodnom članku [4], postoji veliki broj antena sa gotovo identičnim pojačanjem ali sa veoma različitim Q faktorom.

Pre nego što se pogleda Q faktor testirane antene ne vidi se nikakva razlika kada je ona suva i kada je vlažna. U oba slučaja ona ima slično pojačanje do u nekoliko desetih delova dB, i naizgled nema načina da se vidi kako se ona ponaša u uslovima realnog okruženja i kako da je uporedimo sa ostalim sličnim antenama u istom okruženju.

Q faktor antene kao mera osetljivosti antene je očigledan isto tako kao što je očigledan za svaku drugu rezonantnu strukturu.

Ali problem sa antenama je kako izmeriti njihov Q faktor. To je prilično težak zadatak. Ideja sa simulacijom antene u celom njenom radnom opsegu i izračunavanje njenog Q faktora iz vrednosti njene ulazne impedanse prilično je obećavala.

Ali je tek upotreba vode na elementima antene kao „remitilačkog faktora“ za testiranje osetljivosti antene bila karika koja je nedostajala.

Antene sa vrlo sličnim pojačanjem mogu imati ekstremno različite Q faktore! Zapravo antene sličnih dužina se mnogo više razlikuju po veličini Q faktora nego pojačanja!

Q faktor antene pokazuje njenu tendenciju ili podložnost ka promenama performansi pod nekim spoljašnjim uticajem. Ako nema spoljašnjih uticaja nema ni realizacije te tendencije ka promenama performansi. Antene su obično simulirane i optimizirane u idealizovanim uslovima beskonačnog slobodnog prostora bez ikakvog spoljašnjeg uticaja na antenu, tako da je Q faktor simulirane suve antene, u idealizovanim uslovima beskonačnog praznog prostora, samo jedna karakteristika antene i postoji samo potencijalna mogućnost za promenu performansi antene pod nekim spoljašnjim uticajem. Ovo je jedino moguće u simulacijama i optimizacijama antena u idealizovanom okruženju u uslovima slobodnog prostora bez ikakvog realnog spoljašnjeg uticaja na antenu.

Pri realnim ručnim optimizacijama metodom promene dimenzija i merenjima na realnoj anteni u realnom okruženju ovo nije moguće jer Q faktor suve antene i njeno realno okruženje uvek utiču na performanse antene tokom njene optimizacije.

Samo u čisto virtuelnim optimizacijama u idealizovanom okruženju koje ne utiče na antenu, Q faktor antene nikada nema uticaja na performanse antene i nikada ih ne menja!

Širina radnog opsega antene je jedino što on u tim uslovima određuje.

Samo u realnim ručnim optimizacijama Q faktor antene i realno okruženje stalno deluju. Oni uvek i neprestano menjaju performanse antene.

Sada postaje očigledno zašto su kompjuterski simulirane i optimizirane antene obično kritičnije i osetljivije od antena koje su ručno optimizirane u praktičnim uslovima.

Ručno optimizirane antene su već optimizirane sa mnogim spoljašnjim uticajima koji su delovali pri optimizaciji u realnom okruženju. Za njih je simulacija u vlažnim uslovima vrlo slična uslovima pod kojima su one optimizirane.

Ali za „devičanske“ antene koje su kompjuterski optimizirane samo pod idealizovanim uslovima slobodnog prostora, bez ikakvog realnog uticaja te okoline na antenu, simulacija pod vlažnim vremenskim uslovima je težak test!



To je najvažniji razlog zašto je bilo neophodno simulirati antenu u neidealizovanim uslovima okruženja i omogućiti da Q faktor menja njene performanse i pokaže njenu osetljivost! To je razlog zbog koga sam odlučio da simuliram antene u vlažnim uslovima i na osnovu njihovog ponašanja odredim njihovu osetljivost!

Kada antena postane vlažna, zbog velike relativne dielektrične konstante vode na njenim elementima, antena stvarno menja svoje električne karakteristike i prema tome menja performanse. Ta promena električnih karakteristika i performansi takodje menja i vrednost Q faktora antene koji je u tesnoj vezi sa osnovnim principima funkcionisanja antene.

Sve promene funkcionisanja antene zbog vlage ili bilo kog drugog spoljašnjeg uticaja reflektuju se u promeni vrednosti Q faktora antene. Ovaj promenjeni Q faktor je i dalje mera tendencije ili podložnosti ka novim promenama performansi pod nekim novim uticajem okoline antene.

Možemo reći da je Q faktor vlažne antene, ili antene koja na bilo koji drugi način trpi uticaj realnog okruženja, vrlo dobar indikator podložnosti antene ka promenama performansi usled tih uticaja. Upravo zbog toga možemo uzeti Q faktor vlažne antene kao meru osetljivosti antene na uticaje okoline u praksi ako je uporedimo sa drugim antenama pod istim uslovima.

