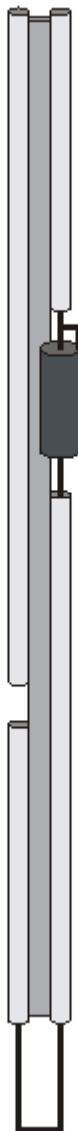


Kétsávos körsugárzó – 2m/70cm

J antenna a 2 méteres amatőrsávra és a PMR sávra, optimális sugárzási jellemzőkkel

A dokumentum utolsó módosításának időpontja: 2010.04.05.



Készítette: andorpapa

e-mail: mecsekpnr@freemail.hu

A dokumentumra érvényes licenz (kattints a lenti ábrára):



Bevezető

Egyre több kétsávós kézirádió érhető el megfizethető áron, így az igény is egyre nagyobb a kétsávós antennák iránt. A kézi készülékek gumiantennái a hordozhatóság szempontjából verhetetlenek, azonban ha picit nagyobb nyereségre van szükségünk, vagy otthoni stabil antennaként a háztetőre vagy erkélyre szeretnénk kétsávós antennát, akkor az már költséges mutatóvá lehet. Tovább nehezíti a helyzetet az a tény, hogy jelenleg Magyarországon a 2 méteres amatőrsáv a népszerűbb, a 70 centis sokkal kisebb forgalommal rendelkezik, a PMR sávon viszont egyre nagyobb az élet. Azonban szinte minden gyári kétsávós antenna a 70 centis amatőrsávra van hangolva, többségük 446 MHz-en már messze nem optimálisan működik.

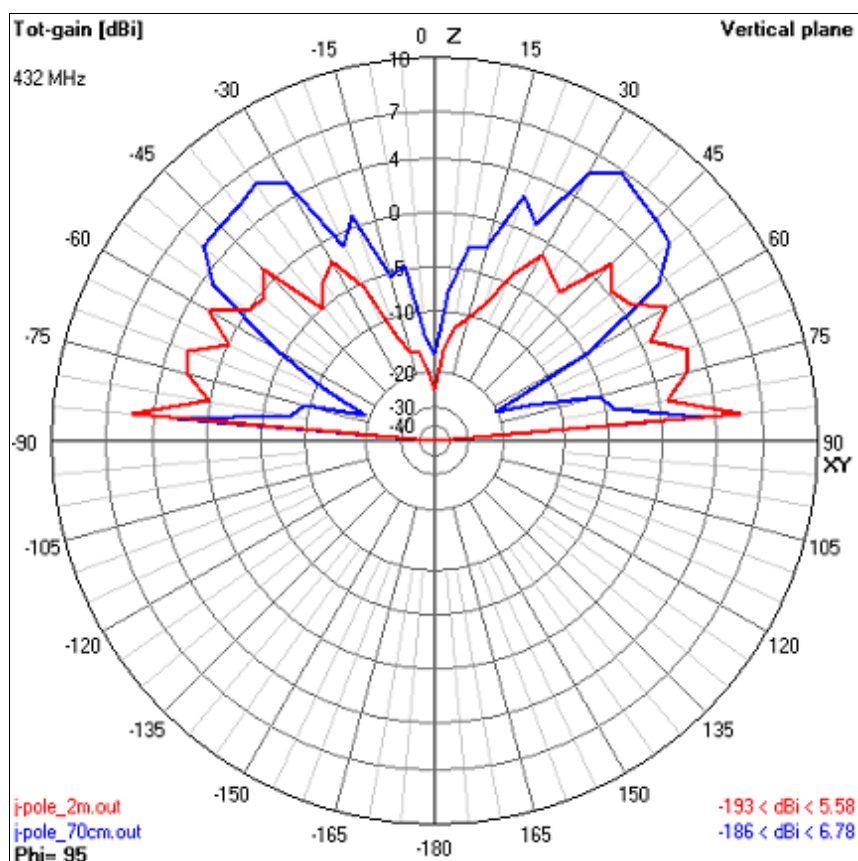
Itt jön képbe a házi antennaépítés. Mint mindig, két cél vezérel minket: nagyon olcsón, az igényeinknek megfelelő kétsávós körsugárzót szeretnénk készíteni. Szerencsére ez nem is olyan bonyolult, mint elsőre hangzik. Ebben a leírásban azt szeretném bemutatni, hogy mi a különbség a kétsávósnak mondott és a valóban kétsávós antennák között, valamint megmutatom, hogyan lehet megépíteni egy igazi kétsávós körsugárzót, ami garantáltan jobban teljesít a kézirádiók gumiantennájánál, ráadásul pont a 2 méteres amatőrsávot és a PMR sávot fedi le.

