

# Uticaj koaksijalnog kabla na šumnu temperaturu Yagi antenskih sistema

*Dragoslav Dobričić, YUIAW*

[dragan@antennex.com](mailto:dragan@antennex.com)

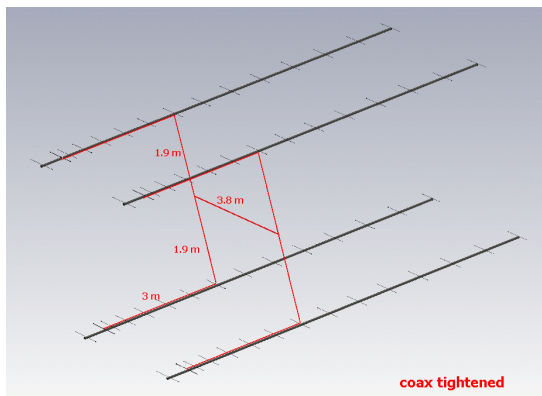
## Uvod

U ovom članku želim da iznesem rezultate istraživanja kako koaksijalni napojni kabl, koji je aranžiran na dva različita i najčešća načina u praksi, utiče na karakteristike, i to posebno na šumne karakteristike antenskog sistema.

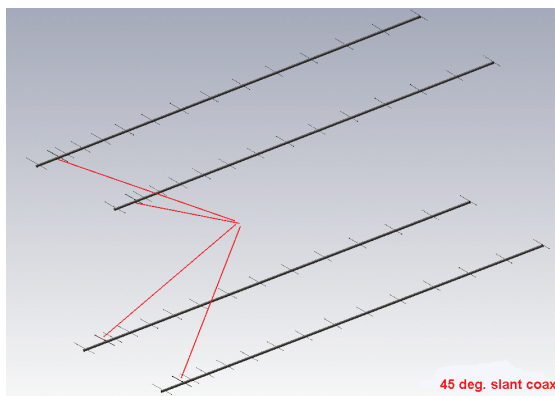
Rezultati prethodnih istraživanja koji su dati u ranijim člancima [1, 2], pokazuju da se najmanji uticaj kabla na antenski sistem postiže kada je kabl pričvršćen za nosač antene i noseću strukturu koja je formirana u obliku slova H kao što je prikazano na Sl.1. To je, pored piramidalne forme sa vrhom okrenutim napred date na Sl. 2. najčešće korišćeni način napajanja i postavljanja koaksijalnih kablova u praksi kod sistema od četiri antene. Ovi načini napajanja i postavljanja kablova omogućavaju da se, obično masivan i težak, delitelj snage može jednostavno pričvrstiti na noseću strukturu i time rešiti jedan od važnijih mehaničkih zahteva sistema.

Na Sl. 1 i 2 možemo videti simulacione modele antenskih sistema od četiri Yagi antene postavljene „dve iznad dve“ i sa koaksijalnim kablom aranžiranim na pomenuta dva načina.

Istraživanja su provedena kompjuterskim simulacijama šest različitih antena pod istim uslovima. Mehanički i električni uslovi pod kojima su antene simulirane šire su date i obrazložene u prethodnim člancima [1, 2].



Sl. 1 Yagi sistem sa kablom uz noseću strukturu



Sl. 2 Yagi sistem sa kosim kablom pod 45 stepeni

Simulirane su dve različite situacije. Prva je sa kablom postavljenim blizu nosača antene i noseće strukture sistema koja je formirana u obliku slova H, i leži u ravni koja je normalna na pravac antenskih nosača. Ravan je pomerena napred u pravcu zračenja antene za 1.5 talasnu dužinu u odnosu na ravan u kojoj leže aktivni dipoli antena. Druga situacija je kada kablovi dolaze do aktivnih dipola iz pravca zajedničkog delitelja snage

koji se nalazi u centru između antena i kablovi formiraju piramidalni oblik sa vrhom okrenutim u pravcu maksimalnog zračenja antena. U ovim simulacijama osim kablova i antenskih nosača elemenata nisu simulirani ostali metalni delovi zajedničke noseće strukture antenskog sistema. Sa njihovim uticajem dobijeni rezultati bi verovatno bili još lošiji.

Za ovaj posao ponovo je upotrebljen profesionalni program za elektromagnetne simulacije baziran na FIT (Finite Integration Technique) metodi umesto uobičajenog MoM (Method of Moments) baziranog programa za koji je već ranije ustanovljeno da je neodgovarajući za ovakav posao zbog nekoliko neprihvatljivih programskih ograničenja. Dobijeni rezultati kompletnog trodimenzionalnog dijagrama antene iz ovog programa korišćeni su u drugom veoma korisnom programu [4] koji izračunava šumnu temperaturu prema trodimenzionalnom dijagramu antene i zadatim šumnim uslovima sredine. Uticaj koaksijalnih kablova je posmatran na dva parametra antene: ekvivalentnoj šumnoj temperaturi i G/T faktoru antene na frekvenciji 144.5 MHz.

Zbog značajnog uticaja i zračenja koaksijalnog kabla za pojedine načine napajanja i postavljanja kablova, dijagrami zračenja u obe ravni su značajno izobličeni. Kablovi pričvršćeni za metalnu H strukturu generalno pokazuju najmanje izobličenje dijagrama u poređenju sa referentnom varijantom bez koaksijalnih kablova. Ali očigledno je, kao što je naglašeno u prethodnim člancima [1, 2], da intenzitet poremećaja dijagrama u velikoj meri zavisi od konkretnog tipa antene.

### **Šumni profil sredine**

Šumna temperatura antene je u najvećoj meri određena šumnom temperaturom objekata u okvirima širine njenog glavnog snopa. Primljena snaga šuma, ili šumna temperatura antene, ne zavisi samo od temperature šuma objekta, već i od toga koliko je taj objekat prisutan u dijagramu antene.

