

Vertical HF multiband antenna V8 - 9A4ZZ

Introduction

While constructing different antenna types (very short antennas, *9A4ZZ BIPOLE* antenna-my original solution and different versions of it, versions of EH antenna, my solution *EMA* antenna...) I came to decision to make a multiband HF „larger” antenna, suitable for portable and fixed work, as commercial HAM antennas.

I have sublimed all available literature and applied solutions that have already been used for short antennas.

I have used detailed measurements of distributed loaded monopole-antenna, a lot of amateur homemade solutions and also some of my ideas for constructing simple HF multi-band antenna (simple only in meaning of mechanical construction).

In 2005 I made a short, vertical DX antenna effective for the whole HF band and presented it at Zagreb Radio Fest, in September 2005.

It is well known that vertical antenna is suitable for DX work because of low angle radiates, so that kind of construction have been chosen.

Antenna had shown very good results at all HF bands during one year of usage.

Companies that are manufacturing HF antennas usually offer short vertical HF multiband antennas, 6-7 m high, suitable for work and for assembling in limited space.

In order to make selling and assembling of these antennas more simple, they are not anchored. Furthermore they are slim and light, using traps and highly reduced ground plane system or do not have it at all. Therefore their efficiency is reduced (especially on lower bands) and they have low bandwidth.

What is in common for all those commercial antennae is that antenna for 80M- band is achieved only as a result of constructing antennae for upper bands and is composed of traps that are not radiating. All you get is a good SWR for antenna using 80M band with low efficiency and bandwidth.

Base of my vertical multiband antenna *V8 - 9A4ZZ* is efficiency antenna construction for 80M-band, height of 6.5m with elements for upper bands that are added to this construction.

For better understanding please see the pictures from the article on Croatian language on the next pages.

Principles

My antenna is combined from the antenna for 80M band 0.075wl high and antenna for upper bands from 0.15wl up to 0.25wl. Construction of 80M's antenna mechanically carries antennae for upper bands.

Because the 80M's antenna is short by construction, we must decrease losses as much as possible by:

- using quality ground plane system
- installing it as far as possible from the metal objects
- achieving uniform current distribution through the antenna
- using quality coil with large Q- factor

In order to get more efficient vertical antenna for 80M band with mechanical height about 0.1wl, area under the curve of current distribution must be as large as possible, which directly determines efficiency of radiation. For 0.25wl antenna it is the area under the quarter of sine curve.

My solution for that current distribution is irregular, vertical, rectangle 0.1wl high, which has a slightly smaller area then under the sine curve of 0.25wl antenna.

That is achieved:

- by the helix coil in the bottom of antenna which increases intensity of base current, then inserting coil with large Q factor on two-thirds of height in order to extend antenna and to keep uniform current distribution towards the intensity in bases of antenna
- by the top-hat capacity on antenna top, which enables the current of such value so that the current distribution along the antenna is uniform

In that way the area under the curve of current distribution is slightly smaller than area under the sine curve of 0.25 λ antenna while it is mechanically long only 6.5m.

Aside from this, antenna is mechanically 'fat' from 55mm up to 65mm which in respect to its height of 6.5m electrically prolongs antenna and it has the larger area that also increases the efficiency and the bandwidth, which is the main problem by short commercial antennas.

Antenna matching

Antenna has power feeding with the coaxial cable 50 ohm. The last 0.5m of the cable should be stripped. The central cable line should be connected to helix, while the cable braid should be connected to the ground plane system.

Firstly we match it up for 80M band. We must find the point of power supply with smallest SWR at the end of helix coil, but with the upper frequency targeted for approximately 200 kHz, since by adding other antennae wires the structure will spread and antenna will become electrically longer. In this way it will be resonant on the wanted lower frequency. Antennae wires for other bands are not connected at that time.

Then we match it up 40M band in a way that the vertical antenna wire for this band is connected in the same point where the coaxial feeder has been connected and make sure that SWR is good at the wanted frequency ie. 7.050 kHz. If not, connection should be made close to the point where the SWR is the smallest and adjusted by changing their length. Procedure is the same for 30M, 20M, 17M, and 12M band. For 15M and 10M band, antennae wires are adjusted by changing their length.

When all bands have been adjusted by selecting places on the helix coil process of fine adjusting can be repeated once more to correct eventual deviations for some bands.

Antenna is fed in one point with coaxial cable 50 Ohms and is automatically adjusted for above mentioned bands. In this way working on upper bands is efficient because there are no traps neither shortening. The antenna ground plane system has to be set up before the adjusting; 8 wires, each 8m long.

Corrections of antenna matching can be achieved by fine wire tuning of antenna ground plane system for the certain frequency.

