



ŠOLSKI CENTER ZA POŠTO, EKONOMIJO IN TELEKOMUNIKACIJE  
Celjska 16, 1000 Ljubljana

SEMINARSKA NALOGA  
**ANTENE za začetnike**  
(kako se odločiti za anteno)

Mentor: univ. dipl. Inž. el. Stanko PERPAR

Avtor: Peter PONIKVAR  
<http://lea.hamradio.si/~s56kpn/>

Ljubljana, November 2002

## **1. Uvod:**

V seminarski nalogi bom na kratko predstavil kakšne antene obstajajo ter kdaj se za katero odločimo. Ker pa dandanes poznamo res veliko število različnih anten bodo predstavljene samo nekatere najbolj osnovne. Podrobno bom pa predstavil antene za radioamatersko področje 2m (144MHz), saj ima to področje zelo podobne, če ne celo enake karakteristike, kot področje v katerem delujejo komercialni televizijski in radijski oddajniki.

Kot vsak radioamater začetnik sem tudi jaz prišel do problema kakšno anteno bi si postavil, oziroma naredil ali za bolj premožne kupil.

Pri tej odločitvi vpliva veliko dejavnikov, od takih na katere ne moremo vplivati kot so okolje in vreme ali pa geografska lega, ter takih na katere lahko vplivamo: polarizacija antene, višina antene, oblika antene, usmerjenost antene...

Seveda je velik faktor pri odločitvi tudi zakaj bomo anteno uporabljali, saj jo lahko uporabljamo za vzpostavljanje lokalnih ali krajevnih zvez lahko pa imamo cilj da vzpostavimo celo medoceansko povezavo. Mogoče je potrebno poudariti da na izbiro antene vpliva tudi stopnja izpostavljenosti proti strelam, saj so določene antene zelo občutljive na razne atmosferske razelektritve, ki se lahko pojavijo tudi ko so na nebu samo oblaki. Zakaj je to tako pomembno zato ker se lahko v takih antenah inducira tako velika napetost da nam lahko skuri sprejemniški del postaje!

Na začetku pa spoznajmo nekaj najbolj osnovnih parametrov anten ki jih srečujemo v katalogih in imajo zelo velik vpliv na samo delovanje in uporabo.

**Kazalo:**

1. Uvod	Str.: 2
2. Osnovni parametri anten	Str.: 4
2.1. Impedanca antene	Str.: 4
2.2. Ojačanje oziroma dobitek antene	Str.: 5
2.3. Usmerjenost antene	Str.: 6
2.4. SWR Standing Wave Ratio	Str.: 7
2.6. Polarizacija antene	Str.: 9
3. Kakšne antene poznamo?	Str.: 10
3.1. Usmerjene antene	Str.: 10
3.1.1. Yagi antena	Str.: 10
3.1.2. Neusmerjene antene	Str.: 13
3.1.2.1. Polvalni dipol	Str.: 13
3.1.2.2. Ground Plane antena	Str.: 14
4. J antena	Str.: 16
4.1. Porazdelitev upornosti pri J anteni	Str.: 17
4.2. Dimenzije J antene	Str.: 18
4.3. Dobitek J antene	Str.: 19
4.4. Sevalni diagram J antene	Str.: 19
4.5. Izdelava J antene	Str.: 21
5. Zaključek	Str.: 26
6. Literatura:	Str.: 27

## **2. Osnovni parametri anten:**

### **2.1. Impedanca antene**

Za nekoga ki ni tehnično podkovan z tehničnim znanjem zna biti ta pojem kar zakompliciran za razumet.

Na kratko zelo pomembno je da imajo oddajnik (oziroma sprejemnik), kabel ter antena vsi enako karakteristično impedanco. Le ta znaša pri televiziji in radiju  $75\Omega$ , pri vseh drugih radiofrekvenčnih delih pa je standardizirano  $50\Omega$ .

V primeru da se samo v enem delu napajalne linije (od ojačevalca do antene) dogodi impedančna neprilagojenost ima le to lahko za posledico poškodovanje oddajnika, saj se pojavi tako imenovani povratni val ki se odbije nazaj v oddajnik. V malo boljšem primeru pa se zgodi samo drastično pomanjšanje oddajne moči.

## 2.2. Ojačanje oziroma dobitok antene

Oba pojma pri antenah pomenita eno in isto le da je bolj pravilen izraz dobitok saj antene ne vsebujejo aktivnih elementov.

Ko prebiramo razne kataloge ugotovimo, da nekateri prodajalci uporabljajo različne dobitke. Dobitek anten lahko izrazimo v decibelih, in sicer glede na izotropni izvor (dBi) ali glede na polvalni dipol (dBd).

Polvalni dipol ima tako potem 2,15dBi ojačanja glede na izotropno anteno. Primer: v podatkih antene nam piše da ima antena ojačanje 10dBd, kar pomeni da je ojačanje proti izotropni anteni 12,15dBi.

To je tudi eden izmed najbolj pomembnih podatkov, ki jih proizvajalci podajajo zraven anten.

Še malo pojasnitve kaj sploh pomenijo te naši dB (decibelli oziroma ljubkovalno deci belega). Te naši decibelli so razmerja, za koliko imamo višjo moč (dobitek) glede na izotropni izvor ali polvalni dipol.

Faktor ojačanja:	Decibelov (dB)
1	0dB
2	3dB
10	10dB

Tabela prikazuje razmerje med faktorjem ojačanja in decibelli.

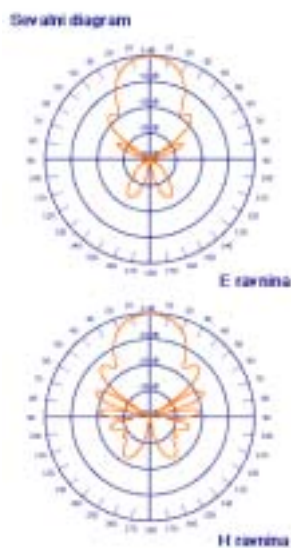
Torej lahko sklepamo: v primeru ko imamo uporabljeno anteno z dobitkom 3dB lahko v okolje izsevamo kar 2krat večjo moč kot pa bi jo z navadnim polvalnim dipolom, kar ima za posledico da lahko oddajamo tudi na bolj oddaljene lokacije.

Približno ista logika velja tudi za sprejem le da bi dobili 2krat močnejši signal na sprejemu!