Naravno, umesto vlage možemo da koristimo mnoge druge načine da bismo simulirali uticaje okoline na antenu. Velika blizina drugih rezonantnih i nerezonantnih antena, masivni rešetkasti stubovi i druge noseće konstrukcije i strukture, itd. mogu nam takodje pružiti mogućnost da izračunamo Q faktor i na osnovu dobijenih rezultata i poređenja sa rezultatima drugih sličnih antena u istim uslovima okoline odredimo njenu osetljivost na spoljašnje uticaje.

Na prikazanim dijagramima možemo videti sve simulirane antene poređane po vrednosti Q faktora i SWR-a za vlažne antene u opadajućem nizu. Date su obe simulacije, jedna sa debljinom vodene pene od 0.5 mm i druga sa debljinom od 0.1 mm.

Dijagrami sa Q faktorom za vlažne antene sortiranih u opadajućem nizu razdvojili su sve antene na one osetljivije koje se nalaze na levoj strani dijagrama i na one tolerantnije koje se nalaze na desnoj strani dijagrama.

Kao što se može videti na oba dijagrama većina antena nije mnogo promenila svoju poziciju. To je bilo očekivano jer pozicije antena u oba testa pokazuju osetljivosti antena koje ne zavise od debljine vode na elementima nego od njihovog dizajna i konstrukcije! Apsolutna degradacija performansi određene antene zavisi i od debljine vode na elementima i od Q faktora antene. Kada je debljina vode ista za sve testirane antene onda **relativna** degradacija performansi u odnosu na druge slične antene zavisi samo od Q faktora antene koji je mera njene osetljivosti! Prema tome osetljivost antene je **relativna vrednost (veličina)** koja pokazuje relativan odnos performansi sličnih antena pod istim uslovima, tj. pri istoj debljini vode na elementima i prema tome ne zavisi od same debljine vode!

Male promene u poziciji nekih antena u ova dva testa pokazuju da su neka ponašanja antena ostala skrivena u uslovima testiranja sa manjom debljinom vode na elementima.

## **Zaključak**

Iz svega što je prezentirano u ovoj seriji članaka [1, 2, 3, 4, 5 i 6] možemo zaključiti sledeće:

1. Nema nikakvih novih, izuzetnih antena sa izuzetno velikim pojačanjem koje bi mogle da naprave značajan prodor u pogledu poboljšanja performansi Yagi antena. Sve antene, i one stare trideset godina i ove novo-dizajnirane imaju vrlo slično pojačanje i ono se za antene sa istom dužinom nosača razlikuje jedva oko 0.5 dB. To neznatno poboljšanje obično je plaćeno žrtvovanjem neke druge osobine antene, najčešće Q faktora, tj. osetljivosti, zato što to nije odmah primetno u idealizovanim simulacijama i ne može se direktno izmeriti. Prezentirani dijagrami jasno i nedvosmisleno potvrđuju tačnost ove ranije navedene tvrdnje. Kao što se može videti na dijagramima nema dve ili više antena sa istom dužinom nosača a da im se pojačanje razlikuje za više od oko 0.5 dB i da to nije plaćeno višim Q faktorom. **Ovo jasno potvrđuje da je poboljšanje Yagi antena tridesetogodišnji ćorsokak!**
2. Osetljivost antene je proporcionalno Q faktoru antene koja se nalazi u realnom okruženju sa realnim uticajima i pokazuje degradaciju performansi u odnosu na druge antene u istim uslovima uticaja okruženja. Korišćenjem vlage kao uticaja okruženja na antene da bi se isprovocirala dejstva na njihove performanse, i poređenjem tih efekata da bi se odredila njihova osetljivost, može se potvrditi tačnost ove tvrdnje. Ovo je samo jedan od mnogo drugih načina da se prouzrokuju efekti usled nekog dejstva okruženja na antene i da se simuliraju reakcije antene na ta dejstva. Degradacija performansi samo nekih, a ne svih antena jasno pokazuje da postoji velika razlika među njima u ponašanju pod istim uslovima realnog okruženja! Ovo jasno ukazuje na različitu osetljivost testiranih antena na uticaje okruženja. Izvanredno slaganje i povezanost veličine degradacije performansi i vrednosti Q faktora antene je jasno vidljivo sa prezentiranih dijagrama. Simulacija sa pet puta većom debljinom vodene pene na elementima je dala sličan redosled antena ali sa mnogo više naglašenim vrednostima rezultata nego simulacija sa mnogo realnijom vrednošću debljine vode od 0.1 mm. Ovi naglašeni rezultati su otkrili i neka ponašanja antena koja su ostala skrivena pri simulacijama sa 0.1 mm debljine vodene pene na elementima. Sa vrlo malim debljinama vode, ili za suve antene u idealizovanom okruženju praznog prostora, nije moguće dobiti razliku u performansama da bi se jasno odvojile osetljive od tolerantnih antena, zbog odsustva dejstva okruženja i Q faktora na performanse antene. Ovo je analogno svakom drugom testu kvaliteta koji se provodi u mnogo težim uslovima od normalnih radnih uslova kako bi se proverila i utvrdila sigurna margina do tačke u kojoj počinje nagli pad performansi. **Kao što je i očekivano: osetljivije antene su ostale osetljivije a tolerantnije su ostale tolerantnije u oba testa!**
3. Kompjuterska optimizacija antena obično daje vrlo uskopojasan, osetljiv i kritičan dizajn ukoliko dizajner ne preduzme mere da izbegne upadanje u ovu zamku. Kompjuterski proces optimizacije daje rezultate koji su jedinstven skup dimenzija Yagi antena koji najbolje zadovoljava optimizacione ciljeve, ali ne optimizira performanse antene u širem opsegu statističke raspodele dimenzija antene i raznih uticaja sredine. Nedostatak statističke ili „proizvodne“ optimizacije (najveće ponovljivosti) u današnjim popularnim programima za simulacije i optimizacije antena još više naglašava taj problem. Kao rezultat obično dobijemo uskopojasniji i kritičniji specifični dizajn.