Antenna construction

Antenna is 6.5m high; in the base is isolator PVC pipe with diameter of 50mm and 0.5m long. On it AlMgSi tubing diameter 55mm in length 0.5m, then is PVC pipe with diameter of 65 mm and 2.2m long is installed on it helix coil of 90 windings made of Cu stripe 10mm wide and connected with AlMgSi tubing with diameter of 55mm and 2.5m long. Then, coil of 12 windings is inserted on the PVC pipe with diameter of 65mm and 0.4m long, from coaxial RG58 cable, whose endings are shortened. After that, AlMgSi tubing, with diameter of 55mm and 1.5m long, is connected and upon it capacitive "top-hat " from 4 pieces of AlMgSi tubing with diameter of 20mm and 1.5m long is installed on eight sides, each 0.72m long.

Resonant antenna wires for upper bands are set up from the top-hat to the base of antenna. Antenna for 40M band is made with wire as linear loading.

- for 40M band wire is long 95cm+ 617cm + 43cm + 344cm
- for 30M band wire is long 97cm + 610cm
- for 20M band wire is long 63cm + 425cm
- for 17M band wire is long 75cm + 320cm
- for 15M band wire is long 309cm
- for 12M band wire is long 65cm + 223cm
- for 10M band wire is long 215cm.

These wires are resonant segments of approximate length of 0.25λ . All antenna wires for upper bands are connected on central helix except antennae wires for 10M and 15M, which are connected to the ground plane system.

Antenna has ground plane system of 8 wires, each 8m long.

Advantage of this antenna construction for 80M band is that we can feed all resonant wires for upper bands in the same point. They 'see' 80M band antenna as a very large resistance because of large inductances of helix coil so the influence of one antenna on the other is insignificant.

Also the bottom part of 80M band antenna is used for the upper bands antenna matching.

Material specifications

AlMgSi tubing, diameter 55mm, length 2.5m, 1 piece
 AlMgSi tubing, diameter 55mm, length 1.5m, 1 piece
 AlMgSi tubing, diameter 55mm, length 0.5m, 1 piece
 AlMgSi tubing, diameter 20mm, length 1.5m, 4 pieces
 PVC pipe, diameter 65mm, length 2.2m, 1 piece
 PVC pipe, diameter 65mm, length 0.4m, 1 piece
 PVC pipe, diameter 50mm, length 0.5m, 1 piece
 Cu strap, 0.5mmx10mm, length 18m
 RG58 coax, length 3m
 Cu wire, 2.5mm², isolated wire, PVC, length 35m
 Cu wire, 1.5mm², isolated wire, PVC, length 64m
 FeZn screws M10 mm, length 1m, 4 pieces
 FeZn crooks, length 100mm x 6mm, 3 pieces
 INOX screws M6mm, length 90mm, 9 pieces
 INOX hose clamp diameter 70mm.2 pieces
 INOX hose clamp diameter 20mm, 8 pieces
 INOX hose clamp diameter 10mm, 8 pieces
 Isolators egg, small 14 pieces
 PVC rop length 20m for fix antennas wire
 PVC rop 3x15m for anchor

This antenna has to be anchored on two-thirds of its height into three sides, especially because of the added resonant wires for upper bands that are additional mechanical burden to the already large construction of 80M band antenna.

Antenna weighs approximately 10 kg and is composed of three parts, out of which the longest is 2.5m long, so it can be used in the portable work and similar. Details of antenna construction are shown on pictures.

Technical data V8 – 9A4ZZ antenna

Height: 6,5m

Impedance in point of power supply 50 Ohm

SWR 1.5:1 or less

Power limit: 1000W

Bandwidth at 2:1 SWR and less:

- on 10M, 12M, 15M, 17M, 20M, 30M and 40M - whole band
- on 80M - 80 kHz

Antenna gain: 0 dBd

Diagram of radiation: Omni-direction

Polarization: V

Conclusion

Advantages of V8 - 9A4ZZ multiband antenna comparing to commercial antennas of similar height and purpose are:

- much larger efficiency on 80M band, because the basic antenna for 80M is not a result of putting traps for upper bands, but is specially constructed with large efficiency
- twice wider bandwidth
- on upper bands length of antenna is 0.25λ or longer, which makes it more efficient since there are no traps that would make it electrically longer, but mechanically shorter, with losses in traps and in that way eventually create problems in work
- antenna is automatically adjusted for all HF bands
- antenna has the simple mechanical construction, is easy for assembling, lifting and bringing down of V8 - 9A4ZZ antenna can be done by only one person.