### 2.3. Usmerjenost antene

Na razpolago imamo 2 možnosti:

- Neusmerjene; oddajajo v vse smeri enako, oddajni val se širi v obliki krogle. Take antene so primerne za zveze z večimi točkami, ki so razdrobljene po prostoru. Dobra stran te antene je da nam ni treba skrbeti kam imamo anteno obrnjeno, slaba pa da lahko delamo povezave le na manjših dolžinah in sprejemamo iz vseh smeri.
- Usmerjene; oddajajo valove samo v določene smeri. Zelo dobra lastnost teh anten je, da usmerimo vso energijo in s tem lahko dosežemo povezave zelo daleč. Slaba stran je pa da moramo anteno obračati v želeno smer, saj v nasprotnem primeru ne bomo sprejemali ničesar.



Slika prikazuje primer usmerjenega sevalnega diagrama.

Kot opazimo se sevalni diagram podaja v dveh ravninah v Horizontalni (vodoravni) in Vertikalni (pokončni).

## 2.4. SWR Standing Wave Ratio

Valovitost ali koeficient stojnega vala (SWR) podajamo v razmerju 1:SWR. SWR ima vrednost od 1 (brez odboja) do neskončno (popoln odboj).

SWR	Absorbicija $\Gamma$	Odbita moč v %	
1:1	0	0	Vsa moč gre naprej
1:2	0,33	11	
1:3	0,5	25	
1:5	0,67	45	
1:9	0,8	64	
1:neskončno	1	100	Vsa moč se odbije nazaj

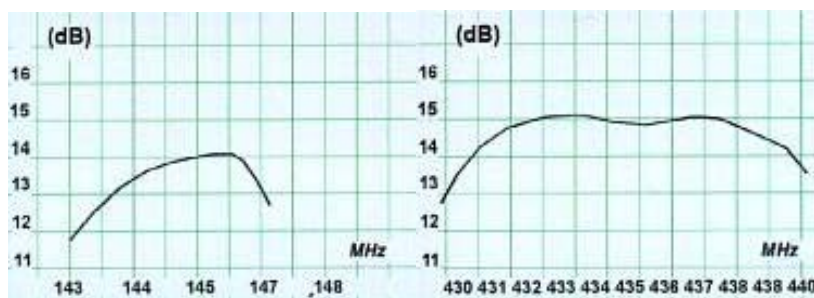
Tabela prikazuje razmerje med SWR in odbito močjo.

SWR zračunamo po sledeči formuli:  $SWR = (1+\Gamma):(1-\Gamma)$

## 2.5. Frekvenčno območje

Tudi ta podatek je zelo pomemben saj nam pove pri kateri frekvenci bo imela antena najboljšo oddajo in sprejem.

Proizvajalec lahko tudi poda graf na katerem se odčita kakšen dobitok ima antena pri določeni frekvenci:



Slika prikazuje primer kako izgleda graf ki ga poda proizvajalec.

Primer uporabe grafa: zanima nas pri kateri frekvenci bomo imeli najboljši izkoristek. V prvem primeru bomo odčitali da imamo 14dB dobitka pri frekvenci 146MHz, v drugem primeru pa dobimo 2 rezultata in oba pri dobitku 15dB, eden pri frekvenci 433MHz in pri 437MHz.

Pri podanih primerih opazimo tudi da so nekatere antene bolj frekvenčno široke kot druge, oziroma imajo višja ojačanja pri več frekvencah medtem ko imajo druge najvišje ojačanje samo pri določenih.

Mogoče še en podatek ki se prepleta z frekvenco je valovna dolžina antene ali frekvence kar je v praksi ena in ista zadeva.

Valovno dolžino ( $\lambda$ ) dobimo, če svetlobno hitrost ( $C=300\text{m/s}$ ) delimo z frekvenco ( $f$ ) v MHz:

$$\lambda=C:f$$

Primer za 144MHz:

$$\lambda=C:f=300:144=2,08\text{m}$$

Torej pri frekvenci 144MHz dobimo valovno dolžino 2m.



## 2.6. Polarizacija antene

To je parameter, ki pove kako se širijo valovi v prostoru. V praksi to pomeni kako imamo anteno obrnjeno. Če je dipol pokončen je to vertikalna polarizacija, če pa je vodoraven (z tlemi) imamo horizontalno polarizacijo.

Pri tako nizkih frekvencah kot je 144MHz nam glede polarizacije ni potrebno preveč skrbeti saj imajo valovi pri tej frekvenci eno zelo praktično lastnost; da se odbijajo in s tem prihajajo v anteno z različnimi polarizacijami. V res najslabšem primeru se lahko tudi pojavi redek pojav odštevanja signalov, ki ima za posledico da imamo zelo slab sprejem ali pa ga celo nimamo. Ampak še dobro da je ta pojav zelo redek.

V glavnem uporabljamo zgoraj omenjeni polarizaciji obstajajo še tako imenovane zamaknjene ko imamo anteno pod kotom  $45^\circ$ , in še eden poseben primer je krožna polarizacija vendar je le ta zares zelo redka!

Pri Yagy antenah imamo v praksi horizontalno polarizacijo, le te so ponavadi ozkopasovne in usmerjene.

Nekje druga polovica anten uporablja pa vertikalno polarizacijo, le te so ponavadi širokopasovne, ter veliko bolj enostavne.

### **3. Kakšne antene poznamo?**

Torej nekje osnovna razdelitev se začne na razdelitev na :

#### **3.1. Usmerjene antene**

V ta sklop anten spadajo antene ki imajo usmerjen sevalni diagram, kar v praksi pomeni da oddajajo oziroma sprejemajo samo v eni smeri. Načeloma so take antene v vseh primerih HORIZONTALNO polarizirane, saj hočemo oddajati vzporedno z zemeljsko skorjo in ne v vesolje (vsaj ne načeloma). Oddajanje v vesolje se uporablja pri takih nizkih frekvencah le redko saj signal le redkokdaj prodre v vesolje, se pa uporablja za odboje od raznih ionskih slojev.

Velika prednost teh anten je to da je ojačenje oziroma dobitok teh anten v smeri v kateri oddajajo ali sprejemajo zelo velik, kar pomeni da potrebujemo manjšo moč na oddajniku da komuniciramo na isti razdalji kot z neusmerjenim antenam.

Toda vsaka stvar ima tudi svoje negativne strani in med njimi so: za samogradnjo bolj zakomplicirane, očitno dražje, moramo vedeti v katero smer je antena obrnjena da lahko komuniciramo z neko osebo, mehansko bolj občutljive,...