Međutim, sve antene u praksi imaju neželjene sporedne snopove i konačan odnos napred/nazad. Zbog toga šumna temperatura antene usmerene u nebo uključuje i efekte sporednih snopova koji gledaju u „vrelu“ zemlju. To je jednostavan razlog zašto antena ne može da ima šumnu temperaturu jednaku šumnoj temperaturi „hladne tačke“ na nebu u koju gleda [3, 7, i 8].

Rezultati trodimenzionalnog dijagrama antene mogu da variraju zavisno od toga da li antena ima metalni nosač elemenata ili ne, način na koji je koaksijalni kabl postavljen u odnosu na antenu i koliko je antena osetljiva na to. Sa druge strane, rezultati šumne temperature antene takođe zavise veoma mnogo od toga kakva je raspodela šumne temperature u okruženju oko antene.

Uobičajeni način određivanja raspodele šumne temperature sredine za frekvencije iznad oko 1 GHz je vrlo neposredan. Donja hemisfera koja predstavlja zemlju ima temperaturu šuma koja je jednaka standardnoj fizičkoj temperaturi  $T_e=290$  K. To je zbog toga što je iznad oko 1 GHz šumna temperatura zemlje konstantna, ali opada na nižim frekvencijama zbog povećanja reflektivnosti i smanjenja šumne emisivnosti zemlje.

Međutim ukupan nivo šuma je zbir šuma koji zemlja zrači i šuma neba koji se „ogleda“ na površini zemlje kao u ogledalu [3, 7].

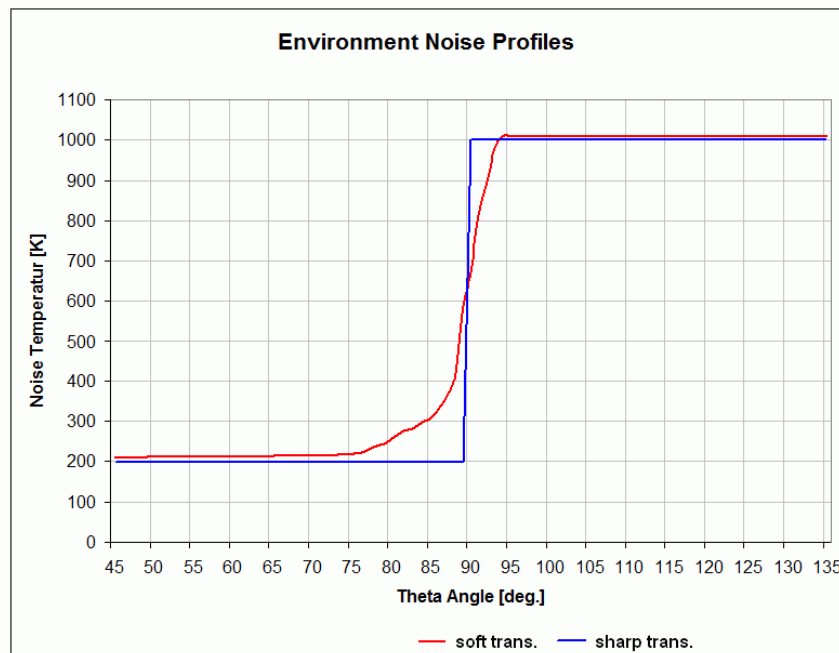
Gornja hemisfera koja predstavlja nebo je takođe uzeta kao da ima ujednačenu temperaturu šuma od nekoliko Kelvina. Na granici tih dveju hemisfera je veoma oštar prelaz od jedne ka drugoj šumnoj temperaturi.

Međutim, na frekvencijama ispod 1 GHz galaktički šum neba raste vrlo brzo i ispod oko 0.5 GHz njegova raspodela po nebeskoj hemisferi od relativno ujednačene postaje vrlo neujednačena, sa visokim amplitudama razlike između najhladnijih i najtoplijih delova neba.

Kao posledica toga, na 2m opsegu šum neba više uopšte nije ujednačen i on može da se razlikuje od 200-330 K u svom najhladnijem delu u područjima sazvežđa Lava i Vodolije do oko 3000-3500 K u svom najtoplijem delu oko centra naše galaksije Mlečni Put [3, 7].

Površina zemlje na ovom opsegu ima veću reflektivnost, i zato ima višu šumnu temperaturu zbog značajnog učešća reflektovanog visokog galaktičkog šuma neba. Zbog vrlo velikih razlika u šumnoj temperaturi pojedinih delova neba, temperatura šuma zemlje može da se menja zavisno od toga koji deo neba se ogleda na površini zemlje.

U ekstremnim slučajevima šumna temperatura zemlje može biti oko 300 K kada je antena usmerena u zemlju na kojoj se ogleda hladno područje neba, i oko 500 K kada antena vidi „sliku“ najtoplijeg područja neba u „ogledalu“ koje čini zemljina površina. Ova velika varijacija temperature šuma zemlje zajedno sa ogromnom varijacijom šumne temperature neba daje visok nivo nepouzdanosti merenja šumne temperature antene u praksi.



Sl. 3 Dva različita profila raspodele šumne temperature sredine

Imajući sve pomenuto na umu lako se može zaključiti da prelaz između šumnih temperatura neba i zemlje na njihovoj granici hemisfera ne može biti oštar zbog pomenute refleksije šuma neba od površine zemlje kao ogledala (Sl. 3). To povećava srednju temperaturu šuma antene pri malim uglovima elevacije, zato što antena pored termičkog zračenja šuma zemlje kao „crnog tela“ takođe vidi i „lik u ogledalu“ šumnih delova neba.

To u praktičnom radu znači da antena sa nultom ili veoma malom elevacijom, koji je uobičajen u zemaljskim komunikacijama ili pri radu EME na izlasku/zalasku Meseca, ima višu šumnu temperaturu od srednje vrednosti šumne temperature neba i zemlje (Sl. 3).

Programi za izračunavanje šumne temperature antene obično uzimaju idealne uslove okruženja u kojima donja hemisfera ima šumnu temperaturu zemlje  $T_{gnd}$  a gornja hemisfera šumnu temperaturu neba  $T_{sky}$  sa vrlo ostrim prelazom sa jedne na drugu.