Mladen Petrović, 9A4ZZ

www.hamradio.hr/9a4zz

introduction

- the construction of V8
- based on literature and solutions for short antennas, research and new ideas
- very good results at all HF bands
- eliminating shortages of commercial antennae



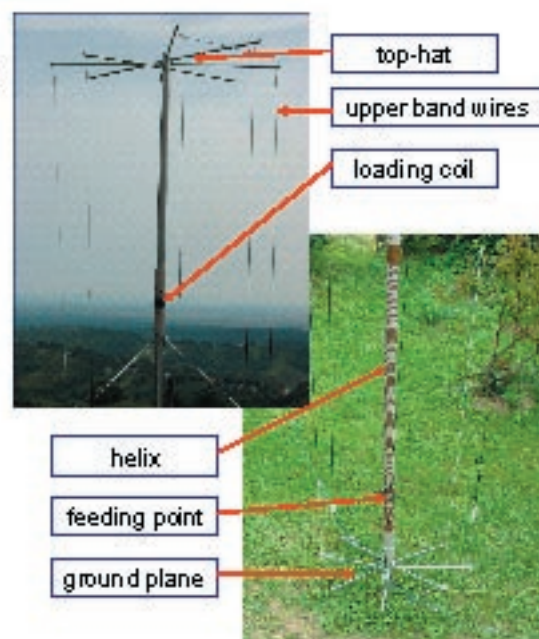
principles

- combination of 80M band 0.075wl high antenna and antennae for upper bands from 0.15wl up to 0.25wl
- necessary to decrease losses by:
 - quality ground plane system
 - away from metal objects
 - uniform current distribution
 - quality coil



principles (2)

- achieved by:
 - helix coil in the bottom of antenna
 - coil with large Q factor on 2/3 of height
 - top-hat capacity on antenna top



design

- 6.5m high
 - antenna ground plane system
 - PVC pipe 2.2m long with helix coil
 - AlMgSi tubing 2.5m long
 - coil of 11 windings
 - AlMgSi tubing 1.5m long
 - capacitive top-hat
 - antenna wires for upper bands



conclusion: advantages of V8-9A4ZZ

- much larger efficiency on 80M band
- twice wider bandwidth
- more efficient on upper bands
- simple mechanical construction
- easily handled

Vertikalna KV *multiband*-antena V8 – 9A4ZZ

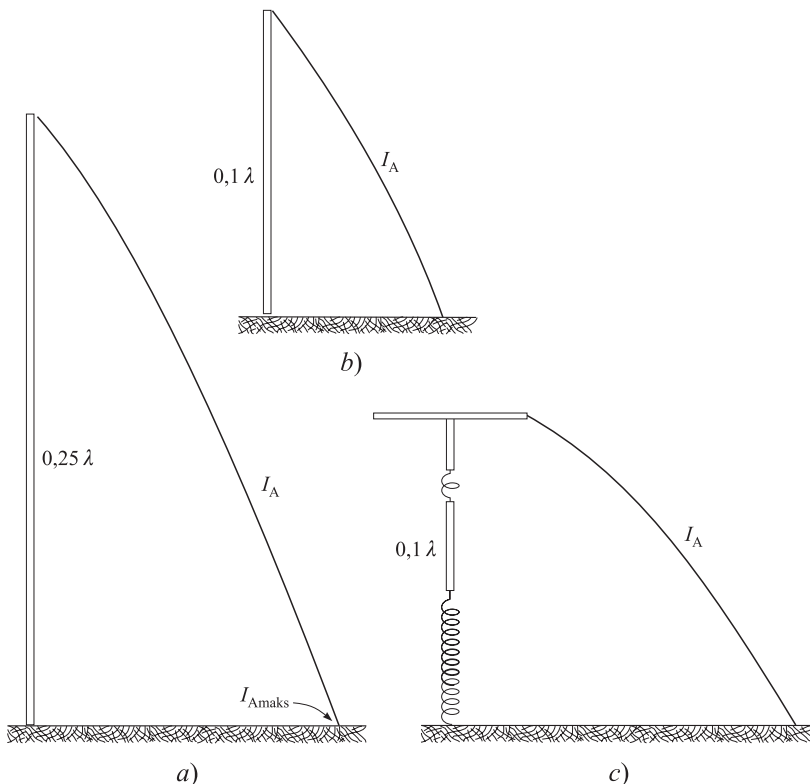
Vertical HF Multiband-antenna V8 - 9A4ZZ