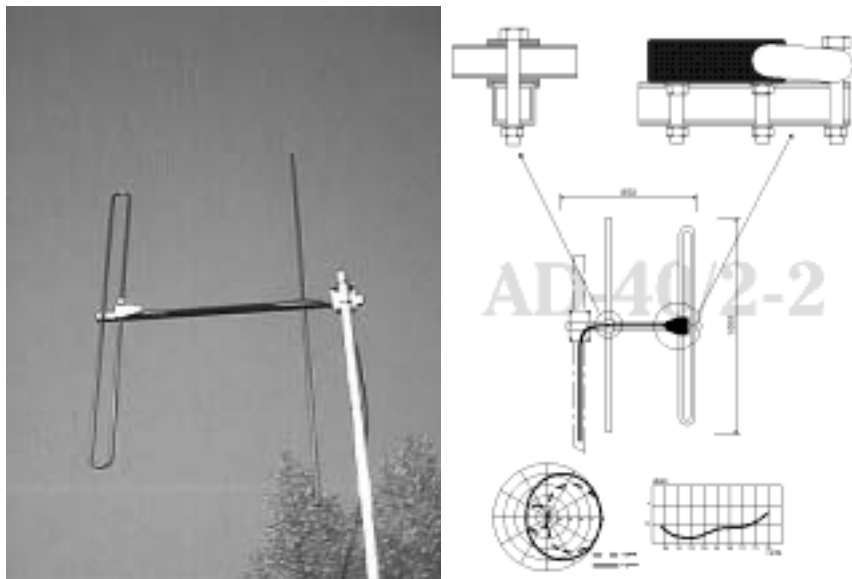
Nekatere izmed teh anten so:

##### **3.1.1. Yagi antena**

Moram navesti da je to ena izmed najbolj popularnih anten, saj imajo antene te vrste zelo velik dobitok v primerjavi z neusmerjenimi antenami. Z razvojem tehnike so se tudi te antene razvijale tako da danes poznamo zelo veliko vrst teh anten. Razlikujejo se predvsem po ojačanju saj se dobitok začne pri približno 3dB (tu je že maksimum neusmerjenih anten) in zelo strmo narašča tudi do 8 in 10dB.

Ojačanje in usmerjenost sta pogojena z tako imenovanim številom elementov. Te elementi se nahajajo na anteni in so postavljeni eden pred drugim, pri čemer veličina le teh določa frekvenčno območje na katerem delujejo. Le to je najbolj razvidno na slikah:

Najbolj enostavna je **2 elementna yagi antena**:

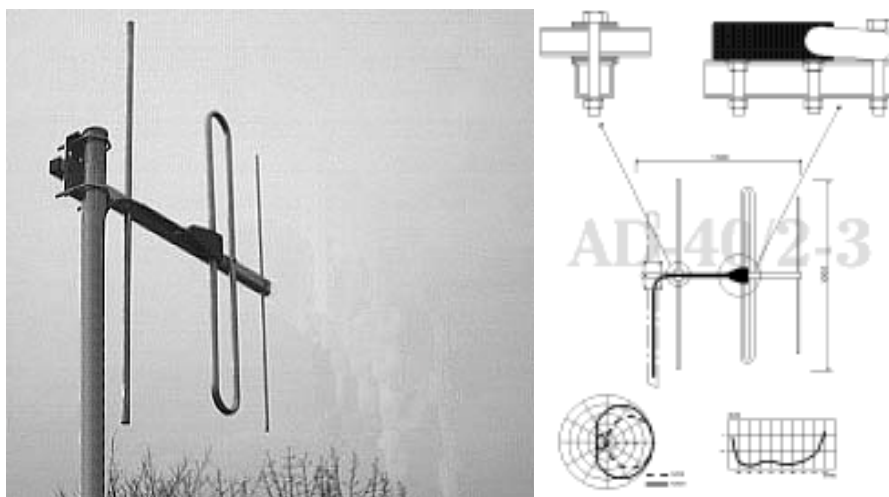


Na levi strani imamo sliko 2 elementne yagi antene, na desni pa mere in sevalni diagram.

Z to anteno nam proizvajalec obljublja 3dB ojačanja oziroma dobitka. Na sevalnem diagramu tudi opazimo rahlo usmerjanje antene. Na grafu zraven pa nam proizvajalec poda ojačanje v odvisnosti od frekvence.

**3 elementna yagi antena:**

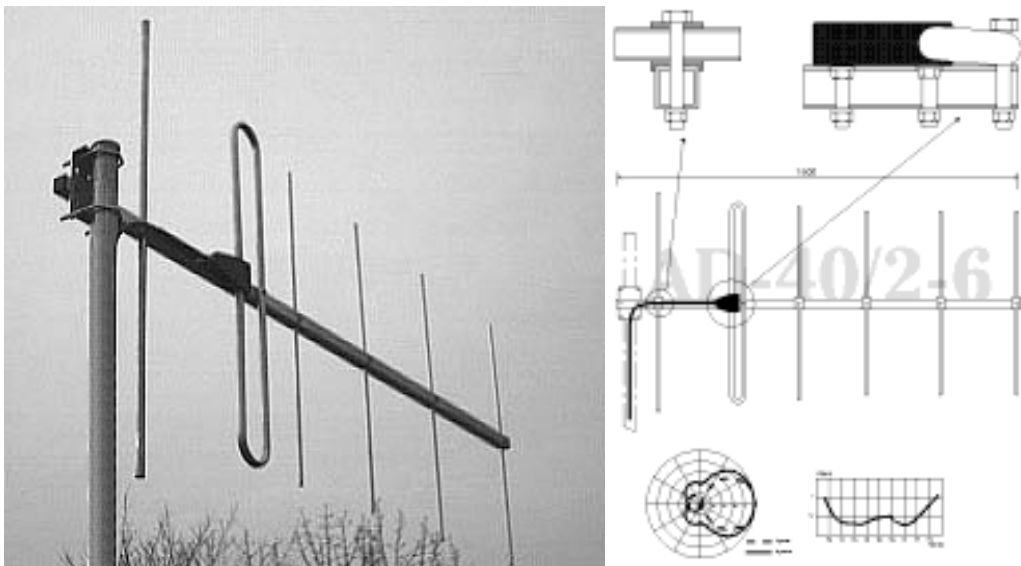
Torej v primerjavi z prejšno anteno smo dodali še en element in kaj dobimo?



Na levi imamo sliko 3 elementne yagi antene na desni pa opazimo še bolj usmerjen sevalni diagram, zraven njega pa zopet primerjavo frekvence in ojačanje. Pri taki anteni nam proizvajalec navaja že 5dB dobitka.

