

## CASSEGRAIN ANTENA 0.3m NA 23GHz SA REFLEKTOROM OD KOMPOZITNOG MATERIJALA

Zoran Mičić, Institut IMTEL Beograd

**Sadržaj** - U radu je analizirana i simulirana osnosimetrična, klasična, dvoreflektorska Cassegrain antena, sa minimalnom blokadom, linearnom polarizacijom (horizontalnom ili vertikalnom), prečnika 30cm koja radi u frekventnom opsegu od 21.2 do 23.6 GHz. Reflektor antene je realizovan od kompozitnog nanostrukturisanog materijala domaće proizvodnje. Dimenzije primarnog radijatora i subreflektora antene su optimizovane programskim paketom WIPL-D za brzu i preciznu analizu metalnih i/ili dielektričnih/magnetnih struktura u frekventnom domenu [1].

### 1. KOMPOZITNI MATERIJAL

Visokoprovodni kompozit, Slika 1, razvila je grupa istraživača iz: IHTM (grupa za hemiju), Hemijskog fakulteta Beograd, Rudarsko-geološkog fakulteta Beograd, Centra novih tehnologija-CNT Beograd [2].



Slika 1. Antena pre farbanja kompozitnog reflektora poliuretanskom plastičnom farbom

Kompozit se sastoji od polimera (AG33) keramičkih i visokoprovodnih materijala. Refleksiona površina je provodna za jednosmernu i visokofrekventnu struju. Primena novih materijala smanjila je težinu za preko 50% i snizila cenu izrade za oko 30% uz nepromenjene električne osobine. U narednoj fazi nanostrukturisani materijali biće upotrebljeni i za izradu primarnog radijatora, subreflektora, prekrivke i kućišta linka.

U toku su eksperimenti sa nanostrukturisanim apsorberima za smanjenje bočnih lobova u cilju dobijanja antene najviše klase.

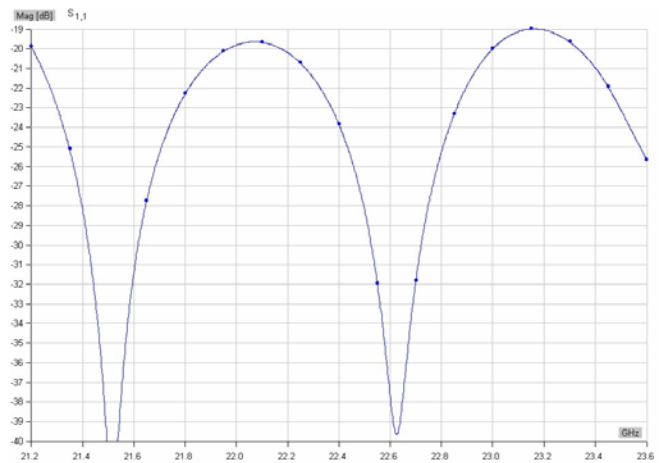
### 2. POSTUPAK PROJEKTOVANJA

Antena se sastoji od:

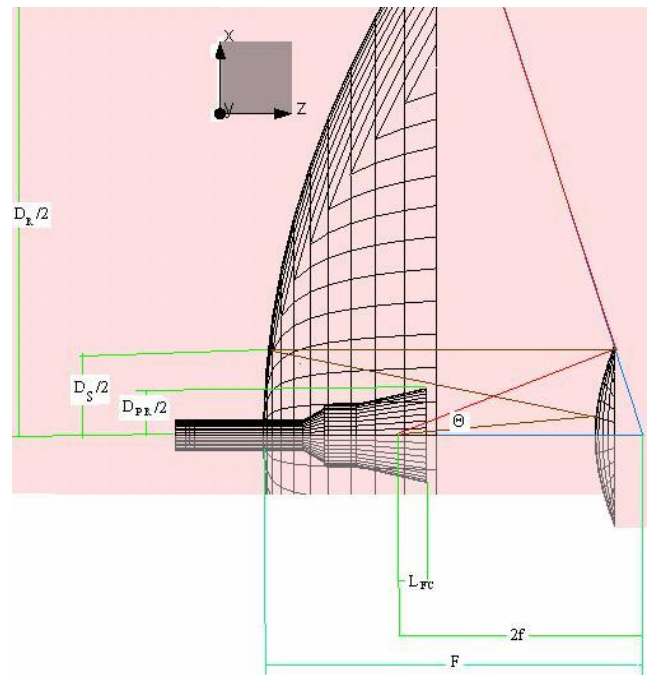
- paraboloidnog reflektora
- primarnog radijatora

- koaksijalno-talaso vodnog prelaza
- teflonskog držača subreflektora i
- hiperboloidnog subreflektora.

