

# Na sneg in led odporni lonci za 23cm in 13cm

Matjaž Vidmar - S53MV

## 1. Antene in vremenski pojavi

Radioamaterji se pri izbiri vrste antene pogosto držimo ustaljenih rešitev in niti ne pomislimo, da bi bila drugačna vrsta antene lahko boljše za dano nalogo. Od usmerjenih anten so prav gotovo vsem najbolj znane Yagi antene najrazličnejših vrst. Delovanje Yagi antene je osnovano na zbiralni leči, ki jo izdelamo iz "umetnega" dielektrika. S primernim oblikovanjem kovinskih delov (palčk, zankic, diskov) in izkoriščanjem rezonančnih pojavov dosežemo, da se naprava obnaša kot zbiralna leča, in to glede na izmere z zelo majhno količino kovine.

Med vsemi različnimi vrstami anten so prav gotovo Yagi antene tiste, ki dosežejo največji dobitok z najmanjšo količino uporabljenega materiala, to je najmanjšo maso aluminija. Vsakršno varčevanje ima seveda svoje slabe strani. Ker v Yagi anteni izkoriščamo rezonančne pojave v palčkah ali zankicah, delujejo takšne antene le v ozkem frekvenčnem pasu.

Yagi antene so zato zelo občutljive na točnost izdelave in na zunanje vplive. Občutljivost na zunanje vplive se še povečuje z naraščajočo frekvenco, saj se izmere posameznih delov antene manjšajo. Pri Yagi anteni za amatersko področje 23cm (1296MHz) lahko že samo dežne kapljice, ki se naberejo na palčkah antene, premaknejo delovno frekvenco antene navzdol za več kot 50MHz. Ker je Yagi antena razmeroma ozkopasovna, se pojav takoj pozna kot izguba več dB dobitka antene!

Yagi antene za frekvence nad 500MHz se zato običajno načrtujejo za nekoliko višjo nazivno frekvenco, da že dežne kapljice povsem ne porušijo delovanja antene. Opisani ukrep je seveda povsem neučinkovit proti snegu ali ledu na palčkah antene, saj je vpliv snega ali ledu še dosti večji. Sneg ali led običajno popolnoma porušita delovanje Yagi antene: glavni snop antene se obrne nazaj, v običajni smeri sevanja pa se pojavi globoka ničla v smernem diagramu.

Profesionalne Yagi antene za frekvence nad 300MHz so zato

običajno vgrajene v vodotesno škatlo iz izolacijske snovi, ki naj bi občutljivo anteno ščitila pred vremenskimi vplivi. Vgradnja Yagi antene v vodotesno škatlo še zdaleč ni enostavna. Žkatla iz izolacijske snovi kot vsak dielektrik pomakne rezonančne frekvence palčk Yagi antene navzdol in hkrati skrajša goriščno razdaljo leče. Preprosto povedano, ob vgradnji Yagi antene v škatlo je treba celotno anteno na novo preračunati in izmeriti!

Razen zahtevnega načrtovanja Yagi antene v škatli predstavlja škatla tudi dodatno delo pri izdelavi in se običajno izkaže dražja od vseh ostalih delov antene skupaj. Podolgovata škatla z Yagi anteno tudi ni najbolj posrečena oblika, saj se na škatli nabira sneg, ki le stežka zdrsne dol, še posebno pri vodoravni (horizontalni) polarizaciji.

Pri vseh radijskih napravah na planinskih postojankah, kjer sta sneg in led pogosta pojava, je zato bolj smiselno uporabiti drugačne antene. Antene za govorne in ATV repetitorje, za packet-radio omrežje in za radijske svetilnike naj bi bile izdelane tako, da so vse aktivne sevajoče površine pokončne, da se na njih sneg ne nabira in led čimprej zdrsne dol. Med radioamaterji so najbolj znane različne izvedbe bočnih skupin, osmic in dvojnih osmic, ki jih lahko vgradimo v vodotesno pokončno škatlo, ki ustreza gornjim zahtevam. Dvojno osmico za 23cm področje je opisal Jože S53SX v CQ ZRS 5/94.

## 2. Votlinski rezonatorji kot mikrovalovne antene

Razen opisane dvojne osmice z dobitkom okoli 9dBi obstaja še cela vrsta anten, ki tudi izpolnjujejo vse zahtevane pogoje in jih je enostavno izdelati. V tem članku se bom omejil na družino anten, ki imajo obliko okroglih votlinskih rezonatorjev. Vse opisane antene sem izdelal in natančno premeril predvsem zato, da sem lahko natančno določil vpliv zaščitnih pokrovov (po angleško "radome"), ki na frekvencah nad 1GHz še zdaleč ni zanemarljiv.

Votlinski rezonatorji so prazne

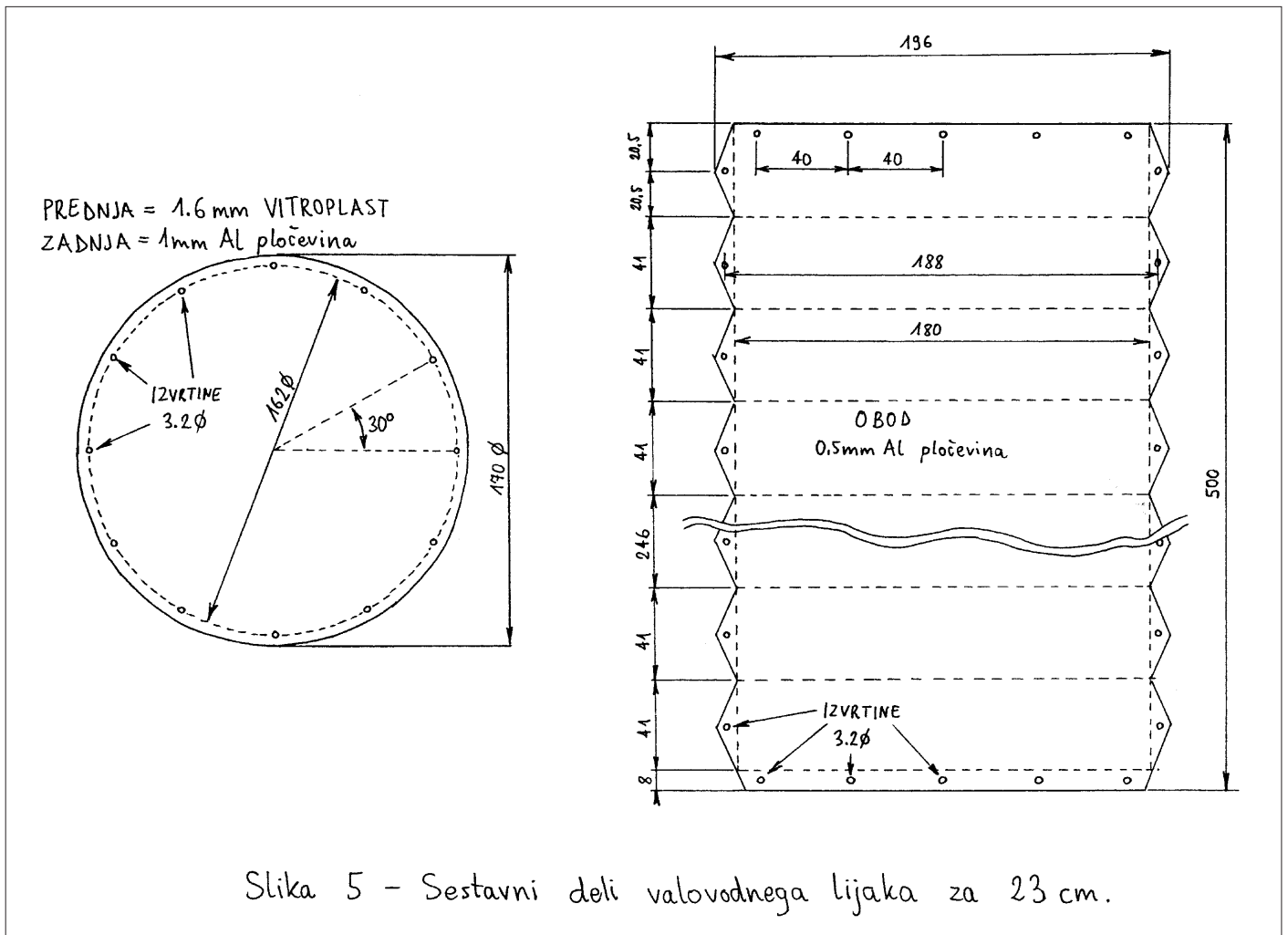
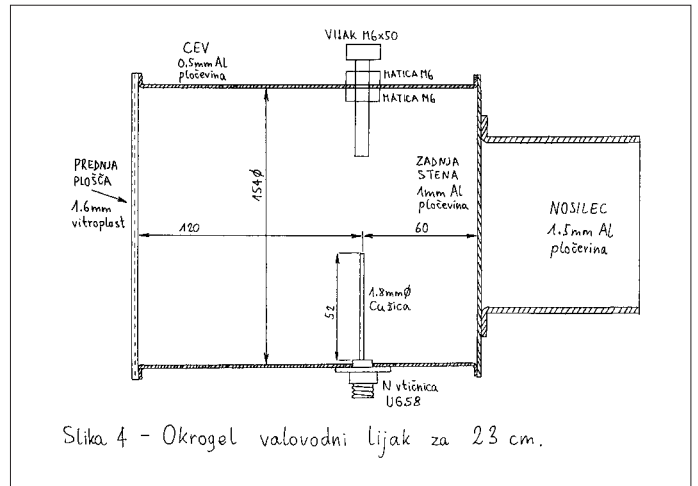
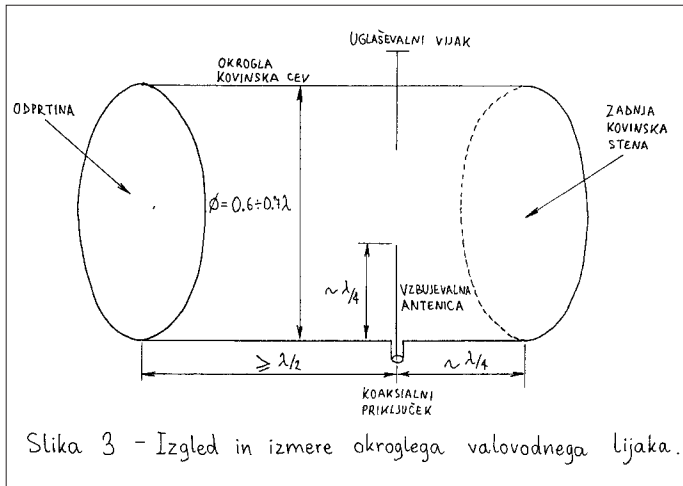
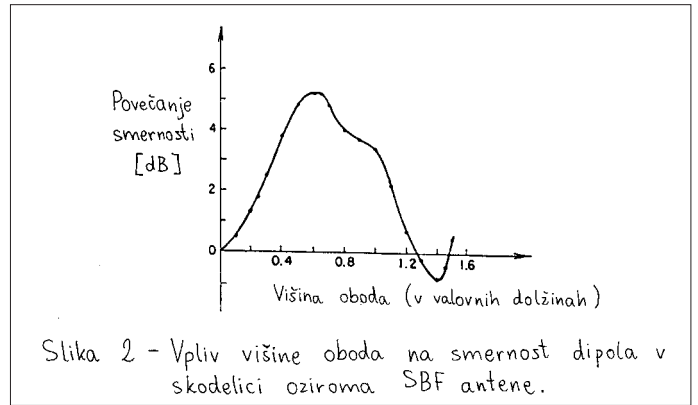
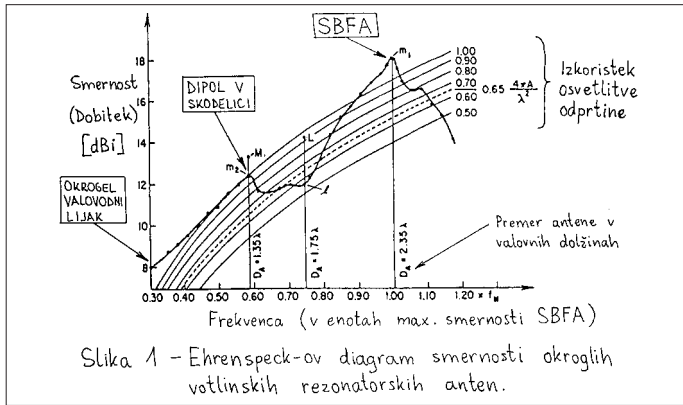
kovinske škatle. Iz votlinskega rezonatorja dobimo anteno tako, da eno kovinsko stranico odstranimo oziroma jo nadomestimo z zaščitno steno iz izolacijske snovi, ki je prozorna za radijske valove. Lastnosti takšne antene seveda dependijo od oblike električnega in magnetnega polja znotraj votlinskega rezonatorja.