Uvod

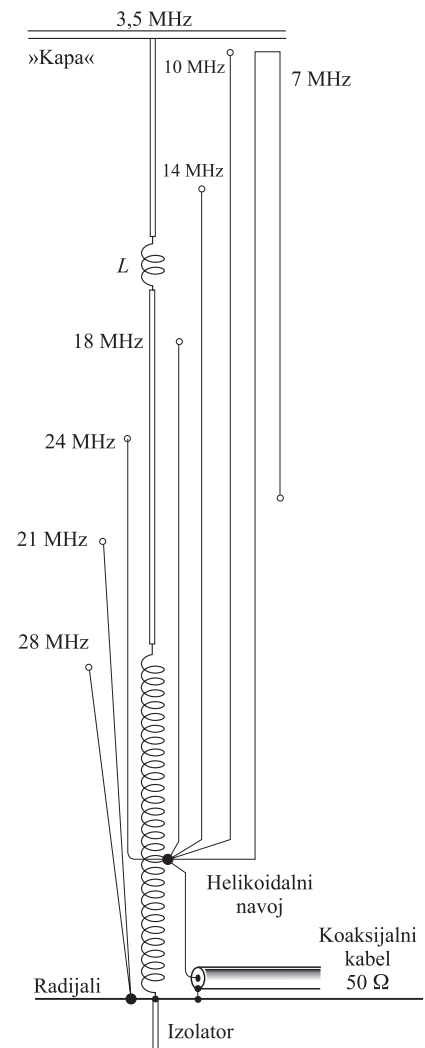
Radeći na konstrukciji veoma kratkih antena, odlučio sam napraviti KV *multiband*-antenu, prikladnu za *portabl* rad i fiksni rad, po ugledu na komercijalne radioamaterske antene. Primijenio sam rješenja, koja se upotrebljavaju već duže vremena za kratke antene, moje inovatorske ideje te sam načinio jednostavnu (samo po mehaničkoj konstrukciji) KV *multiband*-antenu. Poznato je da je vertikalna antena povoljna za DX rad zbog niskog kuta zračenja, pa sam takvu konstrukciju i izabrao.

Izradu kratke vertikalne DX antene, upotrebljivu za cijelo KV područje, počeo sam 2005. god., a već iste godine izložio sam ju na *ZagrebFestu* na Jarunu, a 2006. god. na sajmu u Holicama i na Jarunu (održao sam kratke prezentacije antene te objasnio njezin rad). Tijekom godine dana upotrebe antena je pokazala dobre rezultate na svim KV područjima.

Tvrtnke koje proizvode KV antene nude kratke vertikalne KV *multiband*-antene koje su visine 6 do 7 m, prikladne za *portabl* rad, kao i za postavljanje u ograničenom prostoru. Radi lakše prodaje, tj. postavljanja, te se antene ne sidre, vitke su i lagane, upotrebljavaju *trapove* i imaju jako reducirani protuuteg, ili ga uopće nemaju (što im smanjuje učinkovitost, posebno na nižim područjima i imaju malu širinu područja). Zajedničko za sve takve antene je, da je antena za 80-metarsko područje rezultat konstrukcije antene za viša područja. Sastoji se od *trapova* koji ne zrače i dobiva se samo dobar VSWR za mogućnost upotrebe antene i za 80-metarsko područje, uz malu učinkovitost i malu širinu područja. U mojem rješenju antene za pojedina područja su razdvojene, te nema potrebe za *trapovima*.



Slika 2. – Raspored struja: a) na četvrtvalnoj anteni, b) na krakoj anteni, c) na anteni s umetnutim zavojnicama i kapacitetom na vrhu



Slika 1. – Načelna shema multiband-antene

Princip rada

Temelj moje vertikalne KV *multiband*-antene V8 – 9A4ZZ je učinkovita konstrukcija antene za 80-metarsko područje, visine 6,5 m, a antene za ostala viša područja dodani su toj konstrukciji (sl. 1.). Za razliku od komercijalnih *multiband*-antena takvog tipa, moja antena nema *trapove*, nego rezonantne vodiče za svako područje, reda vrijednosti $0,25 \lambda$. Antena je tipa *ground plane*, ima veliki antenski protuuteg, što je čini učinkovitim. Napajanje je u jednoj točki, paralelno, koaksijalnim kabelom 50Ω , za sva područja i automatski je prilagođena bez dodatnih elemenata za prilagođavanje.

Antena V8 – 9A4ZZ kombinacija je antene za 80-metarsko područje visine $0,08 \lambda$ i antene za viša područja visine do $0,25 \lambda$, spojenih kao rezonantni odsječci. Antena za 80-metarsko područje

mehanički nosi antene za viša područja.

Budući da je antena za 80-metarsko područje kratka, pri konstruiranju se mora voditi računa o najvećem mogućem smanjenju gubitaka. To se postiže tako što antena

- mora imati kvalitetan protuuteg,
- mora se postići jednolika raspodjela struje uzduž antene,
- mora imati kvalitetnu zavojnicu s velikim Q -faktorom,
- mora biti postavljena što dalje od metalnih objekata.

Da bismo dobili što učinkovitiju vertikalnu antenu za 80-metarsko područje, mehaničke visine reda vrijednosti $0,1 \lambda$, moramo postići što veću površinu ispod krivulje raspodjele struje koja izravno odgovara učinkovitosti zračenja. Za visinu od $0,25 \lambda$, to je površina ispod četvrtine sinusoide. U mome rješenju to je nepravilni, uspravni pravokutnik, koji za visinu od $0,1 \lambda$ ima površinu približnu kao površina ispod sinusoide kod $0,25 \lambda$ antene. Antene za viša područja imaju raspodjelu struje kao na $0,25 \lambda$ (sl. 2.).