### 6 elementna yagi antena:

Le tej smo dodali še dodatne 3 elemente in dobili:



Zopet opazimo bolj usmerjeno sevalno polje ter še več dobitka, ki pri tej anteni znaša kar 8dB.

Z dodajanjem torej res dosežemo večji dobitek antene in bolj usmerjeno anteno! Seveda obstajajo yagi antene tudi z več elementi tako je največja kar sem jo zasledil kar 9 elementna pri kateri lahko govorimo o kar 10dB dobitka, eden velik minusov te antene je pa njena velikost saj v dolžino meri kar 2m ter v širino 1m. Take antene so za popolnega začetnika res malo prezahtevne kar se tiče gradnje tako, da so vse zgornje slike prevzete iz internetne strani enega od Slovenskih proizvajalcev: Trival antene.

### 3.1.2. Neusmerjene antene

Kot sem omenil imajo le te sevalni diagram v obliki kroga, če pa gledamo na sevalni diagram v 3 dimenzijah dobimo obliko krogle.

#### 3.1.2.1. Polvalni dipol varjanta a:

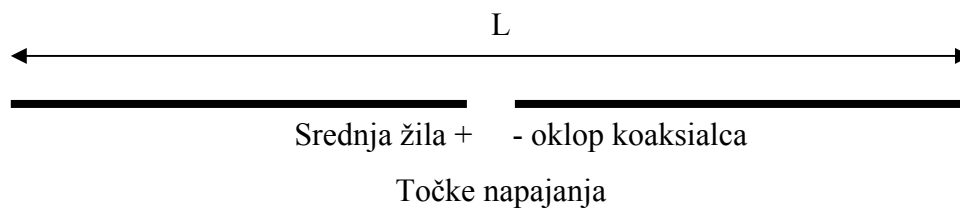
To je ena najbolj osnovnih anten. Sestavimo jo tako da vzamemo 2 kosa poljubne žice (po možnosti čim tanjšega preseka), vsak kos mora biti dolg:

$$l = \lambda : 4$$

Torej bo cela antena dolga:

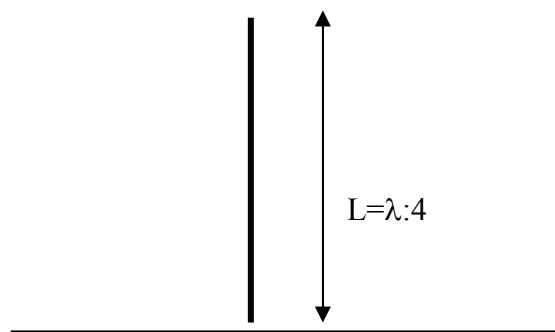
$$L = \lambda : 2$$

Še skica antene:



#### Polvalni dipol varjanta b:

Še malo poenostavljena antena pri kateri izkoristimo ozemljitev (katera mora biti kvalitetna):



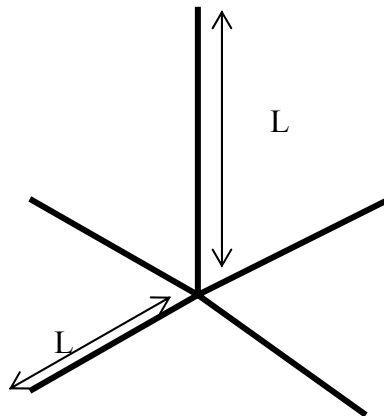
Zemlja ali pa kovinska streha (priklopimo oklop koaksialca).

**3.1.2.2. Ground Plane antenna varjanta a:**

To je še ena izmed bolj enostavnih anten, ki si jo lahko izdela vsak posameznik brez kaksnih prevelikih stroškov. Za eksperimentiranje je v redu samo ima pa eno slabo lastnost je skrajno neprilagojena saj njena upornost znaša  $36\Omega$ . A vendar se jo splača narediti.

Sestavljena je iz 5ih krakov, prvi je pokončni, drugi 3je pa so vsi v eni ravnini in so pravokotni na srednji krak.

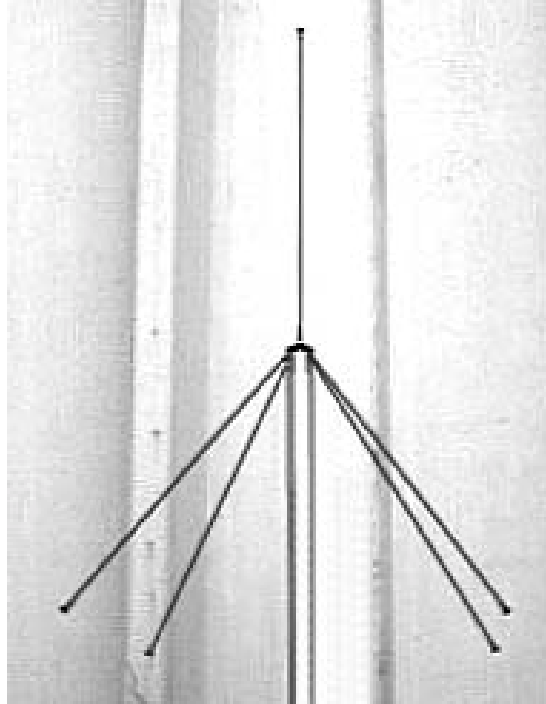
Vsi kraki imajo skupno dolžino ki jo zračunamo po:  $l=\lambda:4$



Vezava antene je sledeča: oklop koaksialnega vodnika vežemo na 4krake ki so v eni ravnini, krak ki je pa pokončen ga pa vežemo na srednji vodnik koaksialnega kabla.

**Ground Plane antenna varjanta b:**

Malo izboljšana varjanta zgornje, izboljšali so ji predvsem upornost ki v tem primeru znaša med  $50$  in  $53\Omega$  in jo lahko priklopimo direktno na oddajnik. Dolžine krakov so ostale enake, spremenili so se pa koti.



Kot je vidno na sliki so koti met visečimi kraki in nosilno palico  $45^\circ$ .

#### 4. J antena

Tukaj je pa antena za katero sem se jaz odločil, predvsem zaradi naslednjih razlogov: enostavna in poceni za izgradnjo, enostavna montaža, preizkušena in optimizirana čez leta.