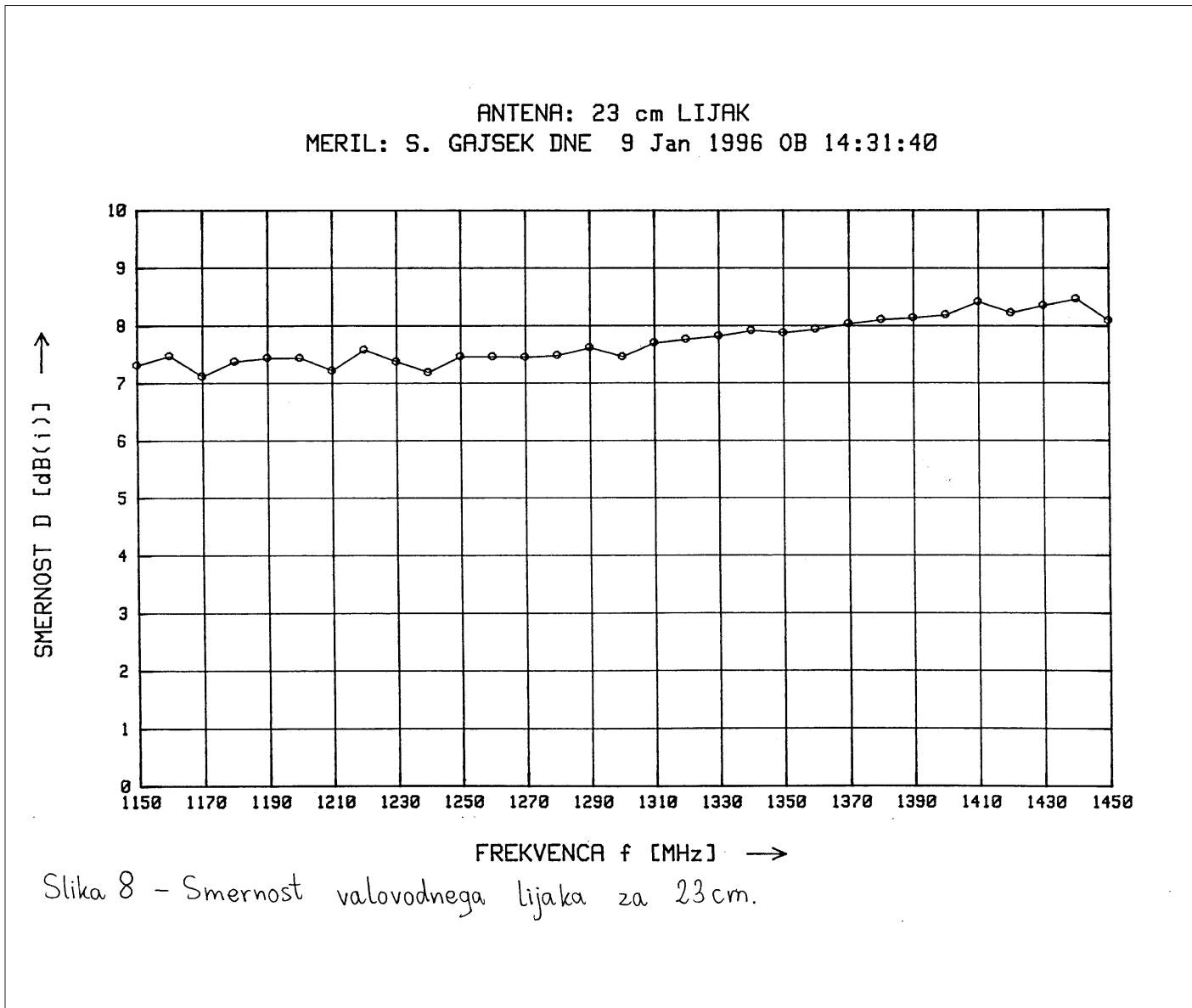
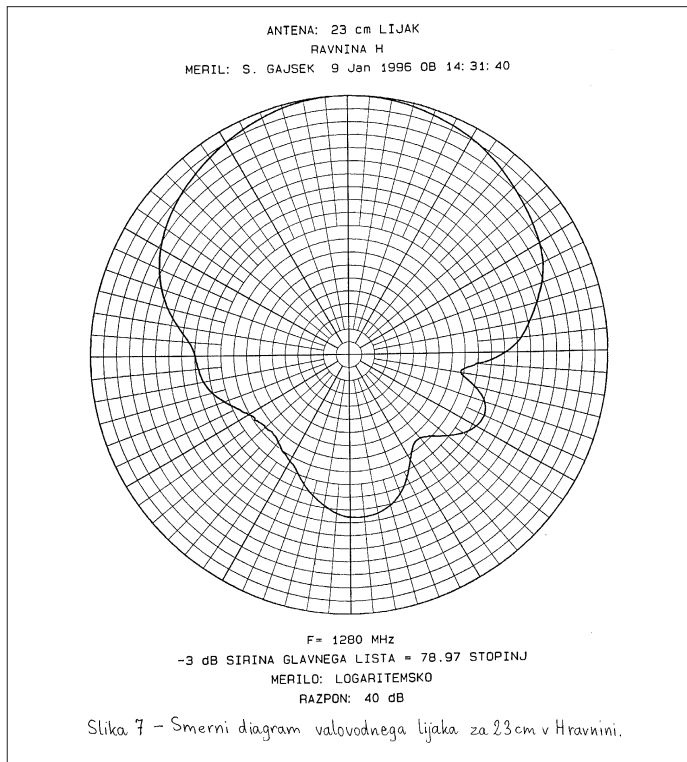
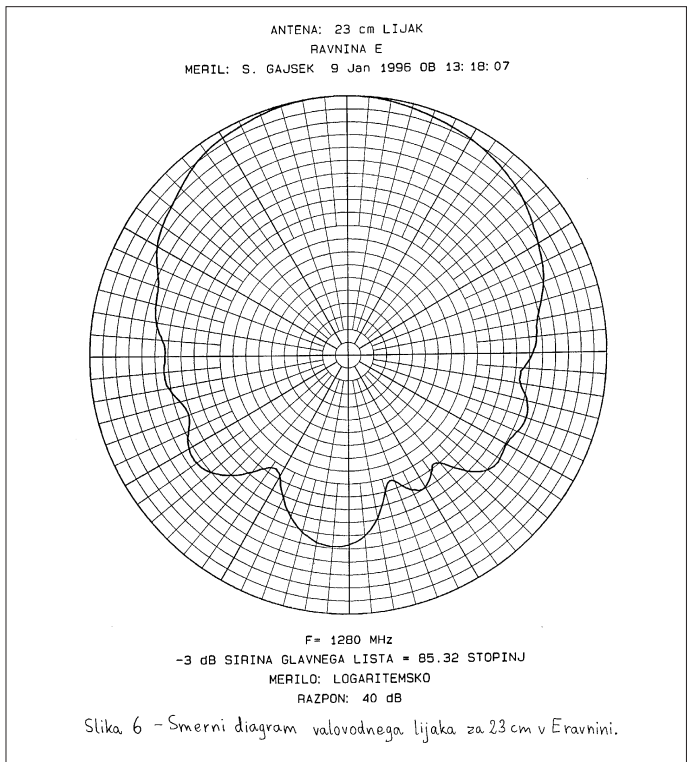
S pravilnim vzbujanjem votlinskega rezonatorja lahko dosežemo zelo dober sevalni izkoristek aktivne površine antene, kot je to s poskusi ugotovil Ehrenspeck, izumitelj SBF antene (glej sliko 1). Ehrenspeck-ova krivulja je verjetno za kakšen dB previsoka, saj je pri dobitkih nad 15dBi težko preseči 100% izkoristek osvetlitve odprtine. Vendar celotna krivulja pokaže značilne minimume in maksimume dobitka, ki ustrezajo pripadajočim vrstam rezonatorskih anten.

Rezonator v obliki valja lahko obravnavamo tudi kot valovod krožnega prereza. Odprti konec valovoda se obnaša kot antena z imenom valovodni lijak. Dobitek takšne antene se seveda veča s premerom vse do nastopa višjih valovodnih rodov. Nastop višjih rodov lahko do določene mere zaustavimo s povsem simetričnim vzbujanjem valovoda z dipolom, takšno anteno pa običajno imenujemo dipol v skodelici (cup dipole).

Že večji dobitok dosežemo tako, da obliko električnega in magnetnega polja v rezonatorju popravimo z dodatnim malim reflektorjem pred dipolom in dobimo Short-BackFire anteno (glej opis SBFA za 13cm v CQ ZRS 3/95). Razen opisanih načinov vzbujanja votlinskega rezonatorja bi seveda lahko izdelali tudi podolgovat stožčast valovodni lijak. Takšen lijak lahko postane zelo dolg, ker potrebna dolžina narašča sorazmerno kvadratu premera odprtine. Podolgovati stožčasti lijak postane nepraktično dolg pri dobitkih nad 20dBi, pri dobitku 15dBi pa je še vedno lijak dvakrat daljši od premera enakovredne SBF antene.

Na frekvencah pod 3GHz so izmere rezonatorskih anten razmeroma velike. Premer odprtine na rezonatorju neposredno določa dobitok antene, kot to prikazuje slika 1. Težje je določiti potrebno dolžino rezonatorja





(dolžino okrogle kovinske cevi oziroma višino oboda). Pri antenah, kjer izkoriščamo rezonančne pojave za doseganje željene osvetlitve odprtine (dipol v skodelici ali SBFA), je dobitek močno odvisen od višine oboda, kot to prikazuje Ehrenspeck na sliki 2.

V tem članku bom natančno opisal tri okrogle votlinske rezonatorske antene: (A) okrogel valovodni lijak z dobitkom okoli 7.5dBi, (B) dipol v skodelici z dobitkom okoli 12dBi in (C) SBFA z dobitkom okoli 16dBi. Vse tri antene sem izdelal in izmeril vključno z zaščitnimi pokrovi za področje 23cm (1280MHz). Dipol v skodelici sem izdelal tudi za 13cm (2360MHz). SBFA za 13cm je bila že objavljena, zato bom tu opisal le poskuse s SBFA z dvojnimi obodom in različnimi zaščitnimi pokrovi.

### 3. Okrogel valovodni lijak za 23cm

Najenostavnejša rezonatorska antena je okrogel kovinski lijak, ki je prikazan na sliki 3. Ko je premer cevi dovolj velik, da se po njemu lahko širi osnovni valovodni rod TE<sub>11</sub> in hkrati dovolj majhen, da se po cevi ne širijo višji valovodni rodovi, je vzbujanje takšnega lijaka zelo enostavno. Polje v rezonatorju vzbudimo z malo  $\lambda/4$  antenico v steni cevi, rezonator pa sam poskrbi, da se polje pravilno oblikuje. V ta namen mora biti cev dovolj dolga, vsaj pol valovne dolžine med vzbujevalno antenico in odprtino lijaka.

Praktična izvedba valovodnega lijaka za 23cm je prikazana na sliki 4. Cev izdelamo iz 0.5mm debele aluminijeve pločevine, zadnjo steno pa iz 1mm debele aluminijeve pločevine. Odprtino zaščitimo pred vremenskimi pojavi s ploščo 1.6mm debelega vitroplasta. Posamezne sestavne dele antene (glej sliko 5) sestavimo skupaj s kratkimi M3 vijaki (M3x4 ali M3x5) in pred dokončnim sestavljanjem vse spoje zatesnimo s silikonskim kitom, le na spodnji strani antene pustimo nezatesnjen spoj, da iz antene lahko odteka kondenzirana vlaga.