Kétsávós antennák és valóban kétsávós antennák

A házi antennaépítők előszeretettel sütik rá a kétsávós bélyeget több konstrukcióra is, mivel méréseik azt igazolják, hogy a 2 méteres amatőrsávra épített antennájuk a 70 centis amatőrsávon is optimálisan működik. Legalábbis az SWR mérő szerint. Hogy megértsük a különbséget egy antenna 2 méteres és a 70 centis üzemmódja között, tudnunk kell azt, hogy az antenna sugárzó részének hossza általában a hullámhossz (ami jelen esetben 2 méter) egy nevezetes aránya. Ez lehet 1/4, 1/2 vagy némi „kiegészítéssel” 5/8 λ . Azért ennyi, mert ezen hosszúságok esetén optimális a sugárzás. A 2 méteres amatőrsáv hullámhossza jó közelítéssel a 70 centis sáv hullámhosszának háromszorosa. Ha tehát egy 2 méterre tervezett antennát 70 centin használunk, akkor az imént említett arányok megváltoznak, például az 1/4 λ -ból 3/4 λ lesz, az 1/2 λ -ból pedig 3/2 λ .

Sokan tévesen azt hiszik, hogy ennek inkább örülni kellene, hiszen a 3/2 λ hosszú sugárzó háromszor jobban teljesít majd, mint az 1/2 λ hosszúsággal rendelkező sugárzó. Ez sajnos nem igaz. Bár a 2 méterre való antennának valóban nagyobb lesz a nyeresége 70 centin, ez mit sem ér, hiszen „nem jó irányban” sugároz. Ebbe kevesen gondolnak bele, pedig egy körsugárzó esetében a nyereség mellett a másik legfontosabb paraméter az emelkedési szög, ami azt mutatja meg, hogy a vízszintestől hány fokra sugározza ki az antenna a legnagyobb energiát.

Mivel a körsugárzóval a földfelszín mentén lévő állomásokat akarjuk elérni, így az a cél, hogy az emelkedési szög minél kisebb legyen. Képzeljünk el egy világítótornyot. Ha rosszul állítják be, akkor a fény nagy része nem a tengerrel párhuzamosan, a hajók irányába fog jutni, hanem a felhőket világítja, ami egyben azt is jelenti, hogy kisebb fényt fognak látni a tengerészek, hiszen a fény egy része veszendőbe megy. Ugyanez történik a legtöbb 2 méteres antennával is, ha 70 centin használják őket. Az emelkedési szög az optimális 0-15° helyett akár 45-60° is lehet, vagyis meredeken az égbe sugároz. Természetesen a körsugárzók sugárzási jelleggörbéje több melléknyalábot is tartalmaz, vagyis jut energia az optimális irányba is, de ez általában érezhetően kevesebb, mint amennyit a fő irányba „pumpál”. Erre pusztán SWR mérésekkel nem lehet rájönni, hiszen az antenna mindkét sávon alacsony értéket mutat. Ez nem véletlen, hiszen a 70 centis sáv frekvenciáinak pont háromszorosai (páratlan felharmonikusai) a 2 méteren használható frekvenciák, így az antenna rezonálni fog ezeken a frekvenciákon is. Az alacsony SWR viszont még nem jelent optimális sugárzást, csupán a talpponti impedanciáról és ezáltal az antenna illesztettségéről árulkodik. A számítógépes modellezésnek köszönhetően azonban egyből látszik a különbség.



1. ábra – 2 méterre való antenna viselkedése 2 méteren és 70 centin

A fenti ábrán egy 2 méterre való körsugárzó függőleges sugárzási jelleggörbáját látjuk (az antenna 5 méterre lett elhelyezve az átlagos talaj fölött). Jól látható, hogy míg 2 méteren a legnagyobb nyaláb optimális irányban hagyja el az antennát, addig 70 centin hiába nagyobb a maximális nyereség (1.2 dB-lel), az ehhez tartozó irány közel 60°-kal tér el a vízszintestől. Így 70 centin hajtva az optimális irányban 2.5 dB-es lemaradása van a 2 méteren számított értéktől!