Kar se tiče pa električnih lastnosti, vsaj kar se tiče teorije je pa zadeva sledeča. Antena kot eden izmed zavitih dipolov je načrtovana tako, da imamo na njej impedanco  $50\Omega$ . To upornost ne moremo zmeriti z navadnim OHM-metrom ampak so zato potrebni posebni inštrumenti. V primeru če pa priklopimo na napajalne točke ohm-meter bomo odčitali da upornost znaša  $0\Omega$ .

Kako potem to deluje se uprašate; hja v enosmernih razmerah ima antena res kratek stik toda antena pri višjih frekvencah začne delovati kot neka upornost, oziroma pri visokih frekvencah začuti nek signal neko upornost saj se le ta širi nekaj časa!

To dobro lastnost da imamo v enosmernih razmerah kratek stik bom pridno uporabil. V naravi so dostikrat razne nevihte in zaradi karakteristik anten se na njih inducirajo napetosti, za to niti niso potrebne nevihte dovolj je že če se okoli nas začnejo nabirati oblaki. Moramo vedeti da imajo radioamaterske postaje zelo občutljive sprejemnike, da z njimi lahko »lovimo« še tako oddaljene oddajnike. Torej za primer: sprejemnik ima lahko vhodno občutljivost  $1\mu V$  kar je res zelo majhna vrednost, le ta se lahko brez problema inducira v vsakem ozračju, v praksi se to pokaže kot presketanje. Če pa imamo anteno, ki ima za enosmerne razmere kratek stik potem ta pojav v precejši meri omilimo, brez da bi pri tem izgubljali na dobitku antene. Poleg tega nam predstavlja antena s to karakteristiko tudi neko dodatno zaščito sprejemnika v primeru, da se v ozračju inducira tako visoka napetost da bi nam skurila sprejemnik.



#### 4.1. Porazdelitev upornosti pri J anteni

Kot že prej omenjeno ima antena za enosmerne razmere kratek stik, saj je v bistvu antena narejena iz prevodnega materiala, ki je na dnu povezan.

V primeru ko pripeljemo na antenske napajalne priključke izmenični signal se zadeve popolnoma spremenijo. Na dnu imamo še vedno kratek stik, toda čim se z napajalnimi točkami premikamo čim bolj proti vrhu ugotovimo da se upornost večja, le ta lahko doseže tudi vrednosti do  $600\Omega$ . Ker pa imamo v radioamaterstvu standardno upornost v oddajnikih  $50\Omega$  moramo le to tudi zagotoviti na sami anteni oziroma na napajalnih točkah, v primeru da se to ne naredi imamo lahko na anteni velike izgube (večje ko je odstopanje, večje so izgube).

Tukaj smo tudi omenili kako J anteno umerimo. V primeru da nimamo specialnih priprav zamerjenje prilagoditve antene lahko uporabimo tudi navadni SWR-meter. Let tega vežemo med oddajnik in anteno, med oddajo začnemo napajalne točke premikati navzgor ali navzdol, dokler ne dosežemo minimalne izgube in s tem najboljšo prilagoditev.

Še ena zanimivost, ker imamo v najnižji točki kratek stik lahko le tega vežemo na ozemljitev brez, da bi izgubili na karakteristiki ali na dobitku.

## 4.2. Dimenzije J antene

Prvo je potrebno povedati, da poznamo 2 vrsti J anten; ena je v najnižji točki v kratkem stiku (le to bomo tudi natančno predstavili), in druga je sestavljena iz 2 vzporednih vodnikov.

Teorija pravi takole (v primeru ko uporabljamo cevi z velikim presekom);

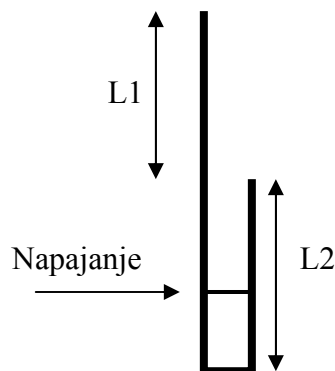
-krajši del antene naj bi se zračunal po naslednji formuli:

$$L_1 = 145 : (f(\text{MHz})) = 145 : (145 \text{ MHz}) = 1 \text{ m}$$

-ostanek antene, ki pa je višji:

$$L_2 = 71,25 : (f(\text{MHz})) = 71,25 : (145 \text{ MHz}) = 0,5 \text{ m}$$

Skica dimenzij:



Ker pa lahko z teorijo obdelamo le idealne razmere, so razna podjetja razvila programe, ki nam izračunajo ustrezne dolžine elementov ter tudi podajo približen dobitok antene poleg raznih drugih informacij, ki jih bomo še predstavili.

Dimenzije, ki nam jih program izračuna so:

$$L_1 = 762 \text{ mm}$$

$$L_2 = 546 \text{ mm}$$

Ter še podatek o oddaljenosti med elementoma:

$$D = 59 \text{ mm}$$

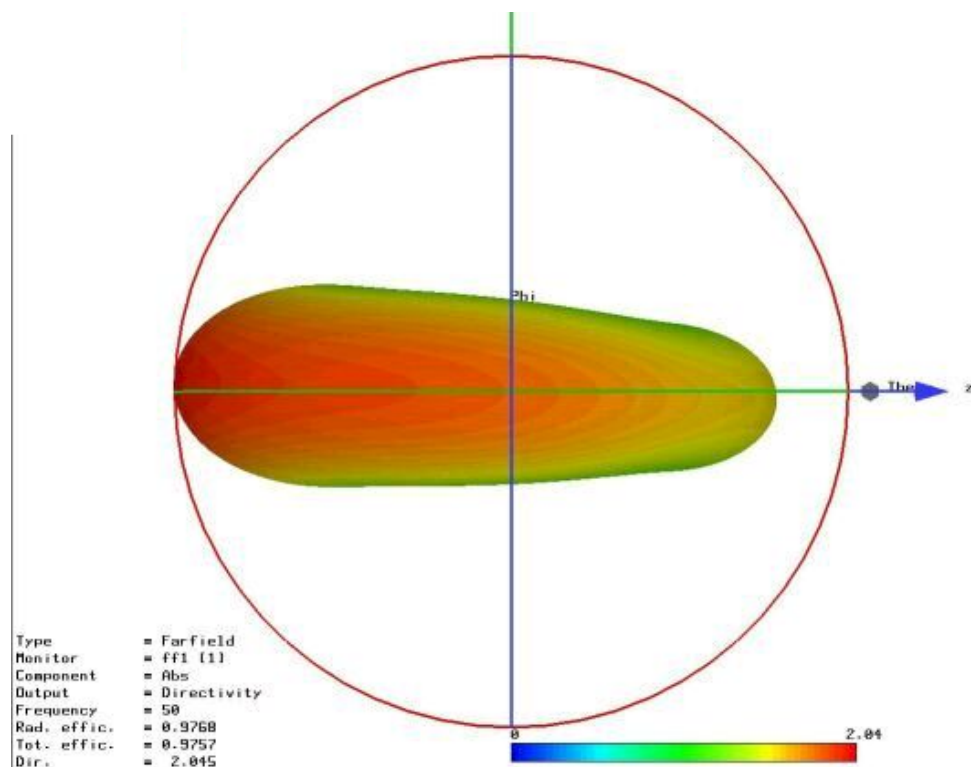
Glede na to, da smo omejeni na kakšen material lahko dobimo v trgovini smo računalniku rekli naj upošteva, da bomo uporabili aluminjasto cev zunanjšega premera 12mm ter debeline stene 1mm.