Polarizacija opisane antene je linearna, v smeri vzbujevalne antenice znotraj rezonatorja. Pred izdelavo antene moramo zato razmisliti, kakšno polarizacijo želimo in temu ustrezno izvrtati luknje za VF vtičnico na eni strani in uglaševalni vijak na drugi strani. Anteno uglašimo na željeno frekvenco predvsem z dolžino

vzbujevalne antenice (okoli 52mm za 1280MHz). Prilagoditev antene nato popravimo z uglaševalnim vijakom, ki ga privijemo v cev točno na nasprotni strani vzbujevalne antenice.

Antena seveda deluje tudi brez uglaševalnega vijaka, vendar bomo brez vijaka stežka dosegli odbojnost manjšo od 0.2 (valovitost pod 1.5). Ko namestimo še prednjo zaščitno ploščo iz vitroplasta, lahko odbojnost preseže 0.3 in valovitost doseže 2. S pomočjo uglaševalnega vijaka lahko seveda poljubno dobro uglašimo anteno in razmeroma hitro dosežemo odbojnost pod 0.1 (valovitost pod 1.2).

Opisani valovodni lijak je antena z razmeroma širokim kotom sevanja v obeh ravninah, kot to prikazujeta sliki 5 in 6 pri frekvenci 1280MHz. Razen kot samostojna antena je takšen valovodni lijak primeren tudi za osvetlitev paraboličnega zrcala (glej sprejemnik za satelit Meteosat v CQ ZRS 1/95). Smernost in dobitek lijaka se z naraščanjem izmer oziroma višanjem frekvence počasi višata, kot to prikazuje izmerjena krivulja na sliki 8.

Z višanjem frekvence (oziroma večanjem premera lijaka) se začnejo pojavljati višji valovodni rodovi, ki kazijo delovanje antene. Že prej kot na krivulji dobitka opazimo velike spremembe v smernem diagramu, predvsem v ravnini električnega polja. Pri dovolj visoki frekvenci (1450 MHz za opisani lijak) se glavni snop sevanja antene že močno odkloni, kot to prikazuje slika 9.

### 4. Dipol v skodelici za 23cm

Pojav višjih valovodnih rodov lahko do določene mere omejimo, če vzbujamo polje v okroglem valovodu čimbolj simetrično, na primer s pomočjo polvalovnega dipola točno v osi valovoda. Takšno anteno imenujemo dipol v skodelici (po angleško "cup dipole") in je prikazana na sliki 10.

Praktična izvedba dipola v skodelici za 23cm je prikazana na sliki 11. Tudi v tem slučaju izdelamo obod iz 0.5mm debele aluminijeve pločevine, zadnjo kovinsko steno iz 1mm debele aluminijeve pločevine in prednjo zaščitno ploščo iz 1.6mm debelega vitroplasta. Posamezne dele antene (glej sliko 12) sestavimo skupaj s kratkimi M3 vijaki (M3x4 ali M3x5) in pred dokončnim sestavljanjem vse spoje zatesnimo s

silikonskim kitom, le na spodnji strani antene pustimo nezatesnjen spoj, da iz antene lahko odteka kondenzirana vlaga.

Radioamaterski frekvenčni področji 23cm in 13cm sta ravno v srečnem razmerju, da potrebuje podobne sestavne dele tudi SBFA za 13cm. Prednja in zadnja plošča dipola v skodelici za 23cm po izmerah povsem ustrezata obema ploščama SBFA za 13cm, le obod dipola v skodelici je višji, 120mm namesto 70mm. Za praktično izdelavo anten si pripravimo le dve šabloni: eno za prednje/zadnje okrogle plošče in eno za obod 13cm SBFA. Pri izdelavi oboda za dipol v skodelici za 23cm šablono ustrezno zamaknemo. Ker potrebujemo zamik 50mm in znaša razdalja med luknjami prav tako 50mm, res ni treba delati dodatne šablone za dipol v skodelici za 23cm.

Polarizacija dipola v skodelici povsem ustreza polarizaciji vzbujevalnega dipola. Takšna antena z enim samim vzbujevalnim dipolom je torej linearno polarizirana, z dvema primerno napajanimi dipoloma pa lahko dosežemo tudi krožno polarizacijo. Tudi dipol v skodelici občuti vpliv zaščitne plošče iz vitroplasta, ki v slučaju opisanih anten celo izboljšuje impedančno prilagoditev (znižuje odbojnost pod 0.2 oziroma valovitost pod 1.5).

Dipol v skodelici za 23cm ima večji dobitek od enostavnega valovodnega lijaka. Kot sevanja je zato ožji v obeh ravninah, kot to prikazujeta sliki 13 in 14 pri frekvenci 1280MHz. Smernost in dobitek dipola v skodelici počasi naraščata s frekvenco, potem pa se pri določeni frekvenci delovanje antene naenkrat poruši, kar prikazuje izrazit zob na izmerjeni krivulji smernosti na sliki 15.

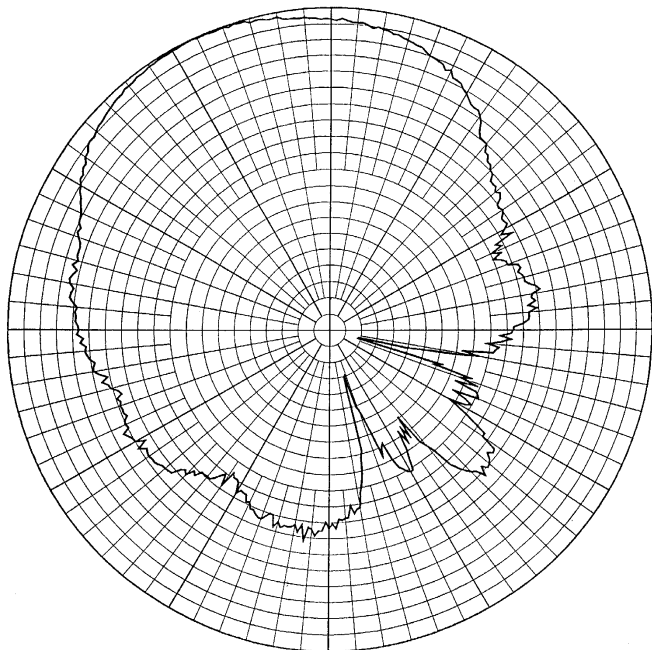
Razlago tega pojava daje slika 16, na kateri je izrisan smerni diagram opisanega dipola v skodelici za 23cm v E ravnini pri frekvenci 1370MHz. Pri določeni frekvenci se v valovodu krožnega prereza pojavijo tudi višji simetrični rodovi, ki jih nikakor ne moremo izločiti s simetrično postavljenim vzbujevalnim dipolom. Dodatni višji rodovi povsem porušijo smerni diagram antene, ki se "razpihne", močno povečani ali novo nastali stranski snopi pa odžirajo moč glavnemu snopu.

### 5. Dipol v skodelici za 13cm

Podoben dipol v skodelici lahko

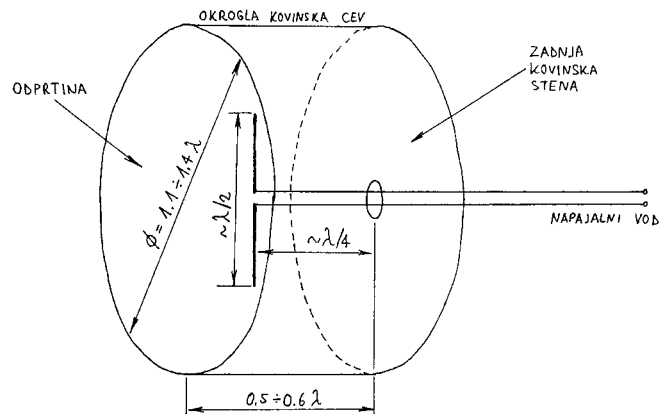


ANTENA: 23 cm LIJAK  
 RAVNINA E  
 MERIL: S. GAJSEK 9 Jan 1996 OB 13: 18: 07

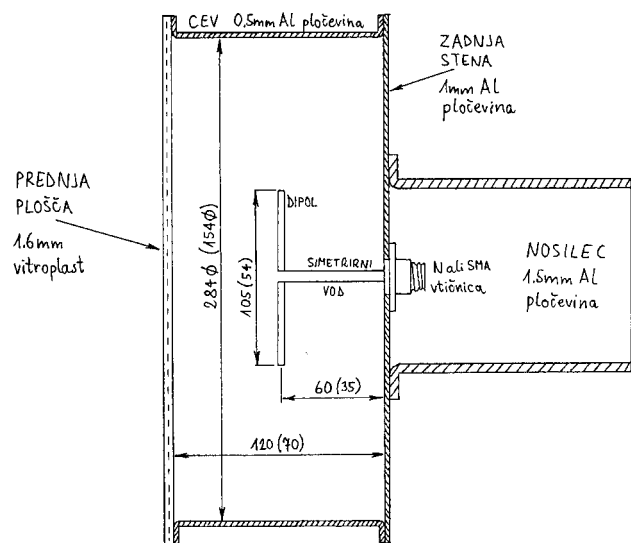


F = 1450 MHz  
 -3 dB SIRINA GLAVNEGA LISTA = 71.5 STOPINJ  
 MEROLO: LOGARITEMSKO  
 RAZPON: 40 dB

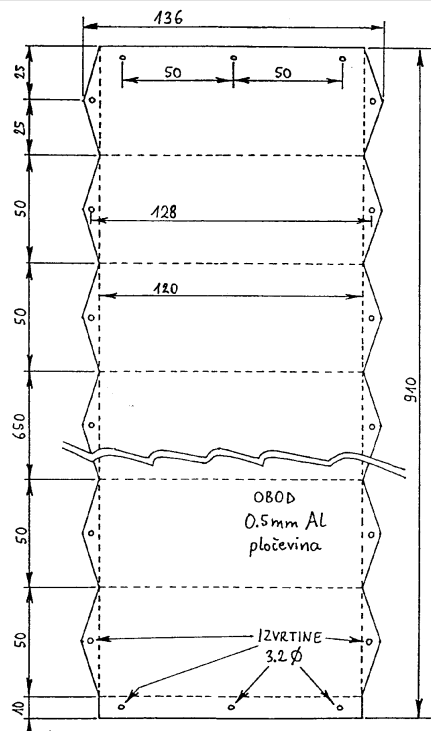
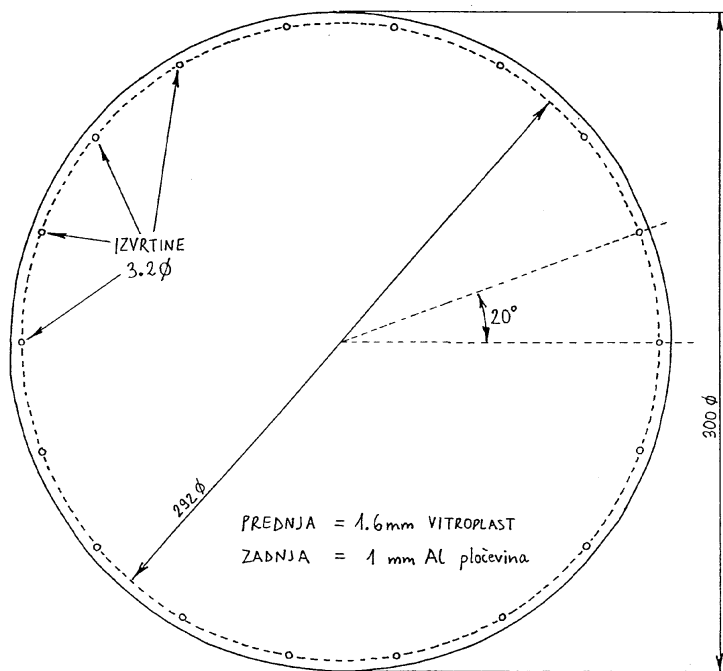
Slika 9 - Odklon glavnega snopa lijaka zaradi pojava višjih valovodnih redov.



Slika 10 - Izgled in izmere dipola v skodelici.



Slika 11 - Dipol v skodelici za 23cm (13cm).