Ali u stvarnosti, na nižim frekvencijama, zbog povećane reflektivnosti zemlje,  $T_{gnd}$  je zbir termičkog zračenja zemlje kao „crnog tela“  $T_e$  i refleksije šuma neba šumne temperature  $T_{sky}$  od površine zemlje. Zbog toga je sasvim normalno da pri vrlo malim uglovima elevacije antena prima šum neba reflektovanog od površine zemlje. Ako je taj reflektovani šum neba veći od termičkog šuma zemlje  $T_e$ , ekvivalentna šumna temperatura zemlje je viša od srednje vrednosti  $(T_{sky}+T_e)/2$ .

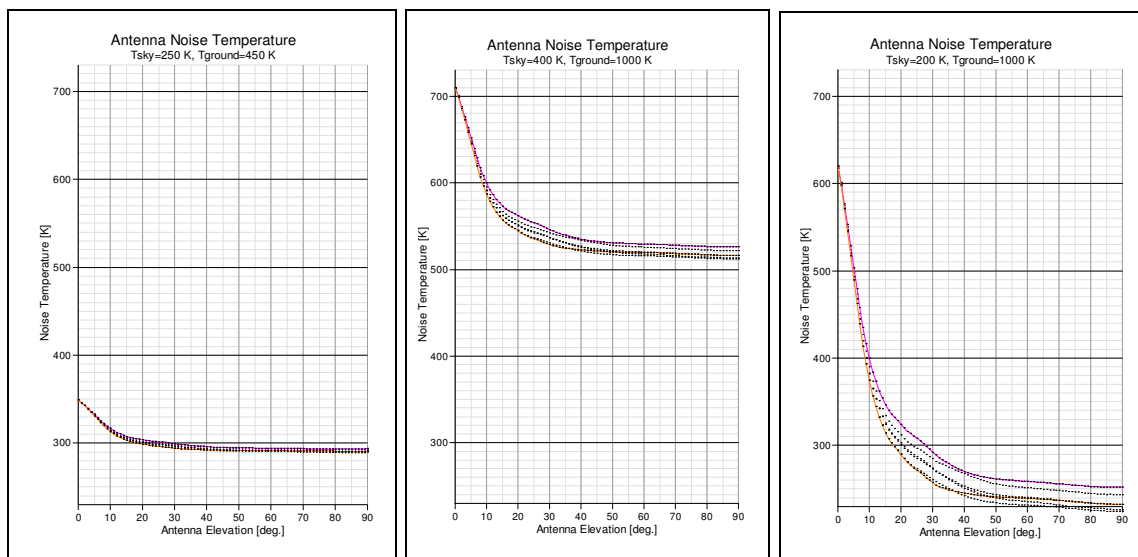
Prisustvo industrijskog i uopšte urbanog šuma ljudskog porekla je još jedan razlog zašto se može očekivati u stvarnosti natprosečna šumna temperatura antene pri malim uglovima elevacije.

Pored oštrote prelaza šumne temperature između hemisfera neba i zemlje postoji i vrlo široko određenje prosečnih vrednosti šumnih temperatura neba i zemlje pri postavljanju uslova pri kojima se računa šumna temperatura antena prema njihovom dijagramu.

Na Sl. 4 data je šumna temperatura dve različite antene računate u tri različita šumna profila sredine, među mnogim drugim mogućnostima.

Šumni profil na slici levo za šumnu temperaturu neba uzima onu vrednost koju antena može da ima samo ako je usmerena direktno u poseban i vrlo ograničen deo neba koji se zove „hladna tačka“ u sazvežđu Lava. Temperatura zemlje je uzeta tako da su uključeni i uticaji refleksija najverovatnijih prosečnih vrednosti šuma neba, ali bez najtoplijih delova neba u oblasti centra naše galaksije.

Srednji dijagram uzima za temperaturu neba najverovatniju srednju vrednost šuma neba bez najtoplijih delova oko galaktičkog centra. Temperatura šuma zemlje je uzeta sa učešćem refleksije najtoplijih delova neba kao i učešćem urbanog šuma.



*Sl. 4 Šumne temperature dve antene izračunate u tri različita šumna profila sredine*

Desni dijagram prikazuje za šum neba situaciju kada je idealna antena usmerena tačno u najhladniju moguću tačku na nebu, hladnu tačku u sazvežđu Lava, sa ekstremno uzanim glavnim snopom i bez ikakvih sporednih i zadnjih snopova dijagrama [3, 7]. Šumna temperatura zemlje je određena i uzeta na vrlo sličan način kao za srednji dijagram. Ovaj šumni profil sredine preuveličava razlike u šumnim temperaturama za dve antene u poređenju sa dva prethodna ekstremna šumna okruženja.

Iz ovoga možemo videti da vrednosti šumnih temperatura sredine i njihova raspodela utiču na rezultate šumne temperature antena u značajnoj meri.

U ovim simulacijama koristio sam šumni profil koji je dat na Sl. 4 desno sa relativno ostrim prelazom vrednosti šumne temperature na granici hemisfere neba i zemlje, ali ne zato što mislim da je najbolji.

Upravo suprotno, mislim da je u priličnoj meri veštački „proširen“ i ne baš mnogo koristan u praktičnim poređenjima i radu, ali je, možda, jedino dobar kao pravilo u nekim „takmičenjima dizajnera antena“ i za neka „rangiranja antena“ zato što daje preuveličane razlike između šumnih temperatura antena u odnosu na one koje mogu biti postignute u praksi.

Praktično, u ruralnim i tihim naseljenim lokacijama, razlika u snazi šuma hladnog neba i šuma zemlje, na 2m opsegu, merena od strane mnogih EME amatera je oko 1 do 2 dB koja za antenu koja gleda u hladno nebo daje stvarnu moguću temperaturu od oko 250-320 K i za antenu koja gleda u zemlju oko 350-500 K uključujući, pored termičkog zračenja šuma zemlje, preslikavanje šuma neba na površini zemlje i učešće umerenog nivoa šuma ljudskog porekla [3, 7].