### 4.3. Dobitek J antene

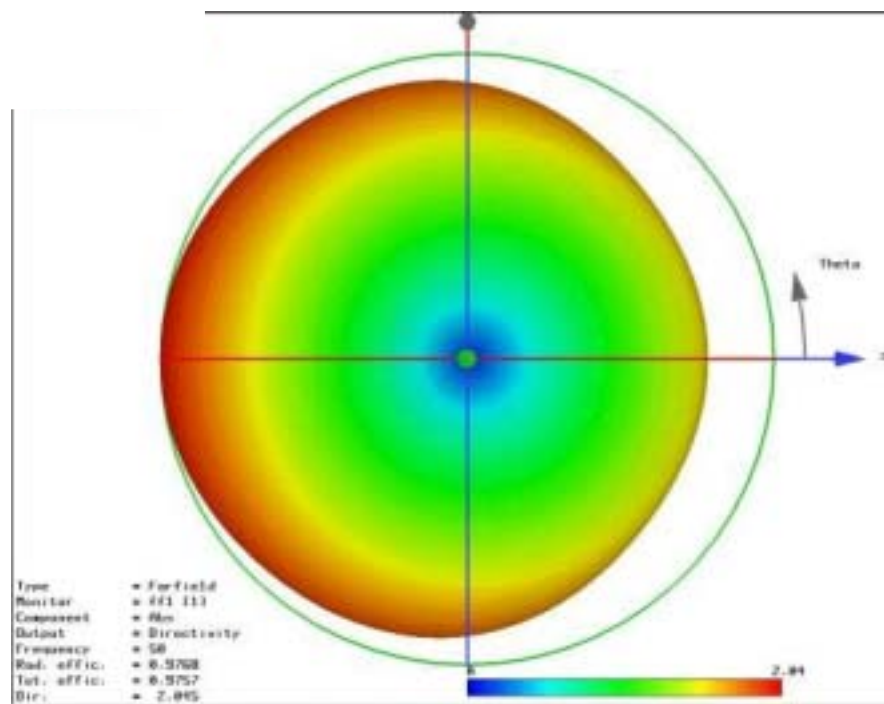
Meritve so pokazale, da dobimo z meritvami dosti različne dobitke, v najboljšem primeru dobimo ojačanje 3,2dBi, medtem ko se ostale antene gibljejo med 2,2 do 3 dBi. Tukaj postane zelo jasno da moramo biti pri izdelavi zelo natančni, ter da je dolgotrajno ter natančno umerjanje zelo pomembno pri dobivanju dobitka.

### 4.4. Sevalni diagram J antene

Če bi šli sevalni diagram merit v realnem prostoru bi se srečali z veliko različnimi preprekami, poleg tega bi nam to vzelo zelo veliko časa. Iz tega razloga bom prikazal sevalne diagrame, ki jih je prikazala simulacija.

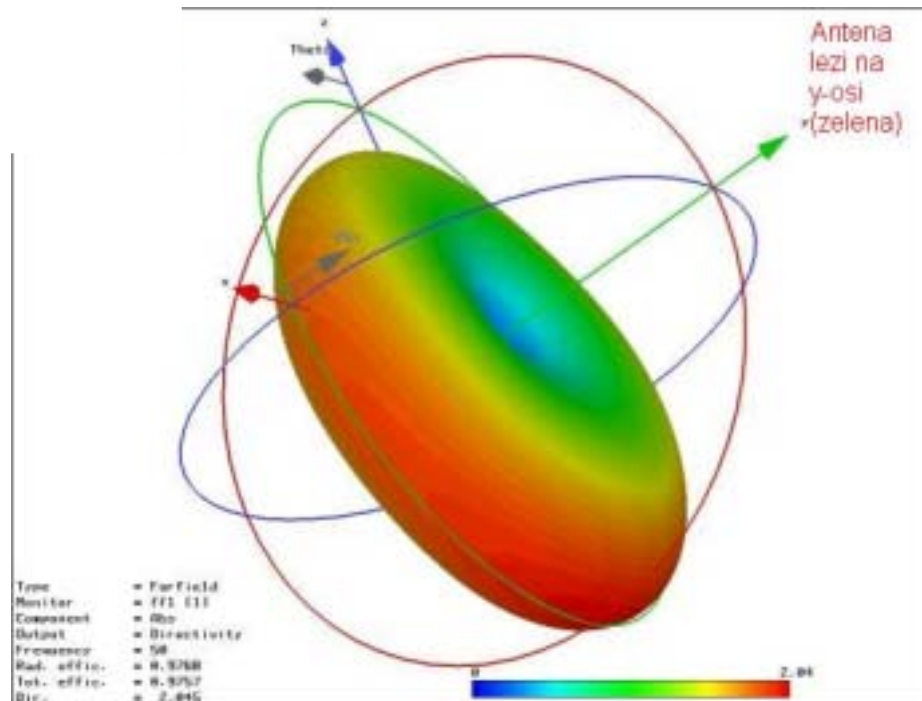


Slika prikazuje sevalni diagram J antene v vertikalni smeri, oziroma kot da bi sevalni diagram prerezali po višini.



Slika prikazuje sevalni diagram v horizontalni smeri (režemo po dolžini).

Ter še slika, ki nam največ pove je v 3 dimenzijah:



Na vseh slikah leži antena v Y osi!