Slika 12 - Sestavni deli dipola v skodelici za 23 cm.

seveda izdelamo tudi za frekvenčno področje 13cm, če vse izmere zmanjšamo v ustreznem razmerju frekvenc. Izmere dipola v skodelici za 13cm so prikazane v oklepajih na sliki 11. Izjema je prednja zaščitna plošča iz vitroplasta, ki je tudi v slučaju dipola v skodelici za 13cm debeline 1.6mm, se pravi nespremenjena glede na 23cm anteno. V slučaju dipola v skodelici se je debelejša plošča izkazala za ugodnejšo rešitev, ker se njen vpliv kaže v boljši prilagoditvi impedance antene.

Tudi pri izdelavi dipola v skodelici za 13cm izkoristimo srečno razmerje med frekvenčnimi področji 13cm in 23cm. Za dipol v skodelici za 13cm potrebujemo povsem enako prednjo in zadnjo ploščo kot za valovodni lijak za 23cm, le višina oboda znaša komaj 70mm namesto 180mm. Za izdelavo sestavnih delov dipola v skodelici za 13cm prikazanih na sliki 17 zato uporabimo isti šablono kot za valovodni lijak za 23cm.

Smerni diagram skodelice za 13cm je podoben smernemu diagramu enake antene za 23cm, kot to prikazujeta sliki 18 in 19 pri frekvenci 2360MHz. Vpliva debelejšega zaščitnega pokrova (v enotah valovnih dolžin) ne opazimo. Tudi izmerjena krivulja frekvenčne odvisnosti smernosti na sliki 20 ima podoben potek z značilnim zobom kot pri enaki anteni za 23cm. Pri visokih frekvencah (2480MHz) višji valovodni rodovi porušijo smerni diagram skodelice za 13cm, kot je to razvidno na sliki 21.

## 6. Short-BackFire antena za 23cm

Prirastek smernosti (dobitka) dipola v skodelici se poruši, ko premer antene preseže približno 1.4 valovne dolžine. Pri še večjih antenah z dipolom nujno vzbudimo večje število valovodnih rodov, porazdelitev polja pa v večini slučajev ne omogoča povečanja smernosti in dobitka antene. Izjema je SBF antena, kjer z dodatnim malim reflektorjem dosežemo takšno medsebojno razmerje jakosti in faz posameznih rodov, da zelo lepo osvetlimo odprtino.

Pri SBFA lahko izkoristek osvetlitve odprtine, to je razmerje med dobitkom naše antene in dobitkom povsem enakomerno osvetljene odprtine, tudi preseže vrednost 100%. Obratno je izkoristek osvetlitve majhnih paraboličnih zrcal običajno zelo nizek. Če znaša premer paraboličnega zrcala komaj nekaj va-

lovnih dolžin, bo izkoristek osvetlitve težko presegel 50%. Vzrok slabega izkoristka je senca žarilca in sevanje žarilca preko roba zrcala.

SBFA je zato lahko zelo učinkovito nadomestilo za parabolično zrcalo. SBFA za 13cm področje premera 30cm, opisana v CQ ZRS 3/95, naprimer nadomesti parabolično zrcalo premera najmanj 45cm! Ker so se opisane SBFA za 13cm odlično izkazale v letošnji sneženi zimi, saj ni še nobena 13cm packet-radio zveza odpovedala, je smiselno izdelati podobno anteno tudi za 23cm področje.

SBFA za 23cm ima zunanji premer okoli 50cm in s svojim dobitkom nadomešča parabolično zrcalo premera vsaj 70cm. Izmere antene so prikazane na sliki 22. Glede na razmerje valovnih dolžin 13cm/23cm je 23cm inačica SBFA nekoliko manjša in to iz več razlogov. Manjša antena daje sicer za nekaj desetink dB manjši dobitok, je pa zato dosti manj občutljiva na točnost izdelave in nesimetrijo vzbujevalnega dipola. Tudi uglaševanje antene je manj zahtevno, rezonanca vzbujevalnega dipola ni tako ostra kot pri 13cm inačici.

Končno so nekoliko manjše izmere SBFA ugodne tudi pri izdelavi sestavnih delov antene, ki so prikazani na sliki 23. Premer prednje in zadnje plošče je namenoma le nekoliko manjši od 50cm, da lahko iz meter široke plošče aluminija ali vitroplasta izrežemo sestavne dele za dve anteni brez večjega izmeta materiala. Obod je zelo podoben obodu dipola v skodelici za 23cm in ga lahko izdelamo z isto šablono. Glede na obliko razpoložljive pločevine se moramo pač odločiti, če izdelamo obod iz enega ali dveh kosov.

SBFA za 23cm je največja od opisanih anten, vendar je tudi tu 1.6mm vitroplast dovolj trden za prednjo ploščo in 0.5mm aluminijeva pločevina povsem zadošča za obod. Glede na izvedbo nosilca pa moramo presoditi, če za zadnjo steno zadošča 1mm aluminijeva pločevina. Zadnjo steno lahko seveda izdelamo iz debelejših pločevin brez kakršnegakoli neželjenega vpliva na električne lastnosti antene. SBFA za 23cm sestavimo z vijaki in zatesnimo s silikonskim kitom povsem enako kot valovodni lijak oziroma dipol v skodelici.

Smerni diagram opisane SBF antene je prikazan v obeh ravninah na slikah 24 in 25 pri frekvenci 1280MHz. Glede na 13cm inačico

ima SBFA za 23cm širši glavni snop in nižje stranske snope. Izmerjena krivulja smernosti na sliki 26 pokaže, da doseže opisana antena največjo smernost 16.3dBi okoli frekvence 1410MHz, v radioamaterskem 23cm področju pa je smernost za približno 0.5dB nižja. Teh dodatnih 0.5dB lahko sicer zelo hitro izgubimo pri dobitku zaradi slabe prilagoditve impedance antene pri frekvenci največje smernosti, na nekoliko nižjih frekvencah pa je uglaševanje vzbujevalnega dipola precej bolj enostavno.

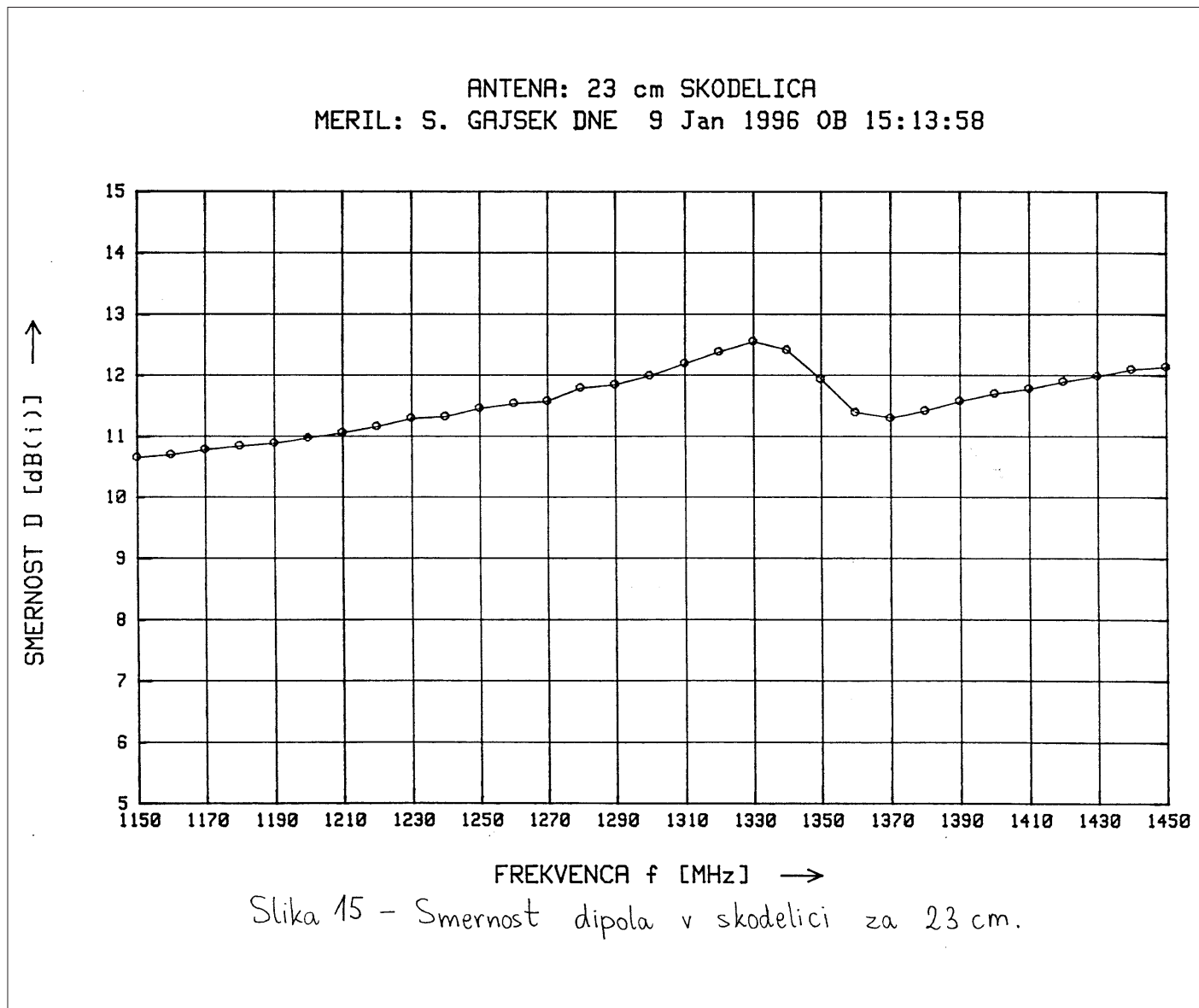
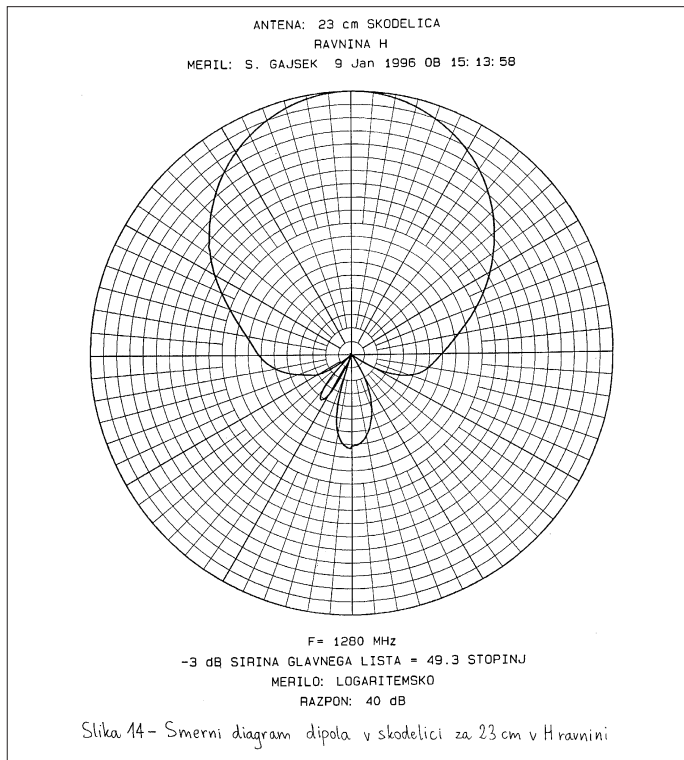
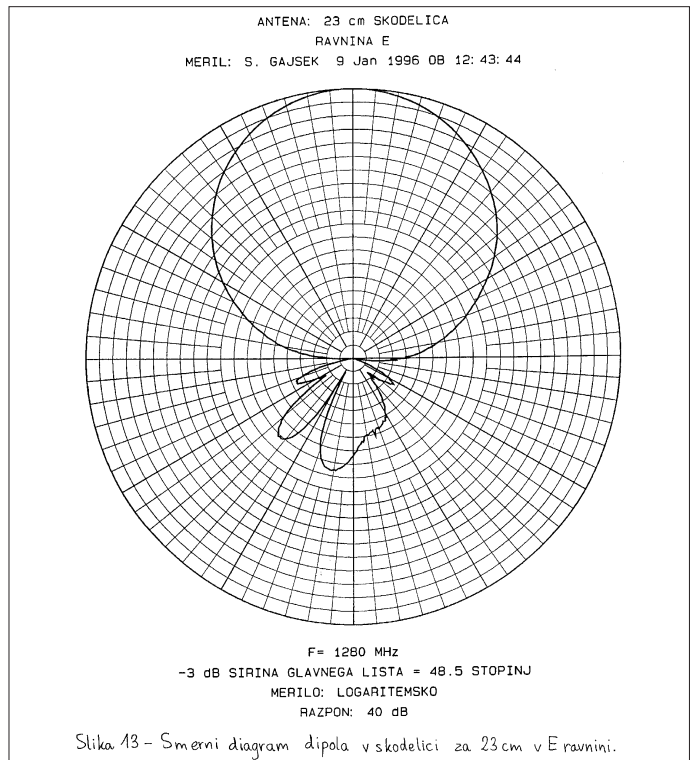
## 7. Različne inačice SBFA za 13cm

Razen najbolj znane oblike SBF antene z enima samim obodom okoli ravnega velikega reflektorja obstaja še kopica najrazličnejših SBF anten, ki se v glavnem razlikujejo po obliki in izmerah velikega reflektorja. Predvsem ni nujno, da je površina velikega reflektorja ravna. Z zakrivljenim reflektorjem lahko dobimo še večjo smernost in dobitok, SBFA pa na ta način mirno preide v parabolično zrcalo.