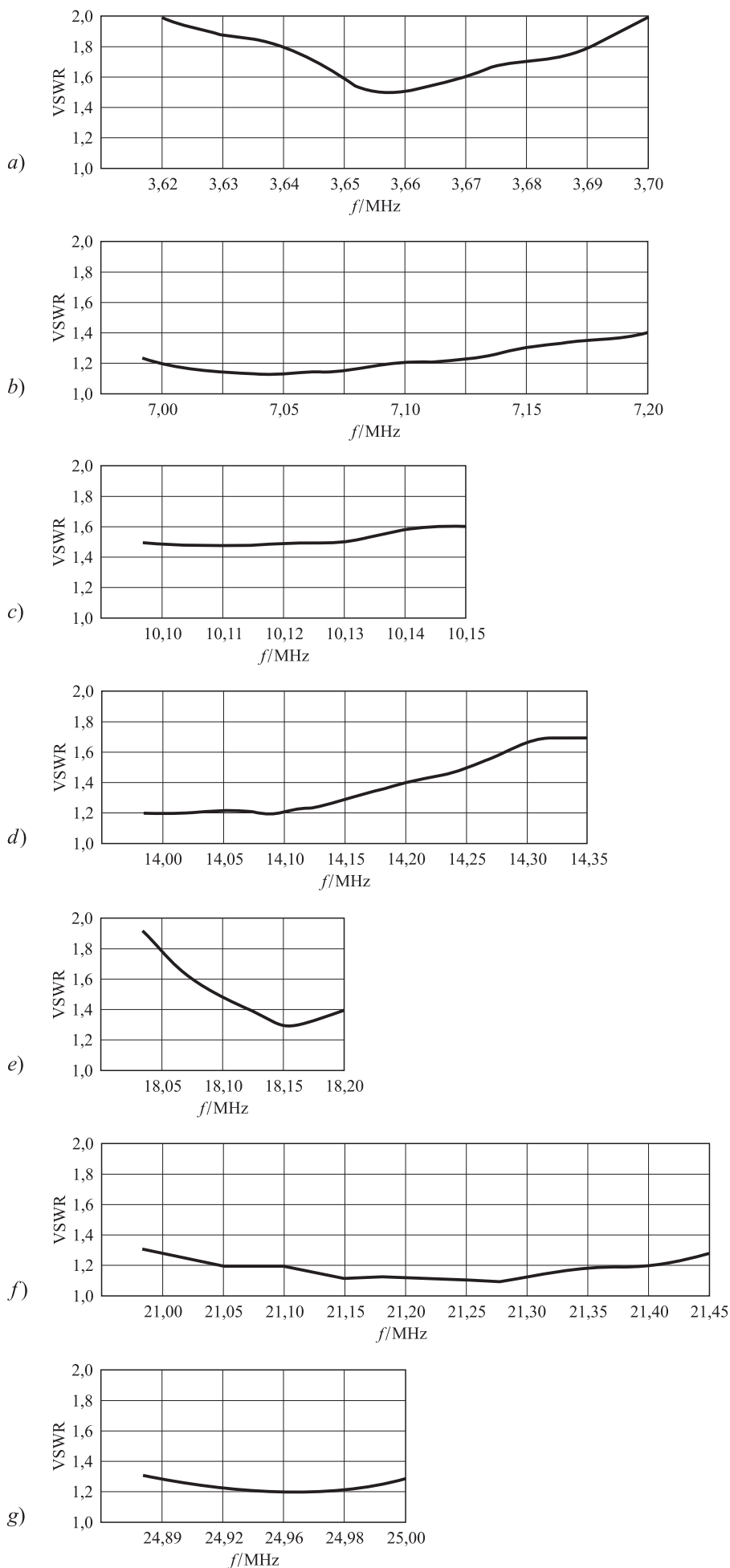
Takva se raspodjela struje postiže:

- helikoidnim namotajem u donjem dijelu antene kojim se povećava trbuh struje,
- umetanjem zavojnice s velikim Q -faktorom na dvije trećine visine, kako bi se antena produljila, tj. "podigao" trbuh struje i održala jednolika raspodjela struje prema jakosti u osnovi antene,
- kapacitivnim završetkom na vrhu antene, tzv. produžnim kapacitetom ili "kapom" (engl. *top-hat*, šešir na vrhu), koji omogućava da struja na vrhu antene ne bude nula, nego ima takvu vrijednost da se održi jednolika raspodjela struje uzduž antene.

Zbog toga je površina ispod krivulje raspodjele struje na anteni približno jednaka kao za antene visoke $0,25 \lambda$, iako je mehanički dugačka samo 6,5 m.