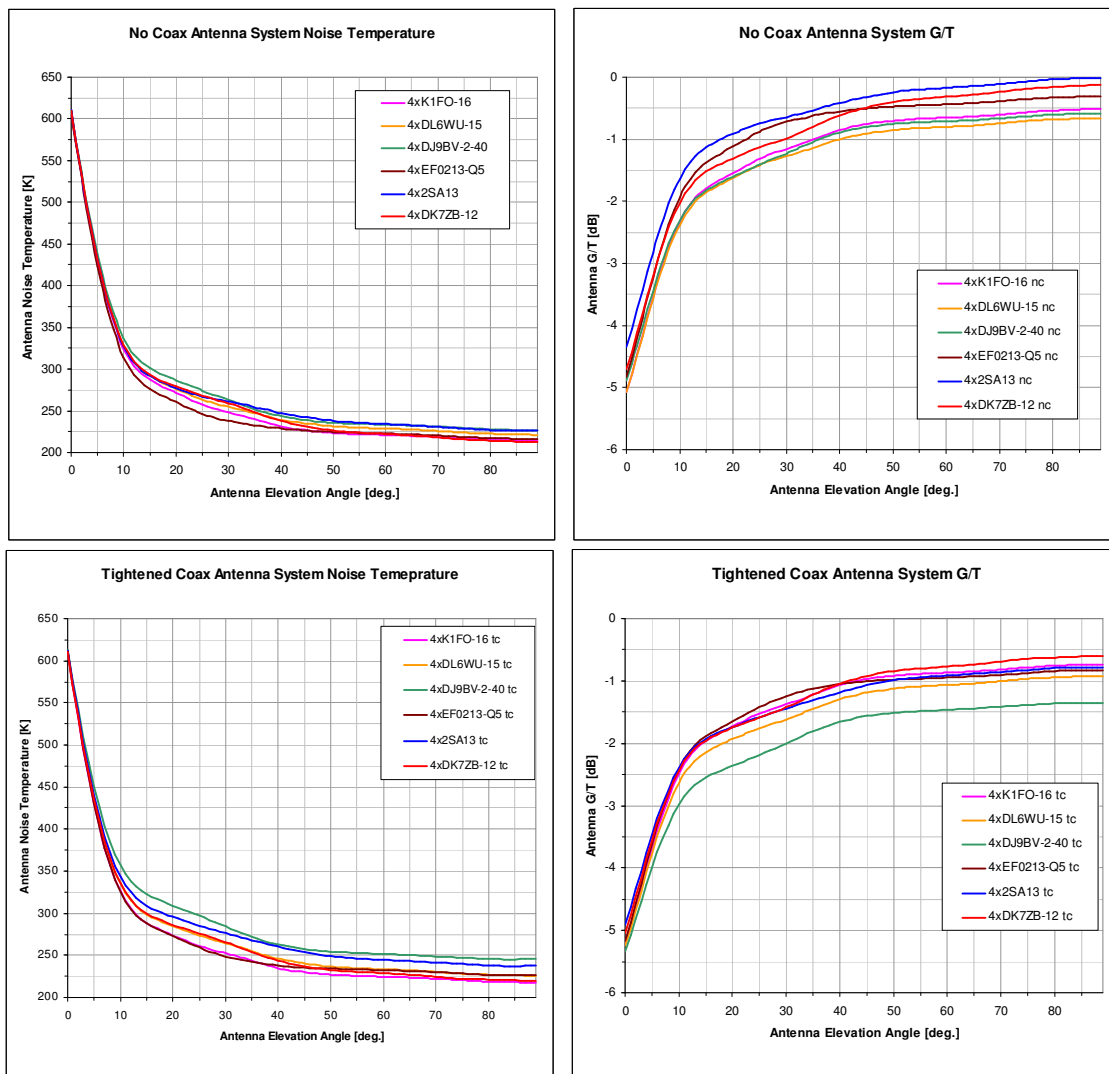
Sa veštački proširenim šumnim profilom sredine bilo bi neophodno imati razliku od 7 dB za isto merenje! Ali i pored toga želeo sam da moje simulacije mogu biti uporedive sa

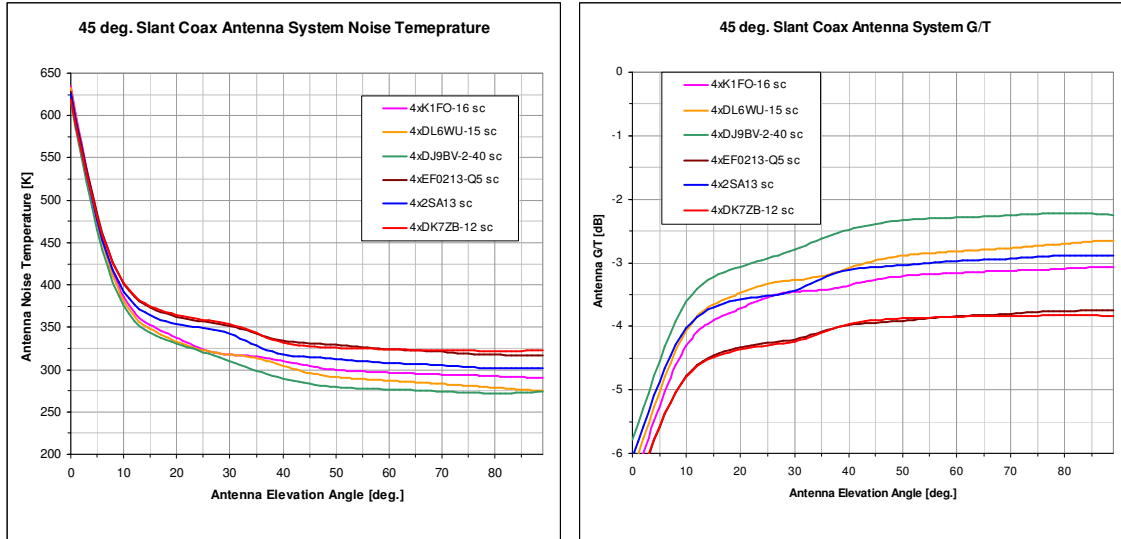
ostalim rezultatima dobijenim u istim šumnim uslovima sredine, i da se dati zaključci mogu odnositi na njih.