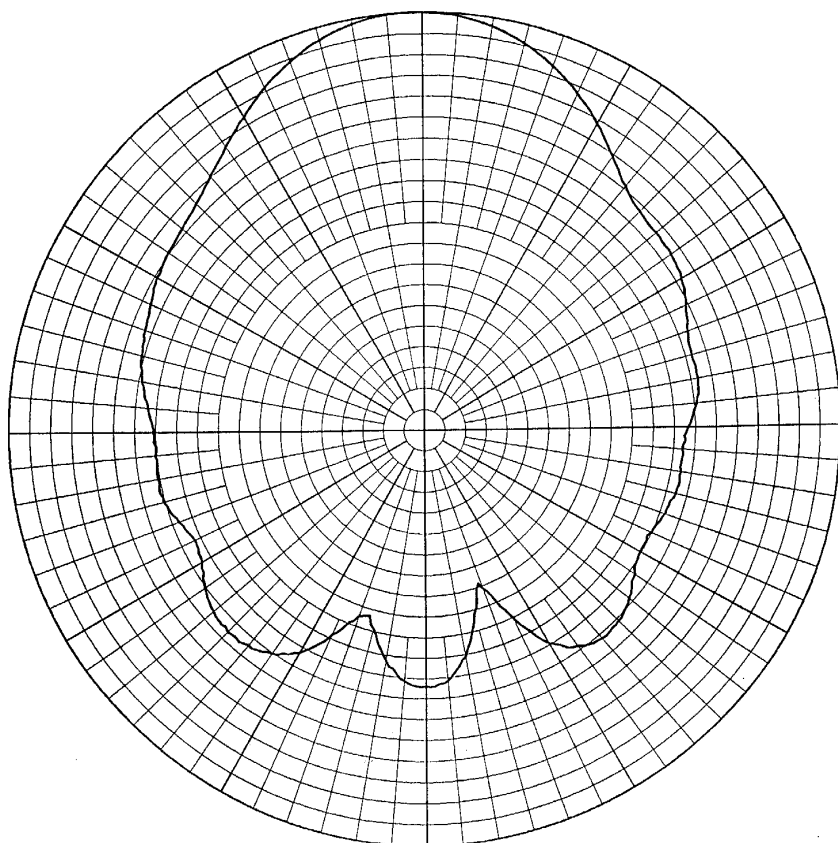
Nekoliko večji dobitok omogoča tudi SBFA z dvojnimi obodom, ki je prikazana na sliki 27. V 13cm področju sem preizkusil anteno s premerom zunanje oboda 333mm in višino 70mm ter premerom notranjega oboda 265mm in višino 30mm. Meritve so pokazale, da takšna antena dosega visoko smernost preko 16dBi v zelo širokem frekvenčnem pasu, kot je to razvidno iz izmerjene krivulje na sliki 28. Pri tem je največja smernost za približno 0.5dB višja od navadne SBFA z enojnim obodom.

Žal je SBFA z dvojnimi obodom zelo občutljiva na zaščitni pokrov. Pokrov iz 1.6mm debelega vitroplasta pokvari delovanje antene v tolikšni meri, da ni bistveno boljša od navadne SBFA z enojnim obodom, kot to prikazuje izmerjena krivulja smernosti na sliki 29. Kvarno delovanje pokrova na lastnosti antene so potrdile tudi neposredne meritve jakosti sprejemanega signala na 2360MHz: brez pokrova daje SBFA z dvojnimi obodom približno 0.5dB več signala, s pokrovom pa 0.5dB manj signala od običajne SBFA z enojnim obodom.

Ker zaščitni pokrov kvarno vpliva na smernost in dobitok SBF antene, ga moramo izdelati iz čim tanjšega vitroplasta. Pri SBF antenah za področje 13cm moramo uporabiti



ANTENA: 23 cm SKODELICA  
RAVNINA E  
MERIL: S. GAJSEK 9 Jan 1996 OB 12: 43: 44



F = 1370 MHz  
-3 dB SIRINA GLAVNEGA LISTA = 42.54 STOPINJ  
MEROLO: LOGARITEMSKO  
RAZPON: 40 dB

Slika 16 - Višji valovodni rodovi porušijo smerni diagram skodelice za 23 cm.

0.8mm ali še tanjši vitroplast. V področju 23cm lahko seveda uporabimo sorazmerno z večjo valovno dolžino debelejši vitroplast, se pravi običajni 1.6mm vitroplast.

Gradnja SBF antene z dvojnimi obodom se verjetno ne izplača, saj je povečanje dobitka nesorazmerno majhno v primerjavi z vloženi trdom. SBFA za 13cm pa lahko izboljšamo z boljšim vzbujevalnim dipolom, ki bo opisan v naslednjem odstavku.

## 8. Vzbujevalni dipoli za skodelice in SBFA

Željeno polje v rezonatorju skodelice ali SBF antene najenostavneje vzbujamo s polvalovnim dipolom, čeprav so možne tudi drugačne rešitve. Skodelico ali SBF anteno lahko naprimer vzbujamo tudi z okroglim ali pravokotnim valovodom. Polvalovni dipol zahteva simetrično vezje, da ga lahko napajamo z običajnim 50-ohmskim koaksialnim vodom.

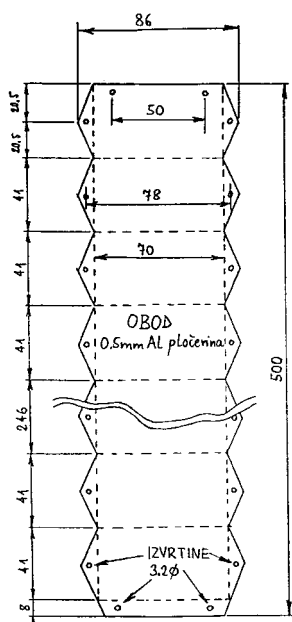
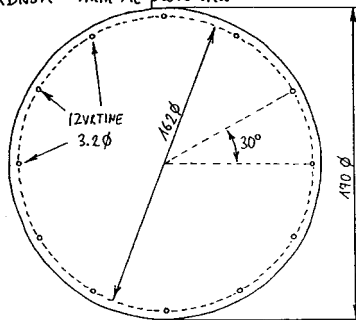
V slučaju SBF antene je rezonanca dipola še posebno ostra, saj je dipol zaprt v prostoru med malim in velikim reflektorjem. Frekvenčni pas impedančne prilagoditve je zato večkrat ožji od pasu delovanja SBF rezonatorja.

Neprilagoditev impedance se kaže kot edina izguba dobitka antene, saj je električni izkoristek opisanih rezonatorskih anten zelo blizu enote. Dobitek rezonatorske antene zato dobro ocenimo tako, da od izmerjene krivulje smernosti odštejemo izgube zaradi neprilagoditve impedance vzbujevalnega dipola. Delovanje antene v širšem frekvenčnem pasu zagotovimo tako, da izdelamo širokopasoven vzbujevalni dipol.

Električna vezava vzbujevalnega dipola je prikazana na sliki 30. Sam dipol je izdelan iz koaksialnega kabla, notranji vodnik pa je povezan tako, da s svojo jalovo impedanco nekoliko popravi frekvenčni potek impedance in razširi rezonanco dipola. Dipol je povezan na simetrični vod iz dveh enakih koaksialnih kablov dolžine približno četrt valovne dolžine. Po enem kable pripeljemo signal na dipol, od drugega kabla pa povežemo le oklop kot simetrično protiutež.