4. Žrtvovanje osetljivosti ili bilo koje druge karakteristike antene da bi se poboljšala temperatura šuma antene na VHF nema nikakvog opravdanja zbog visoke šumne temperature neba na VHF frekvencijama. Ovo je jasno pokazano u mom članku [6] gde je na osnovu prezentiranih proračuna i dijagrama očigledno da povećanje odnosa signala i šuma S/N za antene istih dužina nosača (i pojačanja) ali sa „nižom“ temperaturom šuma ne daje na VHF ništa više od marginalnog povećanja S/N, i to je tako čak i ako je lokacija antene vrlo niskošumna! Čak i za 2m EME rad ova niža temperatura antene ne daje neku veliku razliku u S/N čak i kada se antena nalazi u ruralnom i tihom okruženju u pogledu šuma! Može se reći da na VHF opsezima nema „niskošumnih antena“ zbog nemogućnosti realizacije prijema niskog nivoa šuma usled visokog šuma neba i zemlje na tim frekvencijama. Ovo je jasno vidljivo sa mapa raspodele šuma neba koje su prezentirane u članku. Jednostavnim proračunom površine neba koju uobičajena širina glavnog snopa antene zahvata može se pokazati da je srednja temperatura neba koju antena „vidi“ obično mnogo viša od temperature šuma zemlje. Prema tome antena koja je elevirana obično nema nižu šumnu temperaturu nego antena koja nije elevirana! **U uslovima kada su temperature šuma neba i zemlje vrlo bliske, dijagram zračenja (i prijema) antene ne utiče mnogo na temperaturu šuma antene, zato što je temperatura šuma antene mnogo više karakteristika okruženja nego same antene.** Uzimanje apsolutnog minimuma šuma neba (koji se može dobiti samo sa jednog vrlo malog dela neba) kao srednjeg šuma neba koji će antena videti uvek kada je okrenuta bilo gde i gleda u bilo koji slučajno izabrani deo neba, daje samo iluziju da ćemo dobiti manje učešće šuma u prijemnom S/N i time popraviti prijemne performanse. „Niskošumne antene“ imaju svoj pun smisao samo na frekvencijama gde je srednja šumna temperatura neba mnogo niža od šumne temperature zemlje. Na primer na opsegu od 23 cm šumna temperatura neba iznosi samo nekoliko procenata temperature šuma zemlje i tamo niskošumna antena može da pruži svoj pun doprinos poboljšanju odnosa signala i šuma!

## Reference

1. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Design Sensitivity**, *antenneX*, October 2008. Issue No. 138.

[http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/yagi\\_design\\_sens.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/yagi_design_sens.pdf)

2. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Improvement Thirty-Year Old Dead End?**, *antenneX*, September 2008. Issue No. 137.

[http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/yagi\\_old.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/yagi_old.pdf)

Prevedeno na srpski:

**Poboljšanje Yagi antene-tridesetogodišnji ćorsokak?**

<http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Poboljsanje%20Yagi%20Antene-tridesetogodisnji%20corsokak.pdf>

3. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Performances of Wet Yagi Antennas**, *antenneX*, August 2008, issue No. 136.

<http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/wetantenas.pdf>

4. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Q factor**, *antenneX*, July 2008, issue No. 135.

[http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/yagi\\_q\\_factor.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/yagi_q_factor.pdf)

5. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Wet Antennas**, *antenneX*, June 2008. issue No. 134.

[http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/wet\\_ant.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/wet_ant.pdf)

6. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **VHF Antenna Noise Temperature**, *antenneX*, April 2008. issue No. 132.

<http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/vhfnoisetemp.pdf>

Prevedeno na srpski:

**Šumna temperatura VHF antena**

[http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/sum\\_temp\\_vhf\\_ant.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/sum_temp_vhf_ant.pdf)