Korišćenje normalnog, neproširenog šumnog profila sredine daje manju razliku šumnih temperatura antena i odgovarajućeg odnosa signala i šuma (S/N) i time još više osnažuje i naglašava date zaključke (Sl. 4).

### Rezultati šumnih temperatura antena

Na prezentiranim dijagramima na Sl. 5 možemo videti da za niske uglove elevacije do oko 5 stepeni sve antene imaju praktično istu šumnu temperaturu koja ne zavisi od tipa antene ili načina postavljanja koaksijalnog kabla.





Sl. 5 Šumne temperature i G/T faktori za antene bez kabla kao i za dva uobičajena načina vođenja kabla

To znači da su za zemaljske radio veze sa elevacijom antene do 5 stepeni sve antene praktično iste u pogledu šumnih karakteristika i jedini važan faktor za komunikaciju je **stvarno postignuto** pojačanje antene u datim uslovima njenog okruženja! **Nema** „niskošumnih“ VHF antena za zemaljske komunikacije bez obzira šta njihovi autori možda tvrde [3, 7].

### Rezultati za uslove bez koaksijalnog kabla

Provedene simulacije šumnih temperatura samih antena bez koaksijalnog kabla i bilo kakvih nosećih metalnih konstrukcija, daje najbolje rezultate i služi samo kao referenca za poređenja.

Za hipotetičke uslove bez koaksijalnog kabla („no coax“) i bez bilo kakvih metalnih nosećih struktura ili bilo kakvog drugog metalnog objekta u blizini antene, YU7EF antena, koja je od strane autora deklarirana kao „niskošumna antena“, zaista ima najnižu šumnu temperaturu između 5 i 50 stepeni elevacije. Pri elevacionom uglu od 30 stepeni EF0213-Q5 antena ima 237 K, K1FO-16 antena ima 248 K, DL6WU-15 antena ima 254 K, dok ostale antene imaju oko 260 K. Maksimalna razlika između svih simuliranih antenskih sistema bez koaksijalnog kabla je 26 K. G/T faktor daje malo drugačiju sliku zbog malo različitog pojačanja antenskih sistema.

### Rezultati za uslove kada je koaksijalni kabl uz noseću strukturu

Najzapaženija razlika u šumnim temperaturama antena kada je koaksijalni kabl pričvršćen uz noseću strukturu (Sl. 1) je između 20 i 30 stepeni elevacije.

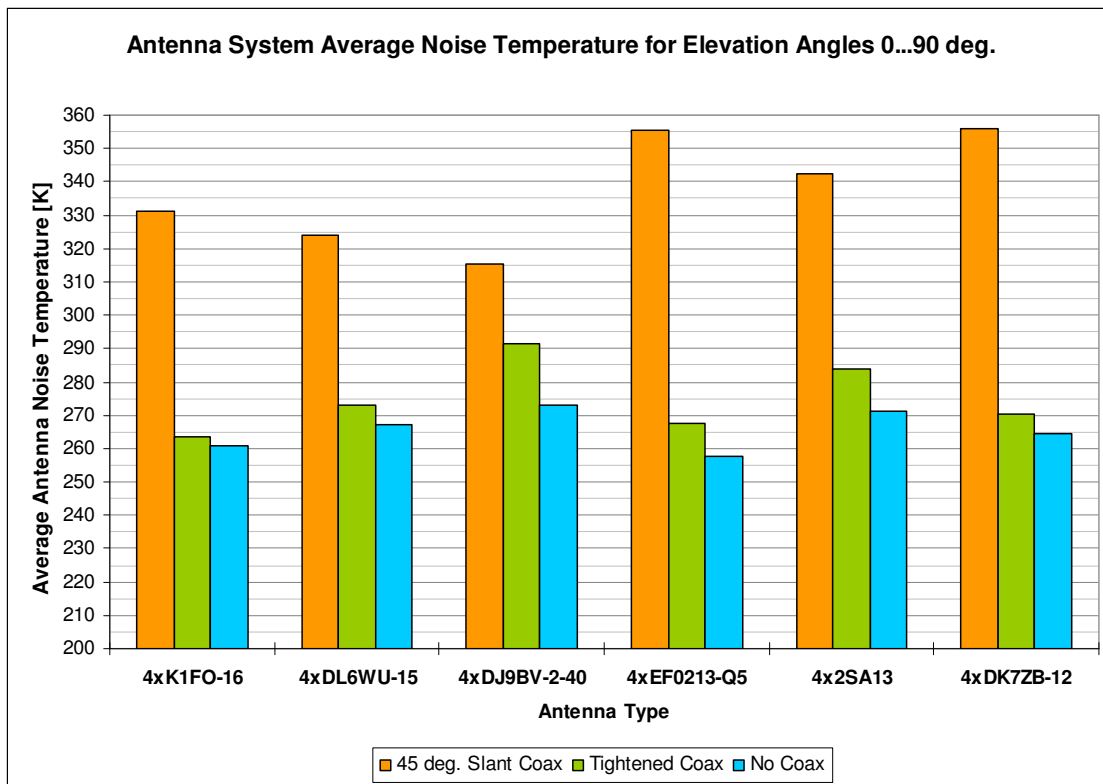
Dodavanje koaksijalnog kabla koji je pričvršćen uz metalni nosač u obliku slova H promenio je sliku vrednosti šumnih temperatura. K1FO-16 antena je pri 30 stepeni elevacije promenila šumnu temperaturu zbog uticaja kablova za 4 K (od 248 na 252 K), dok je šumna temperatura EF0213-Q5 antene skočila za 11 K (od 237 na 248 K). Razlika između EF0213-Q5 i K1FO-16 antene je sada svega 4 K. DL6WU-15 i DK7ZB-12 antene imaju skoro istu šumnu temperaturu od 264 i 265 K, respektivno. Ostale dve

antene 2SA13 i DJ9BV-2-40 imaju 276 i 284 K, respektivno. Maksimalna razlika šumnih temperatura svih antena je 36 K. Faktor G/T se ponovo malo promenio zbog malih promena pojačanja antenskih sistema usled uticaja koaksijalnog kabla.