Primarni radijator je konusna "dual mod"(TE<sub>11</sub> i TM<sub>01</sub>) levak antena. Njegove dimenzije su optimizovane programom WIPL-D za dobijanje veće simetrije dijagrama zračenja u E i H ravni, smanjenje faznih grešaka i dobijanja 10dB ugla zračenja od oko 50°. Položaj i dužina pobudne sonde u talasovodu primarnog radijatora određeni su WIPL-D analizama tako da su refleksijski gubici RL < -19dB, Slika 2.



Slika 2. RL WIPL-D primarnog radijatora



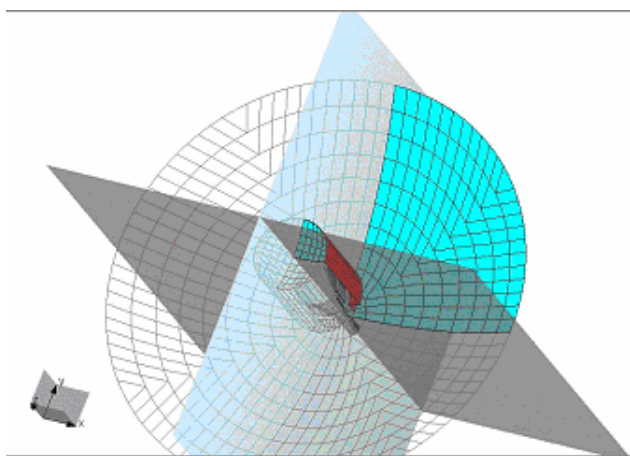
Slika 3. Skica antene

Antena je projektovana na osnovu principa mikrotalasne optike [3],[4],[5],[6]. Na osnovu poznatih veličina:

$D_{PR}$ - prečnik primarnog radijatora  
 $L_{FC}$ - udaljenost faznog centra od otvora prim. radijatora  
 $D_R$ - prečnik paraboloidnog reflektora  
 $F$ - žižna daljina paraboloidnog reflektora  
 $\Theta$ - 10dB ugao primarnog radijatora, uz uslov minimalne blokade reflektora (jednake senke subreflektora i primarnog radijatora), *Slika 3*, određene su nepoznate veličine:  
 $f$ - žižna daljina hiperboloidnog subreflektora  
 $D_S$ - prečnik hiperboloidnog subreflektora  
 $L_{RFC}$ - rastojanje teme reflektora-fazni centar prim. rad.  
 $L_S$ - rastojanje teme subreflektora-fazni centar prim. rad.  
 $a$ - velika poluosa subreflektora.

### 3. REZULTATI ELEKTROMAGNETNE WIPL-D ANALIZE

Kompletna antena modelovana je i analizirana programom WIPL-D, *Slika 4*.



Slika 4. Izgled WIPL-D modela

U Tabeli 1. prikazani su rezultati simulacije, dobijeni WIPL-D analizama, u zavisnosti od učestanosti.

f [GHz]	21.2	22.4	23.6
G [dBi]	34.3	34.6	34.85
FSLA [dB]	18.5	19.5	19
F/B [dB]	40	40	40
HPBW <sup>E</sup> [°]	2.95	2.8	2.6
HPBW <sup>H</sup> [°]	2.9	2.75	2.55
XPD [dB]	30	30	30