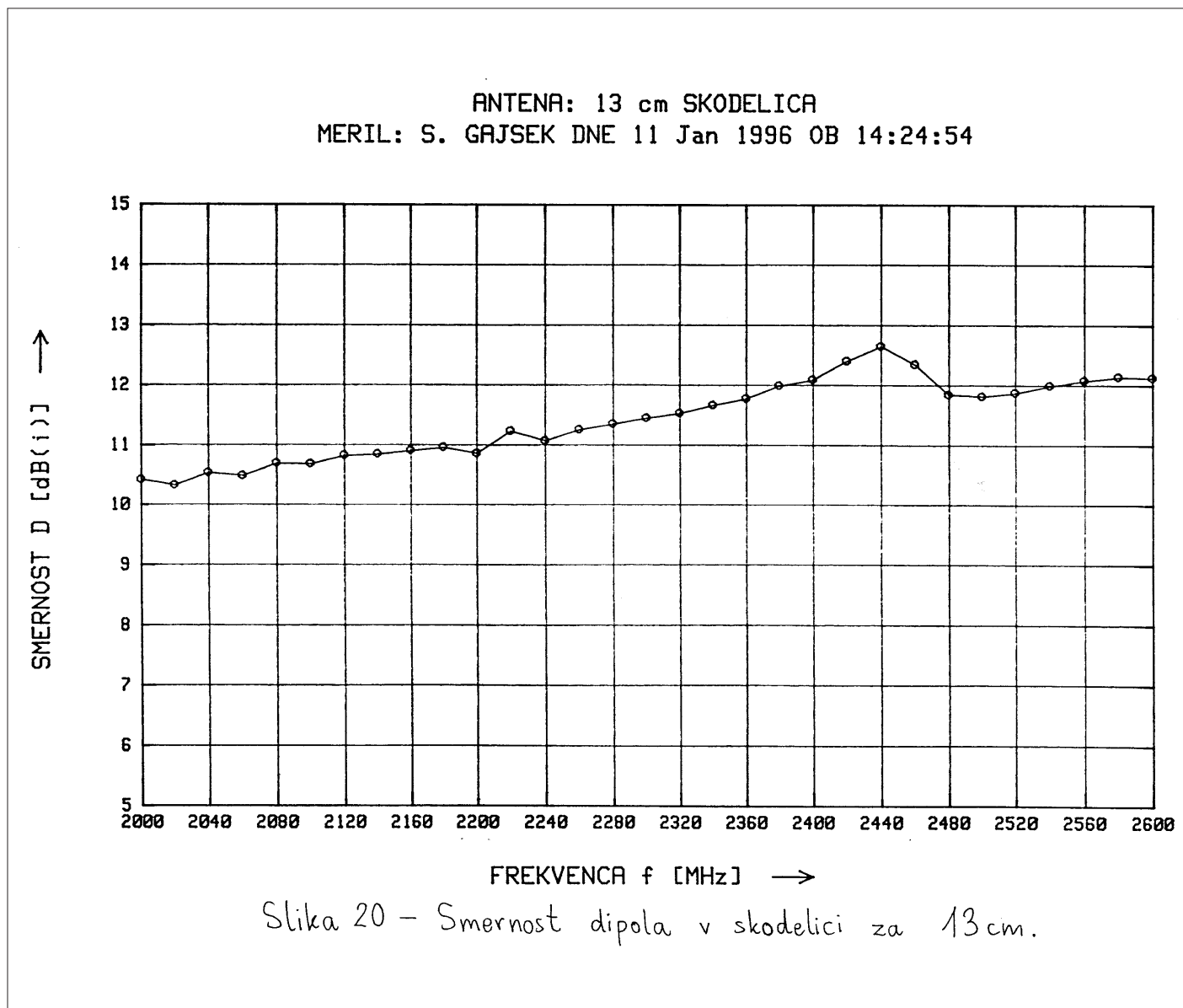
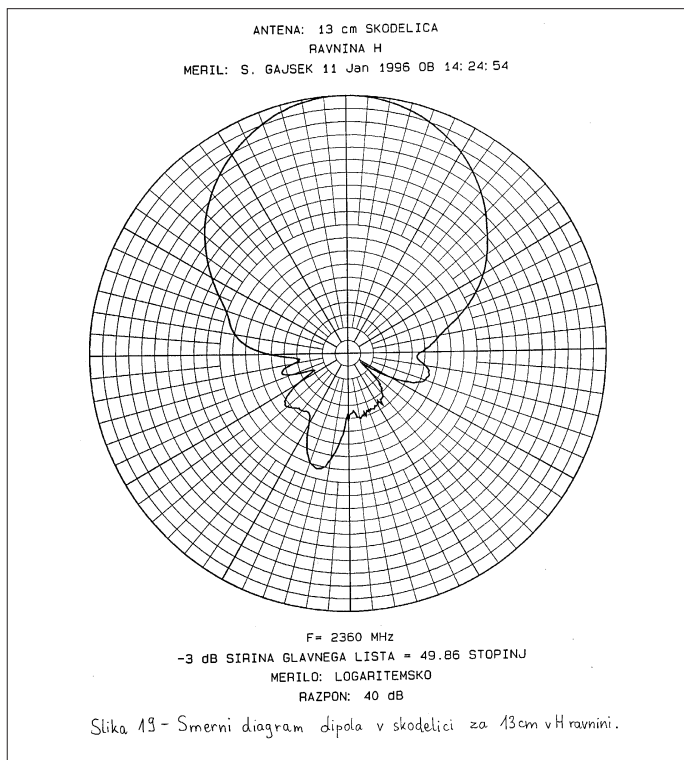
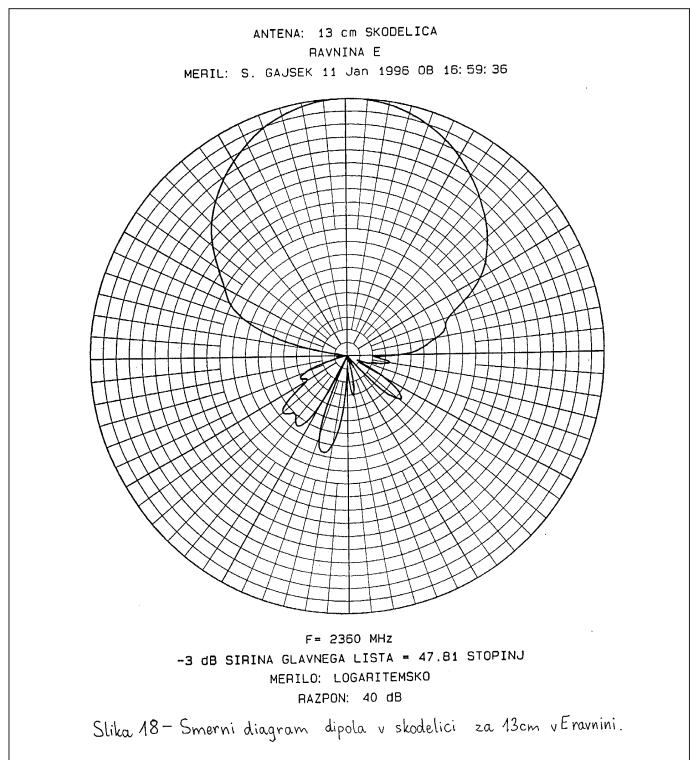
Praktična izvedba vzbujevalnega dipola je prikazana na sliki 31. Dipol in simetrični vod izdelamo iz poltrdega (semirigid) kabla s teflonskim dielektrikom in oklopom iz bakrene

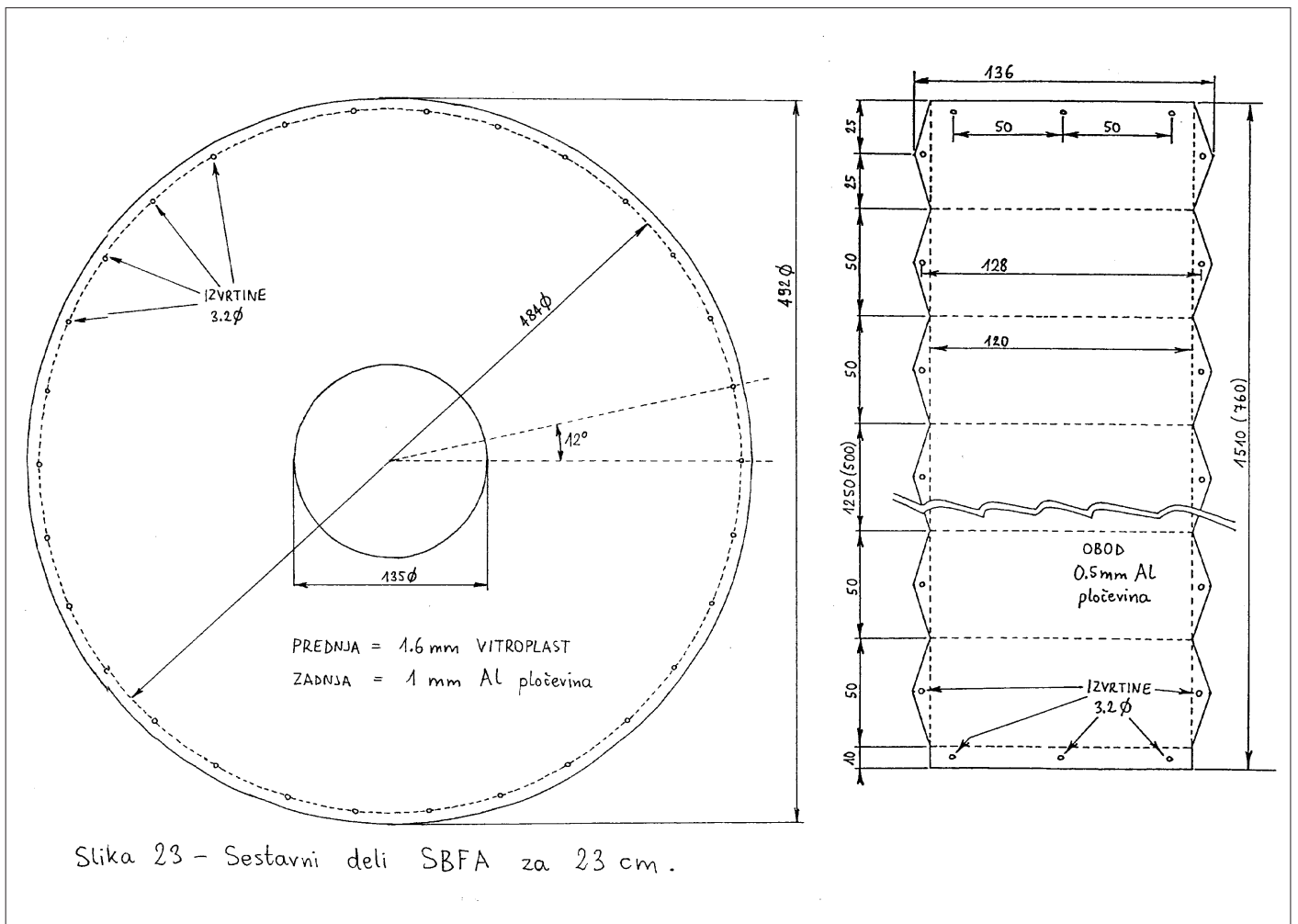
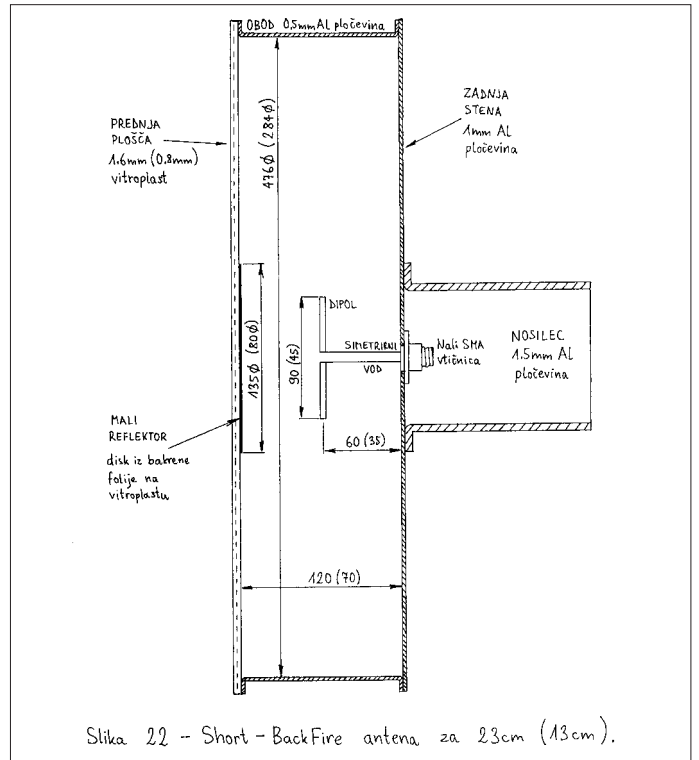
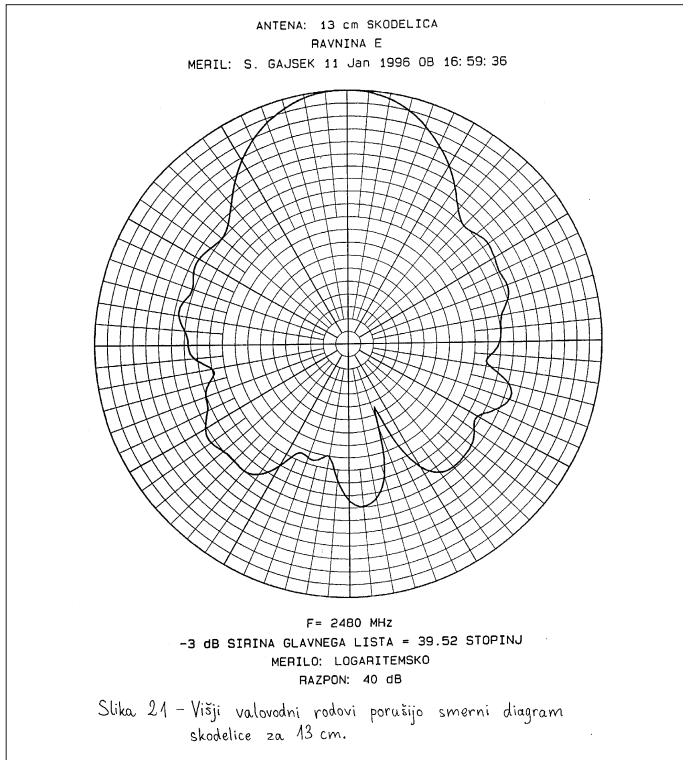
PREDNJA = 1.6 mm VITROPLAST  
ZADNJA = 1mm AL pločevina