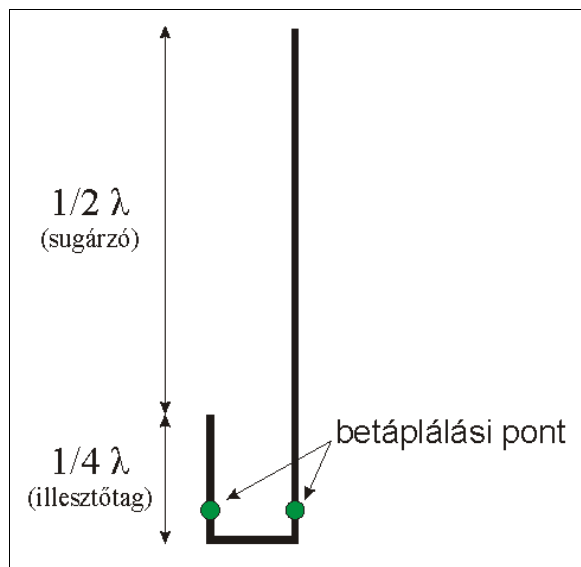
Ebből rögtön két dolgot leszűrhetünk: a csak 2 méterre tervezett antenna 70 centin nem teljesít optimálisan, viszont még így is jobb lehet a kézirádiók gumiantennájánál. Valószínűleg ezért hiszik sokan a 2 méteres körsugárzókról, hogy 70 centin is jól működnek, tehát kétsávusak. Természetesen a gyári kétsávus antennák többségét valóban mindkét sávra optimalizálják, és mi is ezen elv mentén próbáljuk megépíteni a „háztájit”.

Miért éppen a J antenna?

Sokféle körsugárzó közül választhat az, aki házi barkácsolásba kezd. Valószínűleg a J antenna, vagy angolul J-Pole (sokszor fogom én is így használni, rövidebb és nem hangzik olyan rácsodálkozósan hülyén) a világon legtöbbet megépített körsugárzó. A kéteres szalagkábeltől kezdve a réz fűtéscsőig mindenből elkészítették már, ráadásul rengeteg leszarmazottja és mutációja létezik: A Slim Jim a szalagkábeles megoldás egyik változata, a Cactus J-Pole esetében a többsávus működéshez több J antennát gyógyítanak egymásra, mely sivatagi kaktusz kinézetet kölcsönöz neki, a Super J-Pole a többsugárzós kollineár változat beceneve, a Jagi egy yagyszerű, J sugárzó alapú irány szelektív antenna, a sor pedig még hosszan folytatható lenne. A közös mindegyikben az, hogy egyszerűen, minimális eszközigénnyel, nagyon olcsón lehet használható antennát építeni.

Az általam bemutatott antenna a standard J-Pole-ra épül, azonban némi átalakítással megbolondítjuk, hogy a 2 méteres amatőrsávon és a PMR sávon is optimálisan működjön.

A J-pole működése



2. ábra – A J-Pole felépítése

A J-Pole működésének megértéséhez legelőször azt kell észrevenni, hogy gyakorlatilag egy $1/2 \lambda$ sugárzóról van szó, amit felfoghatunk úgy is, mint egy végénél meghajtott dipólt. Ebből adódik, hogy a nyeresége és a sugárzási karakterisztikája is nagyban hasonlít a félhullámú dipóléhoz. Az impedancia-illesztésért két párhuzamos vezetőből álló negyedhullámú illesztőcsomok felelős. Ennek a működési elve sem túl bonyolult: a két vezető alul rövidre van zárva, a szár vége pedig szabadon áll. A rövidzárnál az ellenállás 0Ω , a szabad végen pedig praktikusán végtelen, a valóságban $M\Omega$ -os nagyságrendű. A szabad vég és a rövidzár között tehát kell lennie egy olyan pontnak (közelebb a rövidzárhoz), ahol az impedancia kerekén 50Ω . Mi ezt a pontot keressük, hiszen ekkor érünk el tökéletes