Osim toga antena je mehanički "debeli" (promjera je 55 do 65 mm), s obzirom na njezinu visinu 6,5 m, što antenu električki produljuje, a ima veću površinu. To joj također povećava učinkovitost i širinu područja. To je glavni problem kratkih komercijalnih antena. Također, antena ima kvalitetan antenski protuuteg od 8 žica, duljine 8 m. Ako nije moguće postaviti tako veliki protuuteg, antena će dobro raditi i s četiri *radijala*.

Rezonantne antenske žice za viša područja postavljene su vertikalno od "kape" na vrhu antene, do podnožja antene. Antena za 40-metarsko područje produžena je produžetkom (engl. *linear loading*) duljine $0,25 \lambda$,



Slika 3. – Omjer stojnih valova (VSWR) za pojedina područja

dok su antene za 30, 20, 7, 15, 12 i 10-metarsko područje načinjene od rezonantnih odsječaka približne duljine $0,25 \lambda$.

Utjecaj je antene za 80-metarsko područje malen prema antenama za viša područja, a upotrebljava se i dio antene za 80-metarsko područje za prilagođavanje antena za viša područja. Antenski rezonantni vodiči za 15 i 10-metarsko područje spojeni su na masu antene.

Ugađanje antene

Prvo se ugađa antena za 80-metarsko područje. Nađe se točka napajanja s najmanjim VSWR-om na helikoidnom dijelu, oko 30 zavoja od dna, i to za frekvenciju višu od željene za oko 100 kHz (jer će se dodavanjem ostalih vodiča

struktura proširiti i antena će postati električki dulja, te će biti rezonantna na nešto nižoj frekvenciji). Ostali vodiči za druga područja pri tome nisu spojeni.

Potom se ugađa antena za 40-metarsko područje, i to tako da se vertikalni antenski vodič za to područje spoji u istu točku gdje je spojen koaksijalni napojni vod za 80-metarsko područje. Sada se provjeri da li je dobar VSWR na željenoj frekvenciji, npr. na 7,050 kHz. Ako nije, može se popraviti duljina žice produžetka ili se spaja u neposrednoj blizini mjesta na kojem je VSWR najmanji. Antenske žice za 30, 20, 17, i 10-metarsko područje se spajaju u istu točku gdje je spojen napojni vod, te se i one mogu spojiti na točku s najmanjim VSWR-om. Za 15 i 10-metarsko područje antenski rezonantni vodiči se spajaju u osnovi antene na masu. Kada su ugođene antene za sva područja izborom mjesta na helikoidnoj zavojnici, ugađanje se može ponoviti još jednom; odnosno popraviti duljina antenskih vodiča pomicanjem učvršćivača izolatora, cjevčica za skraćenje, ako je došlo do odstupanja za neko od područja. Posebno na višim frekvencijama, npr. na 28 MHz, i mala promjena duljine vodiča ili njihova položaja, utječe na ulaznu impedanciju, te je teže ugađanje. Antena se napaja u jednoj točki koaksijalnim kabelom 50Ω i automatski je prilagođena za spomenuta područja. Na taj je način rad na višim područjima učinkovit, jer nema *trapova* ni skraćnja. Antenski se protuuteg postavlja prije ugađanja. Na sl. 3. su dani podatci o VSWR-u za pojedine frekvencije, osim za 10-metarsko područje, za koji se prilagođenje popravi kod odašiljača.



Slika 4. – Gornji dio antene



Slika 5. – Podnožje antene

Konstrukcija antene

Antena je visine 6,5 m, a sastoji se od antenskoga izolatora od PVC cijevi, duljine 0,5 m i promjera 50 mm, AlMgSi cijevi promjera 55 mm, duljine 0,5 m. U njenom podnožju je postavljena PVC cijev promjera 65 mm, duljine 2,2 m, na koju je helikoidno namotano 90 zavoja bakrene trake, širine 10 mm, s razmakom (korakom) 10 mm. Spojena je u nastavku s AlMgSi cijevi, promjera 55 mm i duljine 2,5 m.

Potom je umetnuta zavojnica od 12 zavoja na PVC cijevi promjera 65 mm, duljine 0,4 m, od koaksijalnoga kabla RG58, čiji su krajevi kratko spojeni.

Nakon toga spojena je AlMgSi cijev promjera 55 mm, duljine 1,5 m, na koju je postavljena kapacitivna "kapa" od četiri komada AlMgSi cijevi, promjera 20 mm, duljine 1,5 m, na osam strana s kracima 0,72 m. To je konstrukcija antene za 80-metarsko područje.

Na "kapi" su pričvršćeni antenski vodiči od izolirane upletene Cu žice, presjeka $2,5 \text{ mm}^2$, za sedam područja: 10, 12, 15, 17, 20, 30 i 40-metarsko.

Antenski protuuteg sastoji se od osam PVC žica, $1,5 \text{ mm}^2$, duljine 8 m. To uzemljenje može biti i kraće ako nema prostora. U tom slučaju potrebno je povećati broj vodiča za dvostruko. Ako antenu postavimo na limeni krov dovoljno je masu antene spojiti s masom krova.