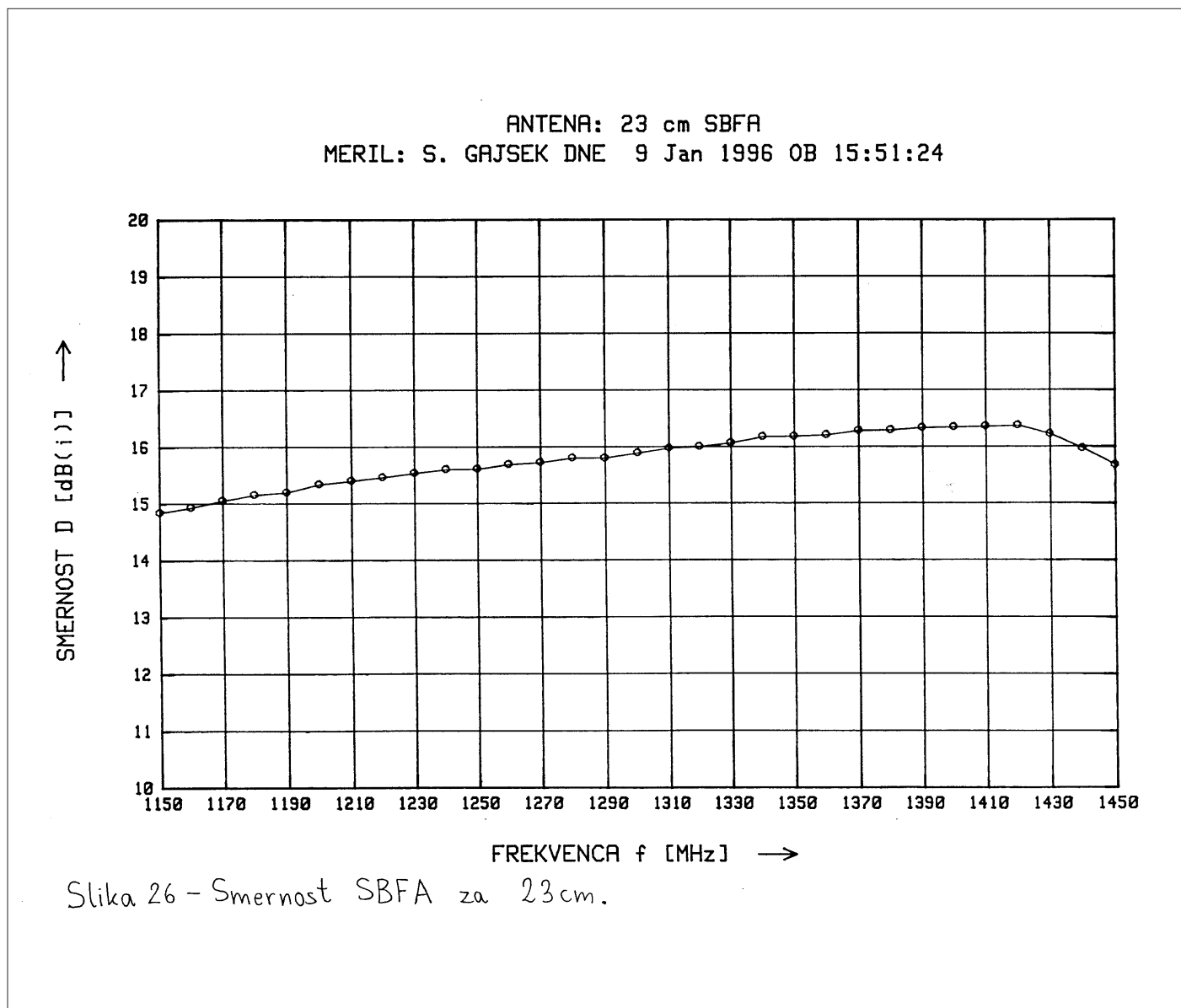
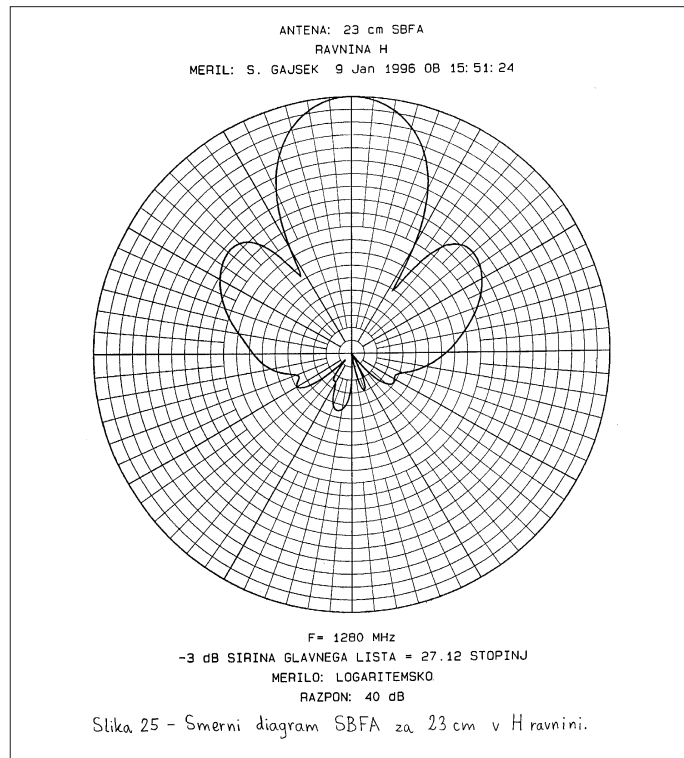
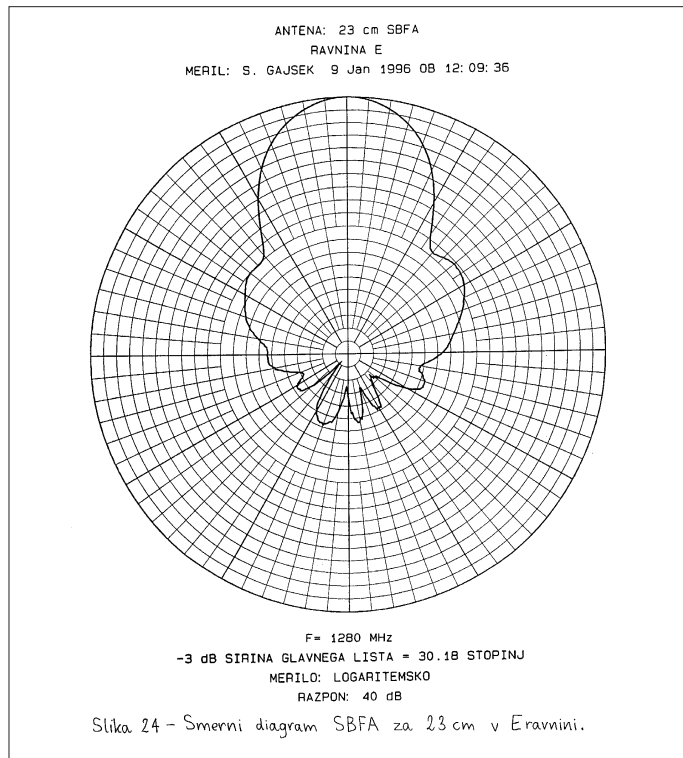


Slika 17 - Sestavni deli dipola v skodelici za 13 cm.









cevi. V 23cm področju uporabimo kabel UT-141 z zunanjim premerom 0.141" oziroma 3.6mm, v 13cm področju pa uporabimo tanjši kabel UT-085 z zunanjim premerom 0.085" oziroma 2.2mm.

Izdelavo vzbujevalnega dipola pričnemo z montažo koaksialne vtičnice na poltrdi kabel simetričnega voda. Pri tem moramo nujno uporabiti vtičnico, ki je primerna za vgradnjo na ustrezno vrsto poltrdega kabla. Improvizacija s kakršnokoli drugo vrsto vtičnice ne pride v poštev na frekvencah nad 1GHz! V 23cm področju si še lahko privoščimo uporabo N vtičnice, v 13cm področju pa moramo običajno uporabiti SMA vtičnico, ker ima večina N vtičnic velik "rep" in potem ne ostane skoraj nič več prostora za simetrični vod. Če se nam posreči najti N vtičnico s kratkim "repom", jo lahko seveda s pridom uporabimo v anteni za 13cm.

Preden nadaljujemo z gradnjo vzbujevalnega dipola, je pametno razmisliti, na kateri strani zadnje stene antene bo stala prirobnica koaksialne vtičnice. Kot simetrično protiutež lahko uporabimo tudi kos bakrene žice enakega premera kot plašč kabla, da varčujemo z dragim poltrdim kablom. Tudi dipol lahko izdelamo iz bakrene žice ustreznega premera, vendar bo frekvenčni pas takšne antene ožji.

Dipol iz poltrdega kabla izdelamo tako, da kabel najprej odrežemo na zahtevano dolžino "A" v tabeli na sliki 31. Nato na obeh koncih kabla

odstranimo "D" milimetrov oklopa in dielektrika. Oklop kabla nato zarezemo še na sredini in previdno prelomimo ter povlečemo vsako bakreno cevko na svoj konec. Končno zapolnimo konce dipola s cinom in dokončan dipol prispajkamo na simetrično vezje.

Pri spajkanju poltrdega kabla moramo upoštevati, da so toplotni raztezki teflona dosti večji od toplotnih raztezkov bakrene žile in oklopa. Preden dokončno obdelamo konce kabla, je zato priporočljivo s spajkalnikom pregreti kabel, da teflon zleze, kamor pač hoče. Na pregretem kablju je tudi dosti lažje premakniti cevke oklopa pri izdelavi dipola.

Z opisanim dipolom bo odbojnost SBFA za 23cm pod 0.3 (valovitost pod 2) v celotnem 23cm frekvenčnem področju od 1240MHz do 1300MHz. Odbojnost pod 0.3 pomeni izgube zaradi neprilagoditve impedance manjše od 0.5dB oziroma je dobitok antene v najslabšem slučaju za 0.5dB manjši od smernosti. SBFA za 13cm je "navita" na večjo smernost, zato je tudi njena rezonanca relativno ožja, z opisanim dipolom pa dosežemo odbojnost pod 0.3 v frekvenčnem pasu od 2300MHz do 2360MHz.

Dipoli v skodelicah so bolj širokopasovni, saj skodelica manj zastira dipol od obeh reflektorjev SBF antene. Tudi rezonančna dolžina dipola v skodelici je zato povsem drugačna od dolžine dipola v SBF anteni, kot je to jasno razvidno v tabeli na sliki 31. Impedanca dipola v skodelici sicer ni

najbolje prilagojena na 50-ohmski napajalni vod in tudi v rezonanci stežka dosežemo odbojnost manjšo od 0.2.

## 9. Uporaba lijakov, skodelic in SBFA

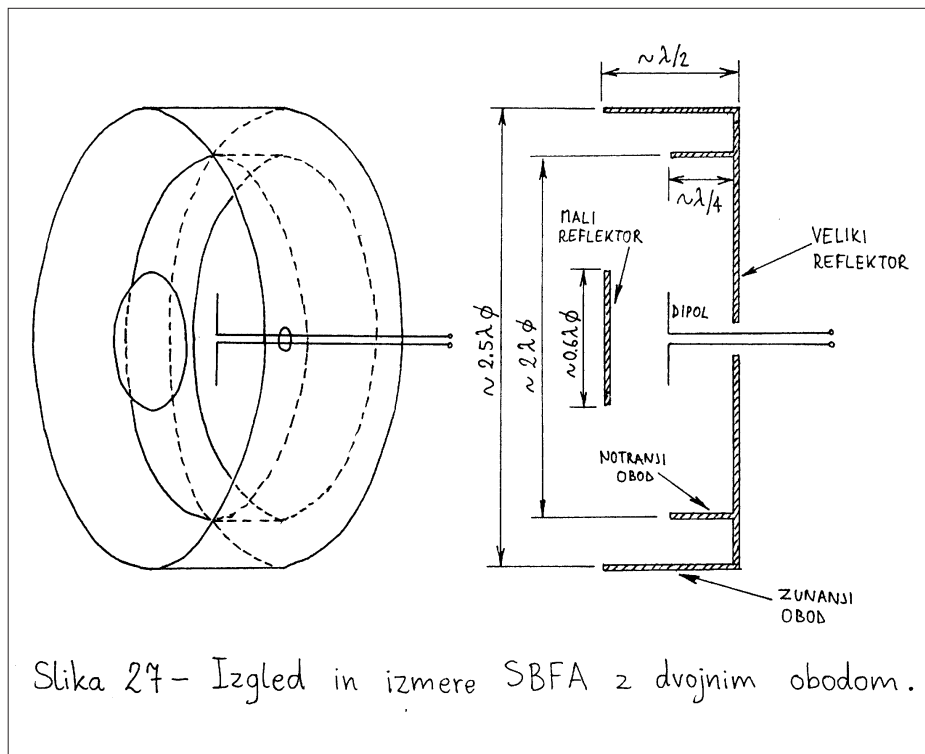
Namen izdelave opisanih anten je bil predvsem poiskati antene, ki jih lahko enostavno zaščitimo pred snegom in ledom, ter poiskati vpliv zaščitnih pokrovov na lastnosti anten. Prototipe anten sem izdelal med letošnjimi božično-novoletnimi prazniki, potem pa sva jih skupaj z g. Stankom Gajškom natančno premerila v antenski merilnici na Fakulteti za Elektrotehniko v Ljubljani.