### Rezultati za uslove kada je koaksijalni kabl nagnut pod 45 stepeni

Sa dodavanjem koaksijalnog kabla formiranog kao na Sl. 2 promene su mnogo vidljivije, jer je uticaj kabla mnogo više izražen. Antene reaguju različito na prisustvo kabla i rezultati su prilično poučni. Antene su se razdvojile na dve jasno razgraničene grupe.

Antene K1FO-16, DL6WU-15 i DJ9BV-2-40 sa šumnim temperaturama, pri 30 stepeni elevacije, između 310 i 317 K i EF0213-Q5, 2SA13 i DK7ZB-12 čije su šumne temperature porasle na 342 do 353 K. Maksimalna razlika svih antena je 43 K. Vrednosti G/T faktora su se promenile i raširile mnogo više nego sa kablom pričvršćenim za noseću konstrukciju zbog mnogo većeg uticaja kabla.

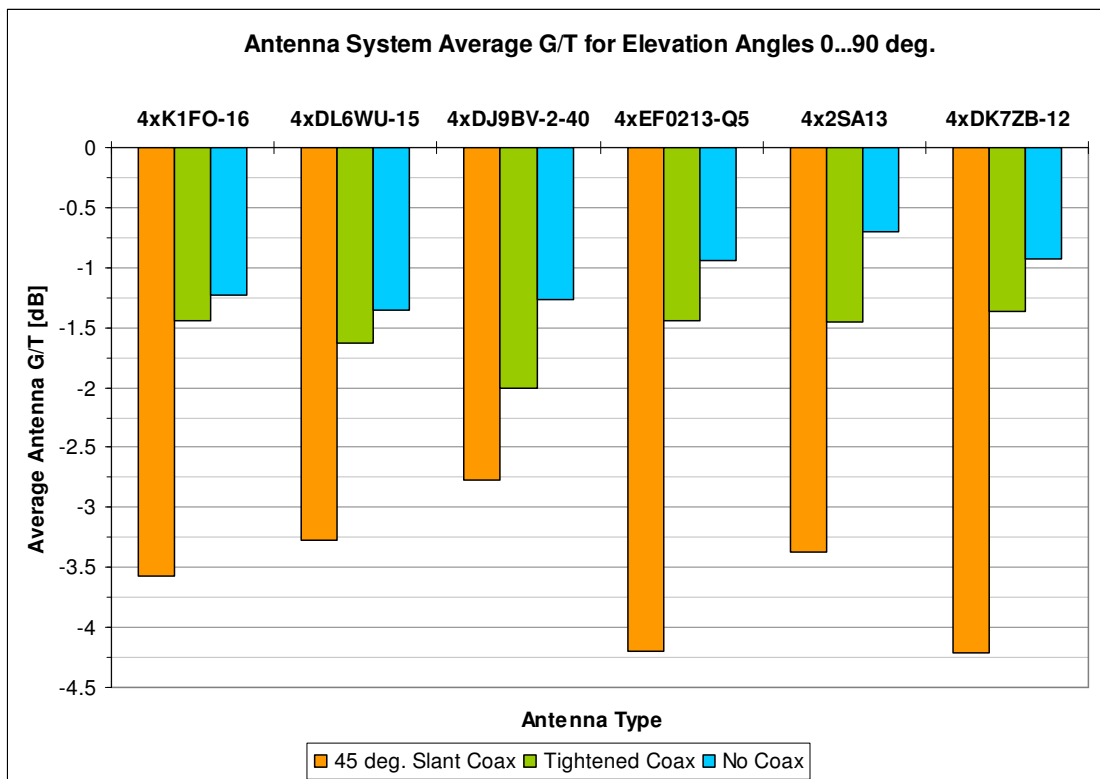


Sl. 6 Srednje vrednosti šumne temperature antenskih sistema za elevacione uglove 0...90 stepeni

### Prosečni rezultati

Do sada smo upoređivali šumne temperature antena samo pri vrednosti ugla elevacije od 30 stepeni. Za precizniju procenu antena mnogo je bolje koristiti srednje vrednosti šumne temperature ili G/T faktora za ceo opseg elevacionih uglova od 0 do 90 stepeni. Rezultati tih usrednjavanja dati su na Sl. 6 i Sl. 7.





*Sl. 7 Srednje vrednosti G/T faktora antenskih sistema za elevacione uglove 0...90 stepeni*

Kao što se može zapaziti rezultati grubo prate rezultate za ugao elevacije od 30 stepeni. Različita osetljivost antena na uticaj kablova i shodno tome promena njihovog dijagrama zračenja reflektuje se na promenu šumne temperature i G/T faktora. Sa koaksijalnim kablom postavljenim koso pod uglom od 45 stepeni sve antene trpe jak uticaj kabla, ali neke veoma osetljive antene su promenile srednju šumnu temperaturu za skoro 100 K i G/T faktor za više od 3 dB u poređenju sa hipotetičnim uslovima bez koaksijalnog kabla i ostalih metalnih struktura u blizini antene.