Tabela 1. Rezultati analize

G- Gain

FSLA- first side lobe attenuation

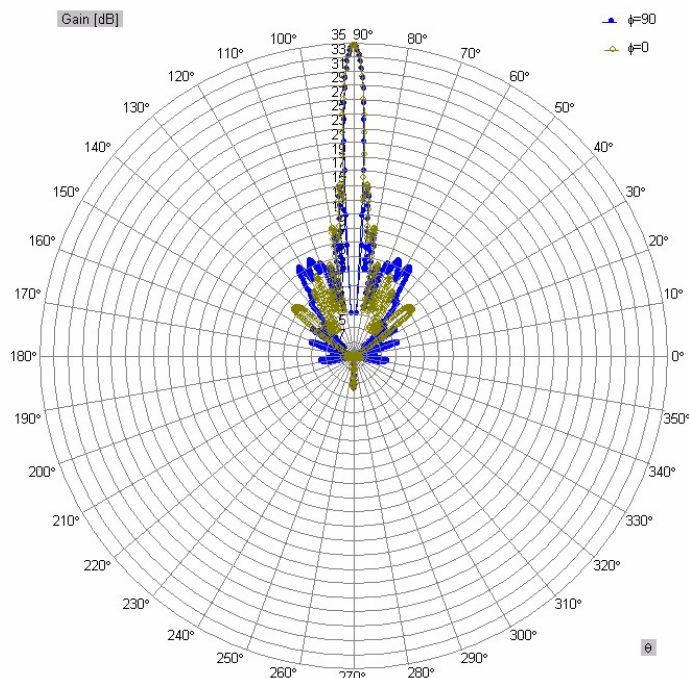
F/B- front-to-back ratio

HPBW<sup>E</sup>- half-power beamwidth in E-plane

HPBW<sup>H</sup>- half-power beamwidth in H-plane

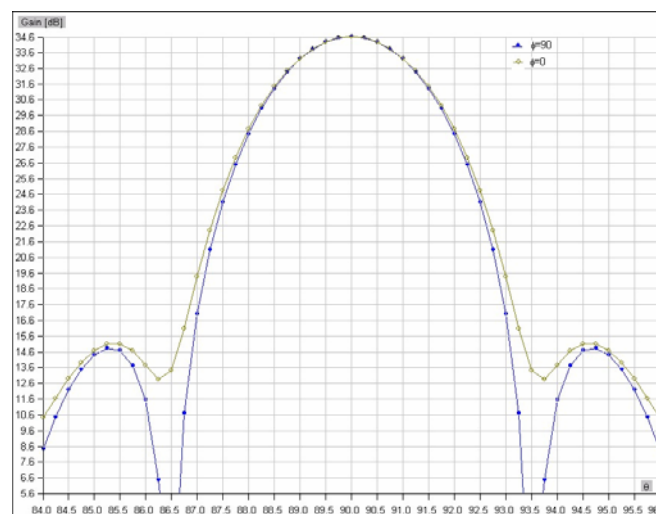
XPD – cross polar discrimination

Na *Slici 5* prikazan je polarni dijagram zračenja antene u E-ravni ( $\Phi=0$ ) i H-ravni ( $\Phi=90$ ) za centralnu učestanost  $f=22.4$ GHz.



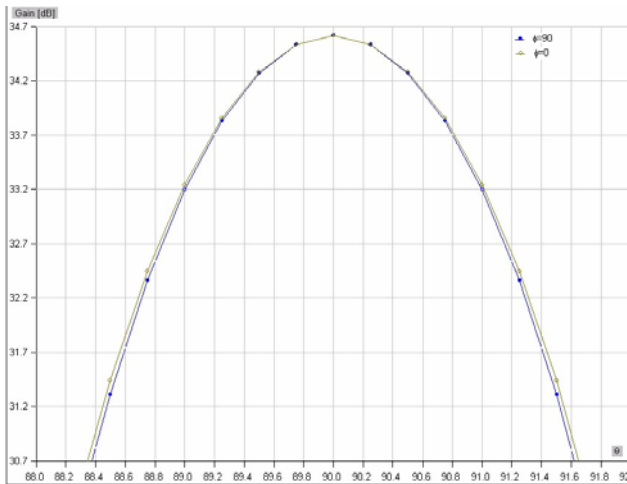
Slika 5. Dijagrami zračenja u H i E-ravni,  $f=22.4$ GHz

Potiskivanje prvih bočnih lobova (FSLA) za 19.5dB u odnosu na glavni, u E-ravni ( $\Phi=0$ ) i H-ravni ( $\Phi=90$ ), za centralnu učestanost  $f=22.4$ GHz prikazano je na *Slici 6*. Sa slike se uočava položaj prvih bočnih lobova na  $\pm 4.7^\circ$  od pravca maksimalnog zračenja.