#### 4.5. Izdelava J antene

Ko imamo anteno izdelano jo je potrebno še umeriti, kot sem že omenil to lahko počnemo z SWR metrom, ki je najlažje dostopen. Z tem inštrumentom lahko nastavimo 2 stvari:

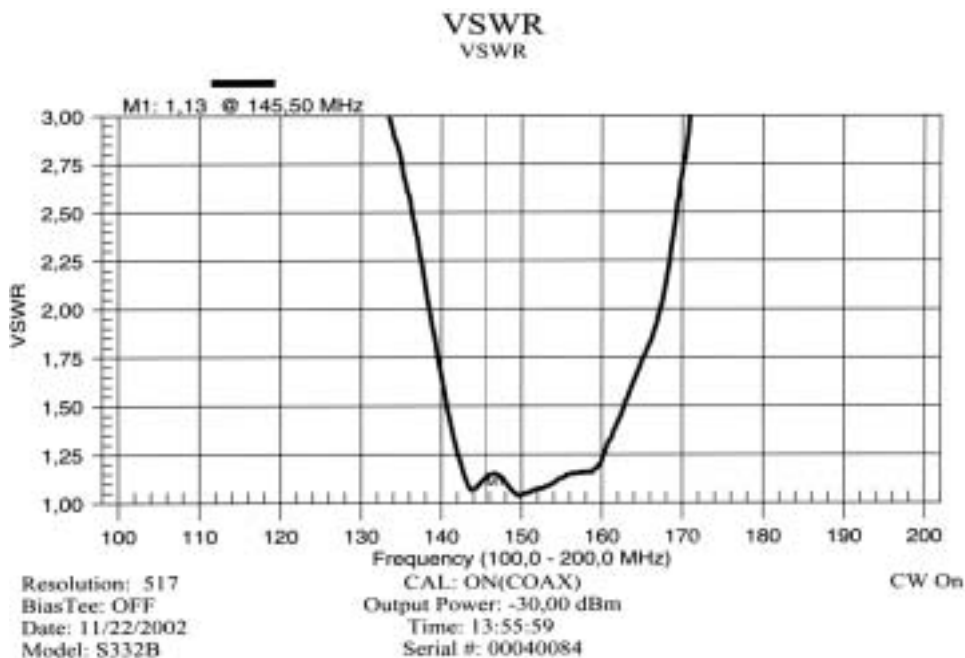
1. Nazivno upornost antene ( $50\Omega$ ). Nastavimo jo z premikanjem napajalne točke po anteni navzgor za večjo upornost ali pa navzdol za majnšo upornost.
2. Srednjo frekvenco pri kateri se bo antena najbolj obnašala, oziroma frekvenca pri kateri bo antena najbolj prilagojena. Le to nastavljamo z dolžino antene.

Pri izdelavi prvega prototipa antene se opazi da teorija je eno praksa pa drugo. Torej prototip je bil sestavljen po dimenzijah na sliki 1, ki se nahaja v prilogi! Rezultat, ki sem ga dobil ko sem anteno pomeril je bil malo odmaknjena frekvenčna karakteristika. Premaknila se je iz zaželenih 145,5MHz na približno 150MHz.

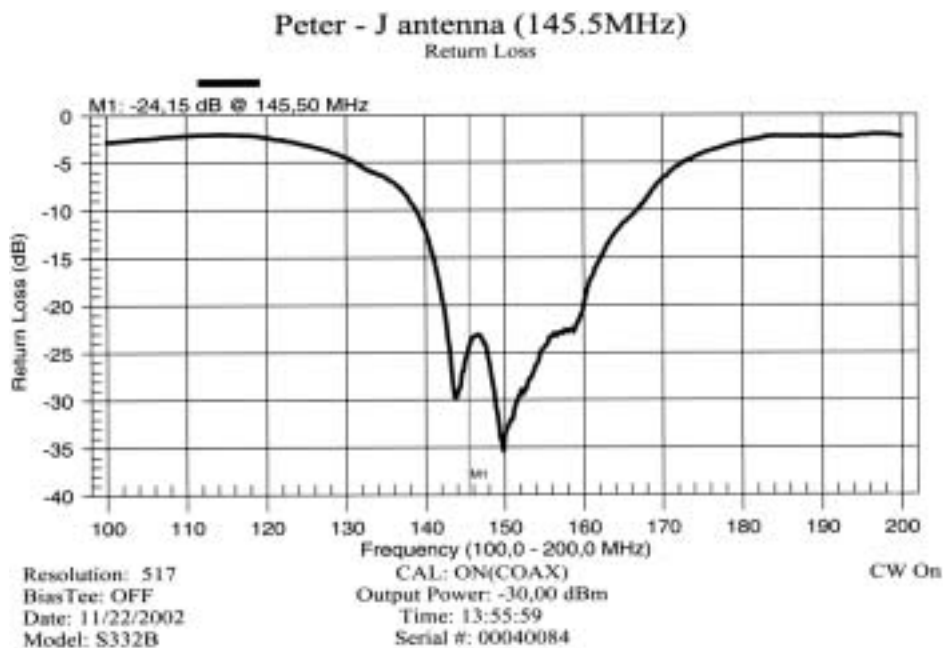
Opazil sem pa še eno zadevo da ima antena zelo primerno frekvenčno širino saj le ta zajema vse radioamaterske frekvence na tem območju in bo tako primerna za delo preko repetitorjev.

Izgled frekvenčne karakteristike si lahko ogledamo v naslednjih slikah:

V prvem primeru imamo prikaz frekvence v odvisnosti od SWRja in nam u bistvu prikazuje razmerje odbite moči pri določeni frekvenci.



V drugem grafu imamo prikaz odbite moči v primerjavi z frekvenco (kar je v bistvu ena in ista zadeva kot SWR) le da imamo enote v dB. Sicer grafa malo drugače izgledata, vendar je to posledica bolj natančnega prikaza, ki ga dobimo v tem primeru.



Z dobljeno frekvenčno karakteristiko sem le na polovico zadovoljen. Res da je frekvenčna širina primerna, a je premaknjna in to je nespremenljivo saj v trenutni obliki pokriva le slabo polovico radioamaterskih frekvenc!

Iz tega razloga sem se lotil predelave, pri kateri sem spremenil nekaj mehanskih zadev:

1. Na konce antene, kjer je konec sevalnih cevk sem v njih vstavil 7cm dolge palčke iz nerjavečega jekla debeline 10mm kar pomeni da se bodo lahko premikale navzgor in navzdol in s tem omogočale spremembo dolžine. Da se pa ne bosta sami palčki premikali sem jih pritrdil z objemkami, ki jih zategnemo ko je antena »umerjena«. Kot pa vemo, z spremembo dolžine dosežemo tudi spremembo frekvence. S tem bom torej popravil frekvenčno karakteristiko. Pridobil bom pa tudi na tem da bom zamašil luknji, ki bi drugače ostali in bi omogočili vstop vode.