illesztettséget. A negyedhullámú illesztőtág tehát elvégzi a végén táplált dipól illesztését. A működési elvből adódóan ráadásul az egész antenna készülhet egyetlen vezetőből, ami lehet drót, rúd, cső stb. Az antenna teljes magassága így elméletileg $3/4 \lambda$ lesz, ami a 2 méteres sávon másfél méter, 70 centin durván fél méter. A klasszikus J-Pole elméleti nyeresége 2.15 dBi (ebbe a felszín közelségének hatása nincs beleszámolva), ami első hallásra nem tűnik soknak, de a gyakorlatban akár 6 dB-t verhet a gumiantennákra, és az már érezhető különbség.

Ráadásul van egy másik nagyon jó tulajdonsága is: nincs szükség radiálókra. A házilag is fillérekkel megépíthető triplegtől kezdve a gyári körsugárzók egy jelentős részéig sok konstrukció igényli a „kis pálcikák” meglétét, melyek a talppont körül, a sugárzóra merőlegesen vagy 135° körüli szögben állnak. Ez elsőre nem tűnhet fontosnak, de aki már próbált 2 méterre való körsugárzót pl. ablakkerethez, vagy falra rögzíteni, az tudja, hogy mennyi plusz munkát okoznak azok a fránya radiálók, hiszen miattuk nem lehet közvetlenül odacsavarozni a sugárzót, muszáj valamilyen tartót eszközölni, ami eltartja kellően messzire a faltól/ablaktól az antennát. Ezzel ellentétben a J-Pole simán beacsúsztatható egy PVC csőbe, ami közvetlenül rögzíthető bárhová. Ez diszkrét antennatelepítést tesz lehetővé, ami sok helyen (főleg panel környezetben) fontos szempont. Ha pedig hordozható változatot szeretnénk építeni, azt is megtehetjük: a most bemutatásra kerülő konstrukció PVC vagy üvegszálcsőbe rakva tartós kültéri felhasználásra is alkalmas, cső nélkül pedig simán feltekerhető, és akár egy hátizsákban is nevetve elfér, ami kitelepülő alkalmakkor vagy utazáskor jöhet jól.

A valódi kétsávós J-Pole

Mint a bevezetőben már említettem, sokan tévesen hiszik a 2 méteres J antennáról, hogy kétsávós. Azonban azzá tehető! Egy amerikai rádióamatőr (Ed Fong) jött rá a módjára, hogyan lehet filléres úton, bonyolult eszközök vagy eljárások nélkül megoldani a 70 centis és a 2 méteres sugárzó „szétválasztását”, így mindkét sávon optimálisan tud üzemelni az antenna. Ráadásul a konstrukciónak köszönhetően van némi szabad döntési lehetőség a 2 méteres és a 70 centis üzemi frekvencia megválasztására, tehát a hagyományos J-Pole-lal ellentétben nem szükségszerűen a 2 méteres sávban kiválasztott frekvencia háromszorosa körül lesz optimális 70 centin. Ezt az előnyös tulajdonságát fogjuk kihasználni arra, hogy a 2 méteres amatőrsáv mellett a PMR sávot állítsuk be.

A kétsávós J-Pole ugyanúgy működik, mint a szimpla 2 méteres változat, csupán egy extra „alkatrész” került a rendszerbe: egy darab koax kábel. Az antenna alulról felfelé a következő elemekből áll:

- **illesztőtag:** 2 méteren $1/4 \lambda$ lambdáként, 70 centin pedig $3/4 \lambda$ lambdáként viselkedik. Erről azt érdemes tudni, hogy az antennának mindegy, hogy 70 centin $1/4 \lambda$ vagy $3/4 \lambda$ az illesztőcsonc hossza, hiszen csak az illesztésben vesz részt, a sugárzásban nem. Így 2 méteren és 70 centin is 50 Ω -os talpponti ellenállást kapunk.