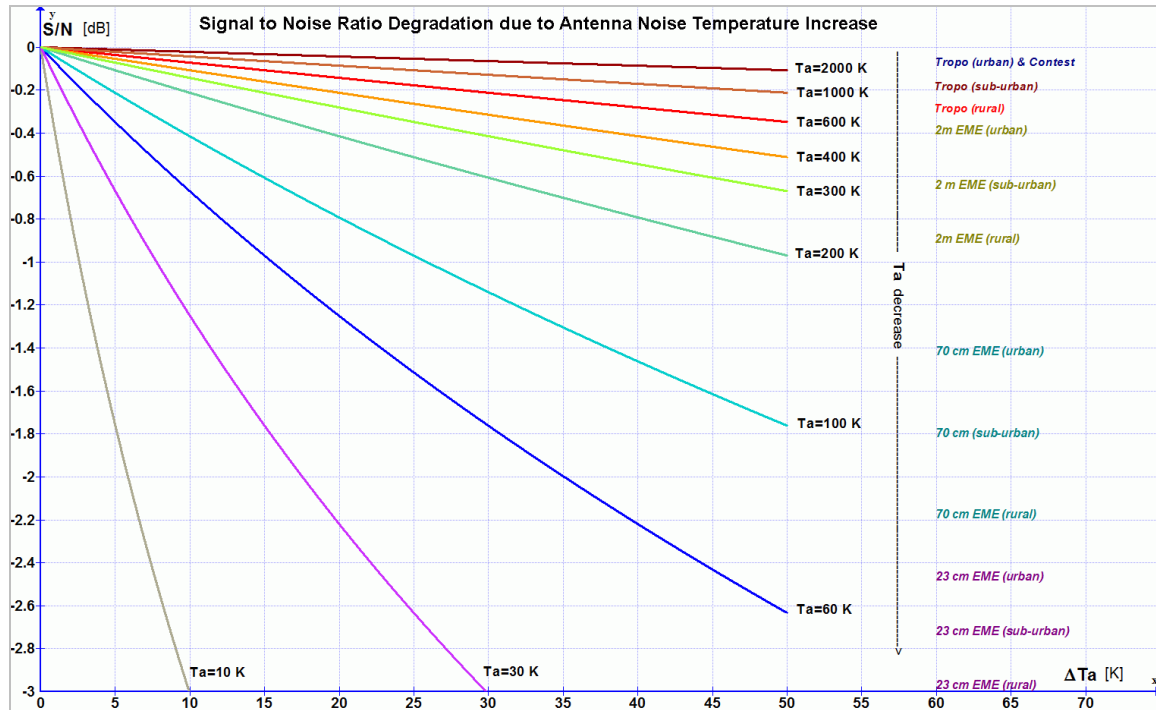
Obratite pažnju da ove simulacije, osim kabla, nisu uzele u obzir bilo kakve uticaje metalnih nosećih struktura antene niti bilo kakvog drugog metalnog objekta u blizini antene!

### **Praktične posledice**

Iz svega do sada iznetog videli smo da simulirane antene imaju različite šumne temperature i G/T faktore koji zavise od tipa antene, načina postavljanja koaksijalnog kabla i čak od različitog šumnog profila sredine koji sami „proizvoljno“ biramo. Kako možemo da znamo šta je od svega toga zaista dobro, manje dobro ili loše?

I više od toga, kako možemo saznati koliko su sve te stvari i svi ti brojevi važni za naš svakodnevni praktični rad sa tim antenama? Jedini način da to ustanovimo je da damo fizičko značenje tim rezultatima i izračunamo kako ti različiti brojevi utiču na odnos

signala i šuma na prijemu. U tu svrhu možemo koristiti dijagram na Sl. 8 koji nam lako i brzo može dati odgovore na ta pitanja [3, 7].



Sl. 8 Degradacija odnosa signal/šum (S/N) usled povećanja šumne temperature antene ( $\Delta T_a$ )

Ako znamo razliku u šumnoj temperaturi između dve antene koje imaju isto ili vrlo približno pojačanje možemo vrlo lako da pronađemo koliko će velika biti razlika u odnosu signala i šuma (S/N) kada koristimo te antene na prijemu i pod istim svim ostalim uslovima.

Izračunajmo maksimalnu razliku odnosa S/N za maksimalnu razliku u šumnim temperaturama svih simuliranih antena i različite uslove postavljanja koaksijalnog kabla.

Za uslove bez koaksijalnog kabla pronašli smo da je maksimalna razlika između srednjih vrednosti šumnih temperatura, prema Sl. 6, 257.7 K za EF0213-Q5 i 273.2 K za DJ9BV-2-40, koje daju razliku od  $\Delta T_a = 15.5$  K. Ako pronađemo vrednost od 15.5 K na horizontalnoj X-osi i povučemo vertikalnu liniju do vrednosti temperature antene  $T_a = 257.7$  K, možemo na vertikalnoj Y-osi da očitamo degradaciju odnosa S/N za antenu sa višom temperaturom u odnosu na onu sa nižom. U našem slučaju očitana vrednost degradacije S/N je oko 0.3 dB.

To znači da će antena sa najvišom šumnom temperaturom DJ9BV-2-40 primiti isti signal pod istim svim ostalim uslovima oko 0.3 dB lošije od antene sa najnižom šumnom temperaturom EF0213-Q5. Međutim obično antene koje se porede nemaju potpuno isto pojačanje a njihovo pojačanje može i da varira u različitim uslovima, pa razlika vrednosti G/T faktora, kao mera prijemnih karakteristika antene, može da nam pruži mnogo preciznije rezultate. U ovom slučaju ona daje vrednost razlike od 0.33 dB za hipotetičke

antenske sisteme bez koaksijalnih kablova i bilo kakvih drugih metalnih nosećih struktura!

Na isti način možemo da izračunamo degradaciju S/N za sve druge antene i načine postavljanja kablova. Za kablove postavljene uz metalnu noseću strukturu prema Sl. 1 maksimalna razlika u šumnoj temperaturi antena je  $\Delta T_a=28$  K između K1FO-16 antene sa srednjom šumnom temperaturom od 263.6 K i DJ9BV-2-40 sa 291.6 K. Ovo daje degradaciju S/N od oko 0.5 dB. G/T faktori daju razliku od 0.56 dB zbog male promene pojačanja antena zbog uticaja kablova.