2. Ker mislim imeti anteno montirano na strehi in bo izpostavljena vremenskim vplivom sem na dnu antene izvrtal majhno luknjico skozi katero bo odtekala voda, ki se nabira ob kondenzaciji in bi lahko pozimi povzročila deformacijo antene.

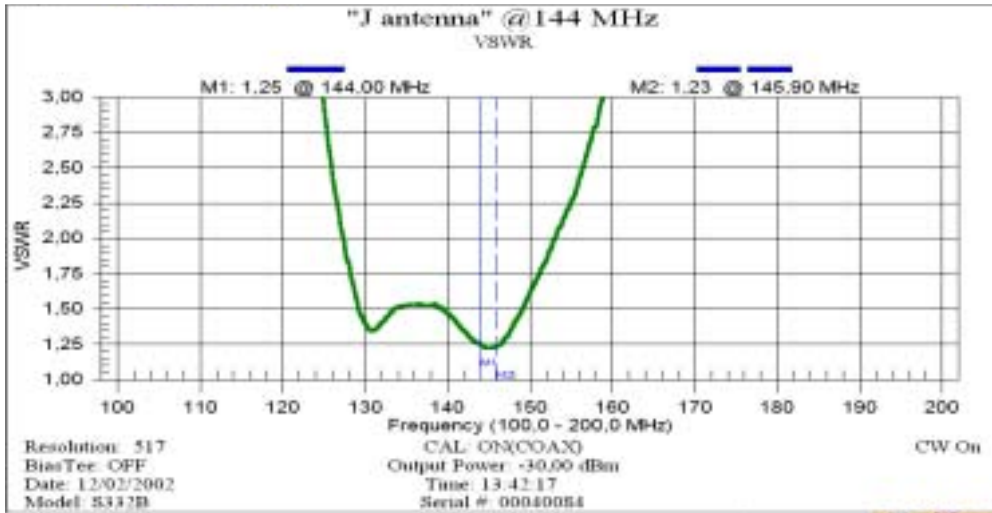


3. Opazil sem tudi da pri prototipu nisem predvidel mesta za pritrditev antene na nosilni steber. To sem rešil tako da sem enostavno podalšal profil na katerem je priklopljen konektor. Taka pritrditev je primerna v primeru ko nosilni steber ni ozemljen!



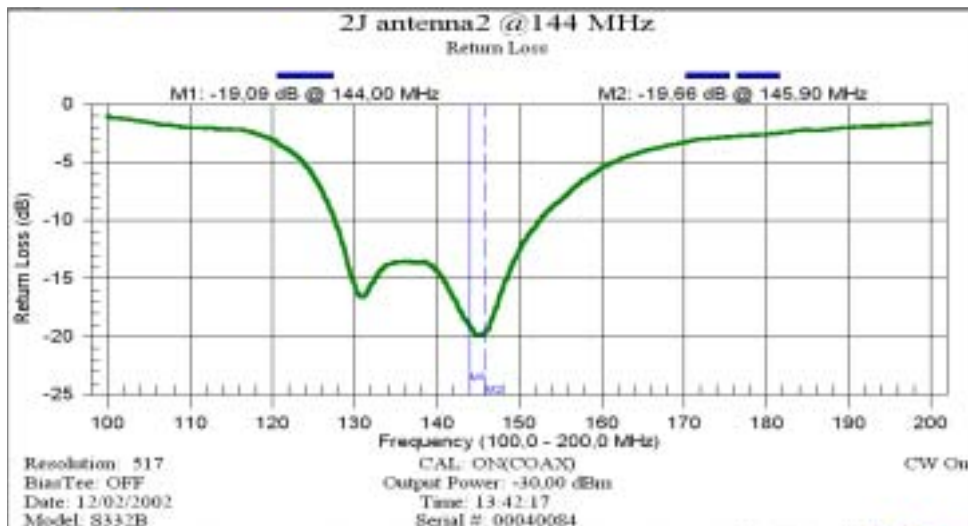


Torej rezultat vseh predelav – izboljšav ter umerjanja je sledeč graf:



Zgornja slika tako kot pri prejšnjih grafih prikazuje razmerje med SWRom in frekvenco.

Slika spodaj pa prikazuje razmerje med slabljenjem odbitega valovanja in frekvence.



## 5. Zaključek

Torej na koncu smo le prišli do želenega rezultata, delujoče antene za 2m-sko radioamatersko območje, le to sega od 144,5MHz do 145,8MHz za FM način dela.

Malo sem razočaran le nad tem da mi je zmanjkalo časa za meritev dobitka antene, saj bi s tem podatkom pridobil res dober argument za oziroma proti tej anteni.

Torej pred mano je še sam praktični preizkus, ki bo res pokazal česa je zmožna ta antena.

Kar se tiče stroškov izdelave antene ne bi preveč kompliciral z izračuni lahko pa povem da me je prototip stal približno 2500sit. Večino tega denarja je pobral konektor, sam sem uporabil edinega ki je vodotesen in to je N-konektor, ki je posledično tudi eden najdražjih. Torej sam lahko rečem da je antena zelo primerna za vsakega začetnika, saj jo lahko vsak sam sestavi za malo denarja ter v primeru neuspešnega sestavljanja enostavno dele ponovno uporabi. Saj cena potrebnega aluminija znese približno 500sit.

Zahvalil bi se vsem, ki so mi pomagali pri izdelavi ali pa pri meritvah. Pri izdelavi mi je pomagal predvsem Dragoslav Dobricic z dodatnimi razlagami njegovih projektov, ki se nahajajo na njegovi internet strani, ter Alešu Košatku ki mi je omogočil umerjanje ter analize antene.

## 6. Literatura:

### Knjige:

Naslov:	Avtor:	Kraj in letnik izdaje:	Knjigarna:
Antene	Karl Rothamel	Beograd, 1983	Vojnoizdavački zavod Beograd
Antennenbuch	Karl Rothamel	Berlin, 1966	Deutscher militarverlag

### Spletni viri:

Zadnje pregledovanje: oktober 2002

- <http://www.elnaprave.com/home/home.htm>
- <http://www.uscom-us.si/>
- <http://www.trivalantene.si/trivalantene/slo-index.html>
- <http://www.inglar.si/slopage.htm>
- <http://www.qsl.net/yu1aw/srp.htm>