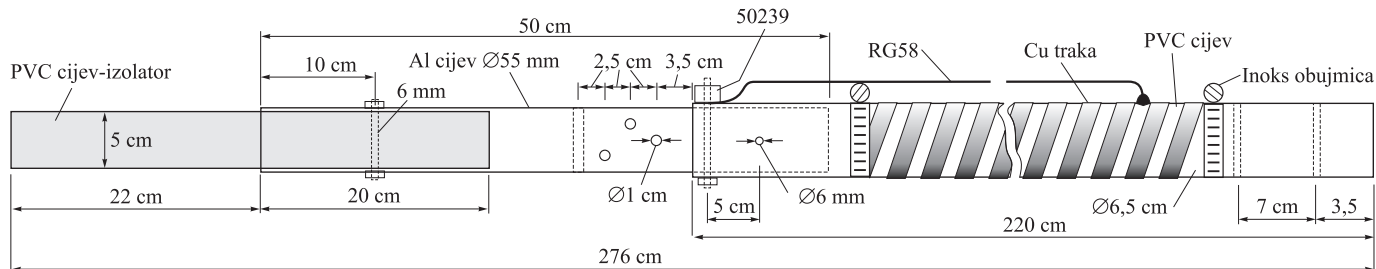
Opisana se antena sidri na dvije trećine visine, na tri strane.

Antena se sastoji od tri dijela, od kojih je najdulji 2,5 m (tako da se može upotrijebiti i u *portabl* radu i sl). Na fotografijama (sl. 4. do sl. 6.) vidi se izgled antene, a na slijedećim su crtežima prikazani detalji konstrukcije antene.

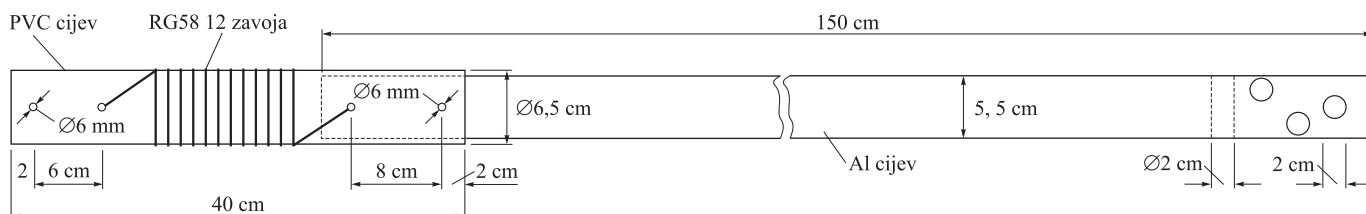
Donji dio antene za 80-metarsko područje je prikazan na sl. 7a. Sastoji se od PVC izolatora koji je vijkom spojen s aluminijskom cijevi. Ona ima osam rupa kroz koje se provlače četiri vijčane šipke FeZn za učvršćivanje vertikalnih antenskih vodiča za gornja područja.

Tehnički podatci V8 – 9A4ZZ antene

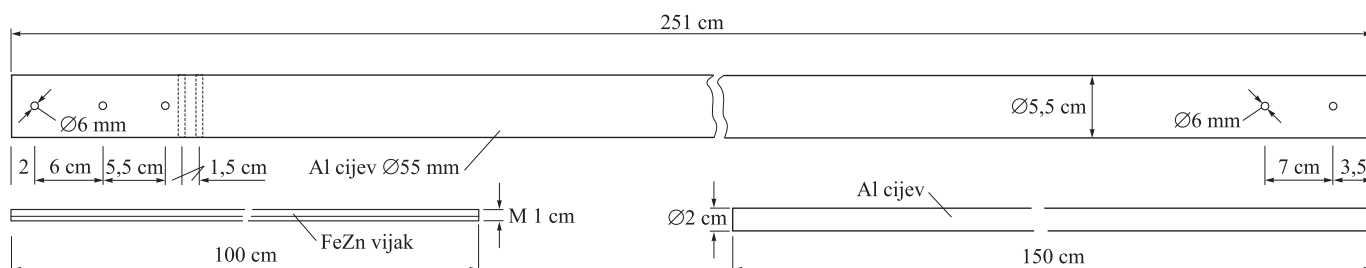
Visina	6,5 m
Impedancija u točki napajanja	50Ω
VSWR	1,5:1 (ili manje)
Dopuštena snaga	1 000 W
Širina radnog područja pri VSWR 2:1 i manje, na 10, 12, 15, 17, 20, 30 i 40-metarsko područje	pokriveno cijelo područje
na 80-metarskom području	širina područja je 80 kHz
Dobitak	0 dBd
Dijagram zračenja	kružan
Polarizacija	vertikalna



a)



b)



c)

Slika 7. – a) Detaljan nacrt donjega dijela antene za 80-metarsko područje,
b) gornji dio antene za 80-metarsko područje,
c) srednji dio antene za 80-metarsko područje.