Konačno, za koso postavljanje kablova pod uglom od 45 stepeni prema Sl. 2 maksimalna razlika šumnih temperatura je  $\Delta T_a=40.5$  K između DJ9BV-2-40 sa 315.3 K i DK7ZB-12 sa 355.8 K. To daje degradaciju S/N od 0.53 dB. G/T faktori daju razliku od 1.43 dB i time pokazuju da je pored promene šumne temperature antene došlo i do značajne promene pojačanja antena zbog nepovoljnog položaja kabla i njegovog velikog uticaja na antenu.

### **Zaključak**

Kao krajnji rezultat svih tih i tolikih tvrdnji o „niskošumnim“ VHF antenama došli smo do rezultata da samo u hipotetičkom slučaju antena bez koaksijalnog kabla i uticaja drugih metalnih struktura u blizini antene, tzv. „niskošumne“ antene mogu da imaju u najboljem slučaju oko 0.33 dB bolji odnos S/N u odnosu na ostale obične „visokošumne“ antene!

Sa koaksijalnim kablom i bilo kakvom metalnom nosećom strukturom antenskog sistema, tzv. „niskošumne“ antene uopšte ne pokazuju bilo kakvu prednost u odnosu na uobičajene antene sa niskim Q faktorom!

I konačno sa vrlo nepovoljnim položajem kabla i metalnih nosećih struktura (koji su danas veoma česti kod velikog broja antenskih sistema na zajedničkom stubu), tzv. „niskošumne“ antene pokazuju inferiorno ponašanje zbog svoje velike osetljivosti na uticaje okoline.

Na osnovu ovih simulacija možemo da zaključimo da izračunavanje šumne temperature antene, za više antena spojenih u antenski sistem, bez uzimanja u obzir koaksijalnog kabla, nosača elemenata i mehaničkih nosećih struktura, predstavlja potpunu obmanu.

Čak i za pojedinačnu antenu, izračunavanje efektivne temperature šuma antene bez uključenja položaja kabla, nosača elemenata i strukture stuba u razmatranje, može biti veoma netačno.

Bilo kakvo „rangiranje“ antena prema takvim rezultatima šumnih temperatura i G/T faktora izgleda sasvim iluzorno. Ovo je faktički čak i gore zato što su svi proračuni napravljeni sa veštački proširenim šumnim profilom sredine koji ne odgovora u potpunosti realnosti.

Jednostavno govoreći, tzv. „niskošumne“ VHF antene nemaju nikakvih prednosti u boljem prijemu, tj. u boljem odnosu S/N pod malim elevacionim uglovima u zemaljskim komunikacijama, zato što one imaju skoro potpuno istu šumnu temperaturu kao i sve ostale antene u tom istom šumnom okruženju, koje im praktično kompletno određuje šumne karakteristike.

Za sve ostale više elevacione uglove koji se koriste pri svemirskim vezama, tzv. „niskošumne“ VHF antene u realnim situacijama sa koaksijalnim kablom i metalnom nosećom strukturom sistema pokazuju slične ili vrlo često inferiorne karakteristike u poređenju sa svim ostalim antenama sa malim Q faktorom, zbog njihove veće osetljivosti na uticaje okoline.

Ove simulacije nedvosmisleno potvrđuju da antene i sistemi antena sa nižim Q faktorom pod svim uslovima sredine imaju manju degradaciju karakteristika [5, 6]. Svi ti efekti na najvažnije karakteristike antene na očigledan način pokazuju vrlo verovatno ponašanje i osetljivost antene na uticaje sredine u praktičnim uslovima.

#### Reference:

1. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Coaxial Cable Feeder Influence on Four Stacked Yagi Antennas Array**, *antenneX*, November 2009, Issue No. 151.  
*Prevedeno na srpski jezik:* Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Uticaj koaksijalnog kabla na Yagi antenske sisteme**, [http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj\\_kabla\\_na\\_%20ant\\_sistem.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj_kabla_na_%20ant_sistem.pdf)
2. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Coaxial Cable Feeder Influence on Yagi Antenna- Part 1 and Part 2**, *antenneX*, September and October 2009, Issue No. 149 and 150.  
*Prevedeno na srpski jezik:* Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Uticaj koaksijalnog kabla na Yagi antenu**, [http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj\\_koaksa\\_na\\_Yagi.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj_koaksa_na_Yagi.pdf)  
*Prevedeno na srpski jezik:* Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Uticaj koaksijalnog kabla na Yagi antenu – 2 deo**, [http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj\\_koaksa\\_na\\_Yagi-2.pdf](http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Uticaj_koaksa_na_Yagi-2.pdf)
3. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **VHF Antenna Noise Temperature**, *antenneX*, April 2008, Issue No. 132.  
*Prevedeno na srpski jezik:* Dragoslav Dobričić, YU1AW, **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)
4. Petra Galuscakova, **Antenna Noise Temperature Calculator**, Version 4.0  
<http://www.om6aa.eu/antc.php>
5. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Design Sensitivity in Practice**, *antenneX*, November 2008, Issue No. 139.  
*Prevedeno na srpski jezik:* Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Osetljivost Yagi antena u praksi**, <http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/Osetljivost%20Yagi%20antena%20u%20praksi.pdf>
6. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Yagi Antenna Q factor**, *antenneX*, July 2008, Issue No. 135.

7. Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Determining the Parameters of a Receive System in Conjunction with Cosmic Radio Sources**, VHF Communications, Vol. 16, Ed. 1/1984, p. 35-50. <http://yu1aw.ba-karlsruhe.de/CosmicSrcs.zip>  
*Prevedeno na srpski jezik:* Dragoslav Dobričić, YU1AW, **Određivanje parametara prijemnih sistema merenjem kosmičkih radio izvora**, časopis „Radioamater“ br.7-8/82 str. 231-235 i br. 9/82 str. 283-285  
<http://www.yu1aw.ba-karlsruhe.de/gals.zip>
8. Rainer Bertelsmeier, DJ9BV: "Effective noise temperature of 4 Yagi arrays for 432 EME", Dubus Magazine 4/87 p.269-281  
<http://www.mrs.bt.co.uk/dubus/8704-1.pdf>

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