Za izdelavo vseh opisanih anten ne potrebujemo nobenega posebnega orodja, saj v vsakem slučaju zadoščajo ročne škarje za pločevino in vrtni stroj. Votlinske rezonatorske antene imajo tudi razmeroma majhno število sestavnih delov v primerjavi z drugimi vrstami anten in enostavno električno napajalno vezje. Ko imamo pripravljene vse šablone, vsaka nadaljna antena ne zahteva več kot dve ali tri ure dela.

Poleg omenjenih lastnosti pa imata dipol v skodelici in SBFA tudi zelo čist smerni diagram. Stranski snopi, bočni snopi in sevanje anten ponazaj je oslabiljeno za -30dB do -35dB. Pri Yagi antenah in večini drugih vrst anten, vključno s paraboličnimi zrcali, znaša slabljenje neželenih snopov kvečjemu -15dB do -20dB.

Visoko slabljenje neželenih snopov zapira pot odbitim valovom, ki popačijo radijski signal, kar je še posebej pomembno pri ATV in packet radiu. Visoko slabljenje bočnih snopov omogoča tudi uporabo več različnih naprav na istem mestu, naprimer vgradnjo anten ATV repetitorja in packet-radio vozlišča na isti antenski stolp. Čedalje večja gneča na mikrovalovnih frekvenčnih področjih bo zahtevala tudi uporabo kvalitetnih anten z nižjimi snopi v neželjene smeri.

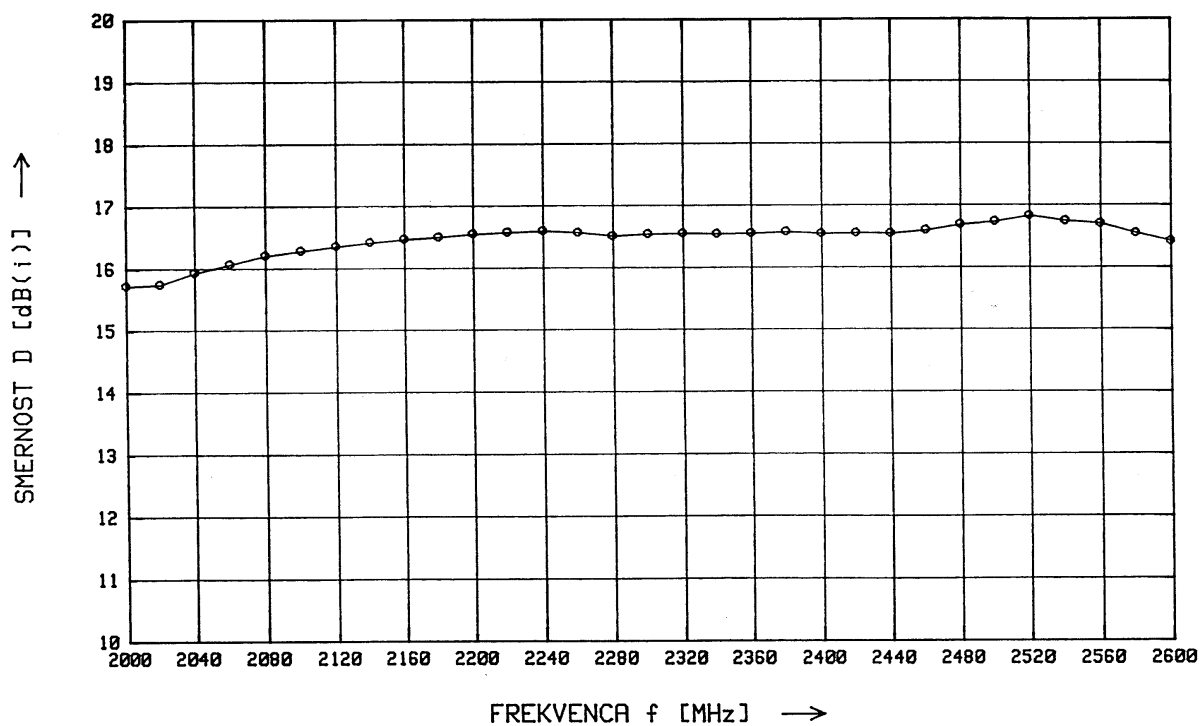
Končno bi veljalo preizkusiti opisane antene tudi na sosednjih frekvenčnih področjih. SBFA bi se verjetno obnesel tudi v 5.7GHz amaterskem področju ter za sprejem satelita Meteosat v področju 1.7GHz. Dipol v skodelici bi se verjetno obnesel tudi na 70cm, saj ni prevelik: premer 85cm in višina oboda 35cm, in na ta način rešil čast naših WBFM packet vozlišč v 70cm področju.



Slika 24 - Izgled in izmere SBFA z dvojnimi obodom.

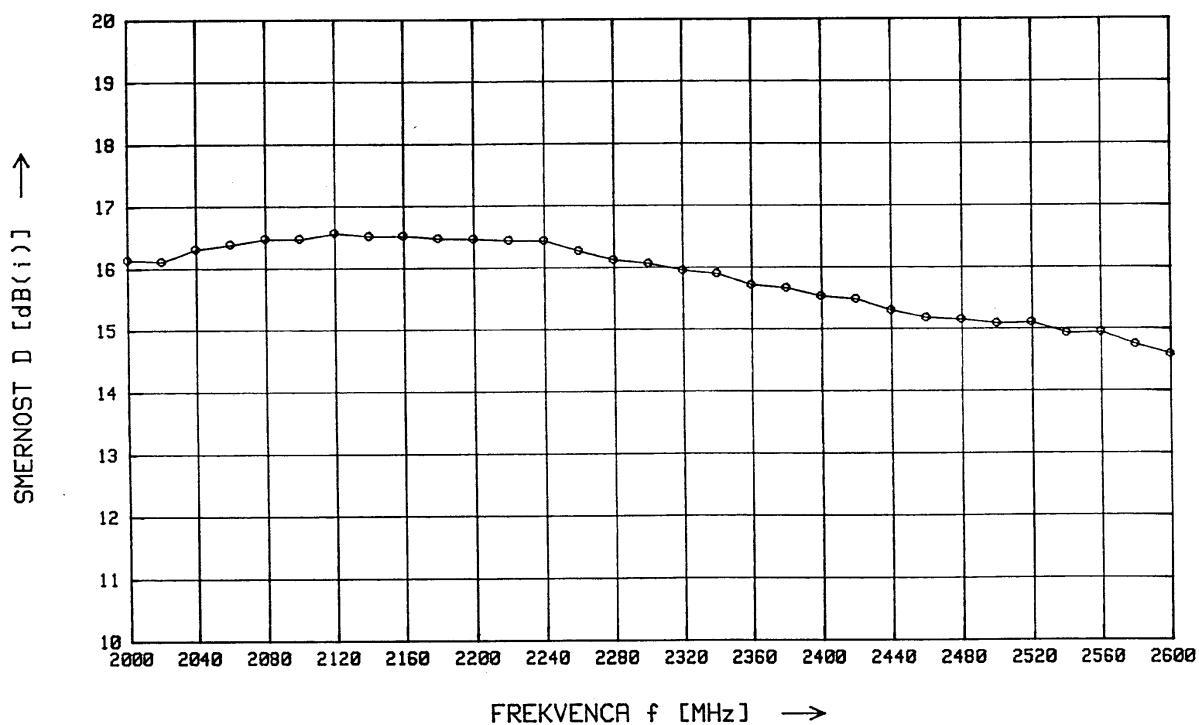


ANTENA: 13 cm SBFA BREZ RADOMA  
 MERIL: S. GAJSEK DNE 11 Jan 1996 OB 13:50:44

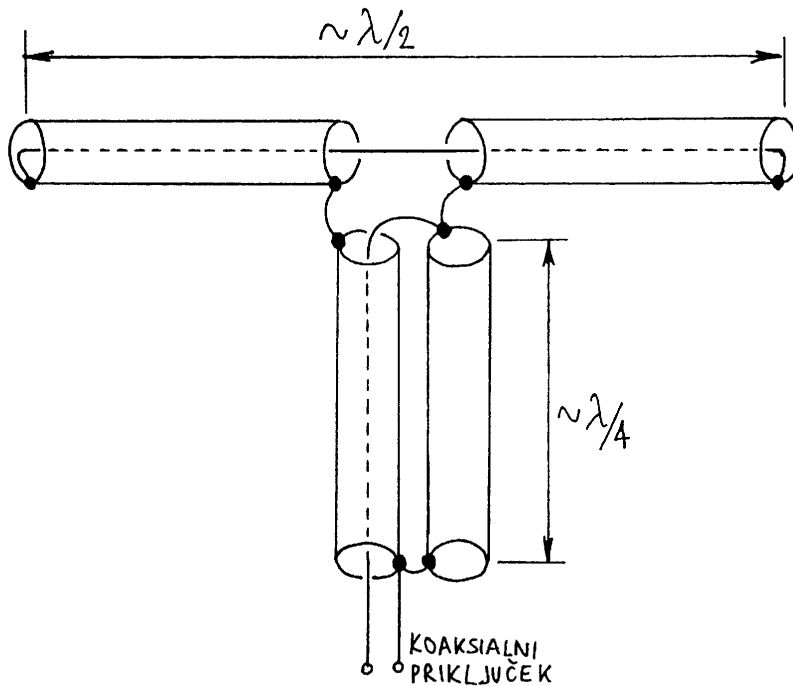


Slika 28 - Smernost SBFA z dvojnimi obodom za 13 cm brez zaščite.

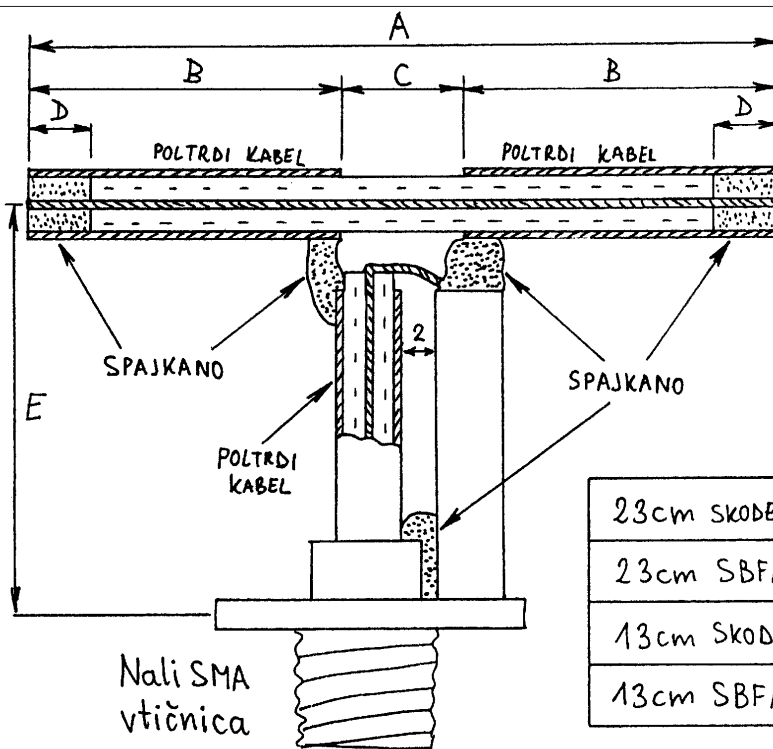
ANTENA: 13 cm SBFA Z DVOJNIM OBROCEM  
 MERIL: S. GAJSEK DNE 11 Jan 1996 OB 12:40:22



Slika 29 - Smernost SBFA z dvojnimi obodom za 13 cm in zaščito iz 1.6 mm debelega vitroplasta.



Slika 30 – Vezava vzbujevalnega dipola na simetrični vod.



	A	B	C	D	E	KABEL
23cm SKODELICA	105	48.5	8	4	60	UT-141
23cm SBFA	90	41	8	4	60	UT-141
13cm SKODELICA	54	24	6	3	35	UT-085
13cm SBFA	45	19.5	6	3	35	UT-085

Slika 31 – Izgled in izmere vzbujevalnih dipolov.