Slika 6. Nivoi prvih bočnih lobova u H i E ravni,  $f=22.2$ GHz

Na *Slici 7* prikazani su 3dB uglovi u E i H ravni. HPBW<sup>E</sup>= 2.8°, HPBW<sup>H</sup>= 2.75°,  $f=22.4$ GHz.



Slika 7. HPBW uglovi u H i E ravni,  $f=22.4\text{GHz}$

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu je analizirana i simulirana osnosimetrična, klasična, dvoreflektorska Cassegrain antena, sa minimalnom blokadom, linearnom polarizacijom (horizontalnom ili vertikalnom), prečnika 30cm koja radi u frekventnom opsegu od 21.2 do 23.6 GHz. Reflektor antene je realizovan od kompozitnog nanostrukturisanog materijala, domaće proizvodnje, što je smanjilo težinu za preko 50% i snizilo cenu izrade za oko 30% uz nepromenjene električne osobine u odnosu na metalni reflektor. U narednoj fazi nanostrukturisani materijali biće upotrebljeni i za izradu primarnog radijatora, subreflektora, prekrivke i kućišta linka.

Prema ETSI standardu ETS 300 833 za antene koje se koriste u point-to-point digitalnim radio relejnim sistemima, analizirana antena pripada:

1. Rangu 3: 20-24GHz (prema frekventnom opsegu)
2. G kategoriji 2 (visoko co-polar pojačanje  $G_{\min} \geq 32\text{dBi}$ )
3. RPE klasi 1 (antene za rad u mrežama sa niskim potencijalom interferencije)
4. XPD kategorija 2 (standardna diskriminacija ortogonalne polarizacije).

U toku su eksperimenti sa nanostrukturisanim apsorberima za smanjenje bočnih lobova u cilju dobijanja antene najviše klase 3 prema obliku anvelope dijagrama zračenja (vrlo visok interferencijski potencijal).

Na osnovu rezultata analiza procenjene tehničke karakteristike antene su:

- D= 0.3m
- $G \in [34.2, 34.8] \text{ dBi}$
- XPD= 30dB
- HPBW=3°
- F/B =40dB
- $\text{VSWR}_{\max} = 1.3$

RPE ETSI klasa 1

Masa =1 kg

Zbog kašnjenja u izradi primarnog radijatora rezultati merenja nisu prezentovani, pa će to biti učinjeno na samoj konferenciji.

#### LITERATURA

- [1] B. Kolundžija, *WIPL-D Pro, Software and User's Manual*, WIPL-D Ltd., Belgrade, 2004.
- [2] B. Jokanović, *Nova generacija milimetarskih linkova na bazi kompozitnih nanostrukturisanih materijala*, Savetovanje Institut IMTEL Beograd, Lepenski vir, VI 2004.
- [3] P. W. Hannan, *Microwave Antennas Derived from the Cassegrain Telescope*, IRE Transactions on Antennas and Propagation, March 1961, pp 140-153.
- [4] P. A. Jensen, *Cassegrain Systems*, in A. W. Rudge, K. Milne, A. D. Olver, P. Knight (eds.), *The Handbook of Antenna Design, Volume 1*, London, Peter Peregrinus, 1982, Section 3.2.
- [5] K. W. Brown, A. Prata Jr., *Elliptical Beam Closed-Form Dual-Reflector Antenna Efficiently Illuminated by a Feed with an Axially-Symmetric Radiation Pattern*, IEEE International Symposium on Antennas and Propagation Digest Volume 2 (Newport Beach, California, June 18-23, 1995) pp. 877-880
- [6] C. Granet, *Designing Axially Symmetric Cassegrain or Gregorian Dual-Reflector Antennas from Combinations of Prescribed Geometric Parameters*, IEEE Antennas & propagation Magazine, 40, 2, April, 1998, pp.76-82.

**Zahvalnica:** Rad na ovom projektu delimično je finansiran sredstvima Ministarstva za nauku i životnu sredinu Republike Srbije.

**Abstract-** In this paper design of 0.3m 23 GHz Cassegrain antenna with reflector made of composite material is presented.

#### 0.3m 23 GHz CASSEGRAIN ANTENNA WITH COMPOSITE MATERIAL REFLECTOR

Zoran Mičić