Aluminijska cijev je spojena s PVC cijevi, na koju su namotani helikoidni navoji od bakrene vrpce i spojeni na masu konektora SO239. On je masa antene, pa tu se spajaju i radijali antenskog protuutega. Vrući kraj konektora SO239 spojen je na 30-i navoj s koaksijalnim kabelom RG58, kratko spojenim na obje strane. Svi dijelovi koji ulaze jedan u drugi prikazani su u presjeku.

Gornji dio antene za 80-metarsko područje prikazan je na sl. 7b. Postavlja se na srednji dio antene, kojega čini PVC cijev, na koju je namotana zavojnica od koaksijalnoga kabla, kratko spojena na obje strane i galvanski spojena sa srednjom i gornjom aluminijskom cijevi. Gornja aluminijska cijev na vrhu ima osam rupa kroz koje se provlači četiri

aluminijske cijevi koje čine "kapu", a ujedno služe kao nosači vertikalnih antenskih vodiča za gornja područja.

Srednji dio antene za 80-metarsko područje prikazan je na sl. 7c. Načinjen je od aluminijske cijevi koji se učvršćuje na PVC cijev s helikoidnim navojem, s kojim se galvanski spaja. Također je prikazana aluminijska cijev i FeZn vijak. Aluminijske cijevi se upotrebljavaju za "kapu", a FeZn vijak se upotrebljava za učvršćivanje vertikalnih antenskih vodiča.

Zaključak

Prednosti V8 – 9A4ZZ KV *multiband*-antene u odnosu na *komercijalne antene* slične visine i namjene su:

- mnogo veća učinkovitost na 80-metarskom području (jer antena za 80-metarsko područje nije nastala stavljanjem *trapova* za viša područja, nego posebnom konstrukcijom s velikom *efikasnošću*),
- ima šire radno područje,
- na višim područjima duljine antene su $0,25 \lambda$, te je učinkovitija od komercijalnih antena koje su skraćene *trapovima* (koji unose gubitke i mogu stvarati probleme u radu),
- automatski je ugođena na svim područjima,
- ima mehanički jednostavnu konstrukciju,
- antenu može postaviti (podići i spustiti) samo jedna osoba.

Duljine antenskih dijelova za pojedina područja

Antenski dio	40-metarsko	30-metarsko	20-metarsko	17-metarsko	15-metarsko	12-metarsko	10-metarsko
Gornje plastično uže*	10 cm	10 cm	138 cm	198 cm	313 cm	320 cm	407 cm
Vertikalni vodič	617 cm	610 cm	425 cm	320 cm	309 cm	223 cm	215 cm
Horizontalni vodič	95 cm	97 cm	63 cm	75 cm		65 cm	
Donje plastično uže*	260 cm	10 cm	55 cm	81 cm		78 cm	
Horizontalni gornji vodič	43 cm						
Vertikalni produžni vodič	344 cm						

* Uračunat i izolator

www.hamradio.hr/9a4zz

Popis materijala

- AlMgSi cijevi promjera 55 mm, duljine 2,5 m (1 kom.),
- AlMgSi cijevi promjera 55 mm, duljine 1,5 m (1 kom.),
- AlMgSi cijevi promjera 55 mm, duljine 0,5 m (1 kom.),
- AlMgSi cijevi promjera 20 mm, duljine 1,5 m (4 kom.),
- PVC cijevi promjera 65 mm, duljine 2,2 m (1 kom.),
- PVC cijevi promjera 65 mm, duljine 0,4 m (1 kom.),
- PVC cijevi promjera 50 mm, duljine 0,5 m (1 kom.),
- Cu traka 0,5 mm × 10 mm, duljine 18 m,
- koaksijalni kabel RG58, duljine 3 m,
- Cu žica, 2,5 mm², upletena, izolirana PVC, duljine 35 m,
- Cu žica, 1,5 mm², upletena, izolirana PVC, duljine 64 m,
- izolatori, jajasti ili sl. (14 kom.),
- FeZn šipke promjera 10 mm, duljine 1 m (4 kom.),
- FeZn kuke, duljina 100 mm × 6 mm (3 kom.),
- INOX vijci M6 mm, duljine 90 mm (9 kom.),
- INOX obujmica promjera 70 mm (2 kom.),
- INOX obujmica promjera 20 mm (8 kom.),
- INOX obujmica promjera 10 mm (8 kom.),
- plastično uže, duljine 20 m za pričvršćenje antenskih žica,
- plastična užad za sidrenje 3 × 15 m, s kolcima.



Slika 6. – Izgled podignute antene









9A42

9A41