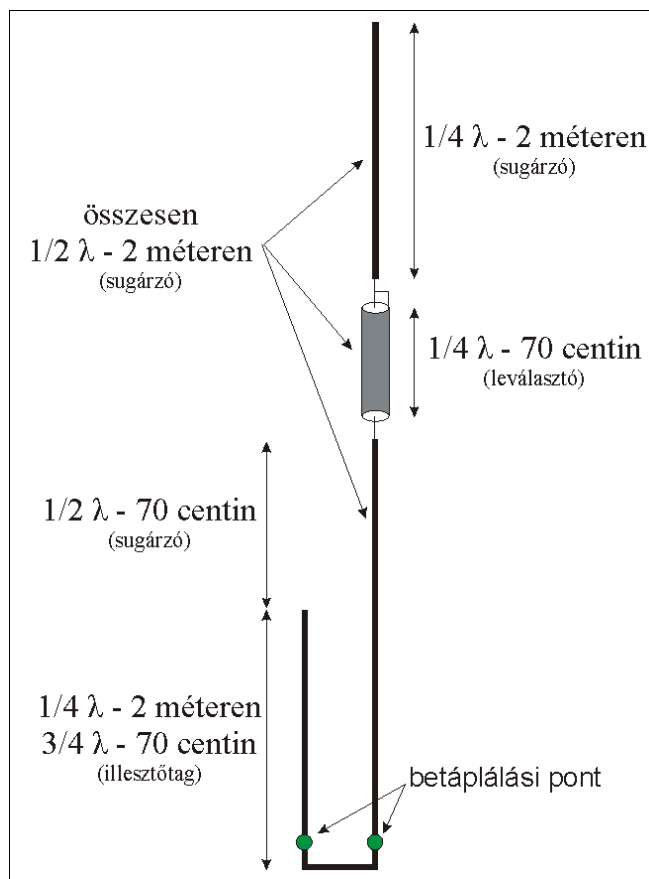
- **70 centis sugárzó:** Az antenna 70 centin $1/2 \lambda$ hosszúságú sugárzóként viselkedik. Idáig tehát egy $3/4 \lambda$ -s illesztőn csücsülő fél lambdás sugárzónk van 70 centire.

- **koax leválasztó csonc:** Ez a kétsávós üzemmód lelke. A koax hossza $1/4 \lambda$ (természetesen a rövidülési tényezőt figyelembe véve). Az egyik végén a középső ér a 70 centis sugárzó végéhez van forrasztva, a külső eret pedig szabadon hagyjuk. A másik végén a kábel középső ere és a külső ere rövidere van zárva. Így gyakorlatilag egy majdnem ugyanolyan $1/4 \lambda$ -s csontot kapunk, mint amit illesztőtagként használunk az antenna alján. Ez 70 centin leválasztóként viselkedik, tehát a koaxdarabot követő szakaszból „semmit sem lát” az antenna, vagyis marad $1/2 \lambda$ -s sugárzó.

A másikkal szemben a kábel középső ere és a külső ere rövidere van zárva. Így gyakorlatilag egy majdnem ugyanolyan $1/4 \lambda$ -s csontot kapunk, mint amit illesztőtagként használunk az antenna alján. Ez 70 centin leválasztóként viselkedik, tehát a koaxdarabot követő szakaszból „semmit sem lát” az antenna, vagyis marad $1/2 \lambda$ -s sugárzó.

- **$1/4 \lambda$ -s sugárzó 2 méteren:** A koaxdarab hossza 2 méteren nem nevezetes hányada a hullámhossznak, hiszen ami 70 centin $1/4 \lambda$, az 2 méteren csak $1/12 \lambda$, így nem is látja az antenna leválasztónak, vagyis simán a sugárzó részeként funkcionál. Ha tehát összeadjuk az eddig meglévő szakaszok hosszát, akkor azt kapjuk, hogy a 70 centis $1/2 \lambda$ sugárzó és $1/4 \lambda$ leválasztó csonc együtt 2 méteren $1/6 + 1/12 = 1/4 \lambda$, vagyis már csak egy $1/4 \lambda$ -s szakaszra van szükségünk, hogy meglegyen a $1/2 \lambda$ -s sugárzónk 2 méteren is. Ezt a leválasztó koax rövidere zárt feléhez kell forrasztani.

És már készen is vagyunk, az antenna mindkét sávon $1/2 \lambda$ -s sugárzóként viselkedik, ami optimális sugárzási karakterisztikát biztosít. Ráadásul a leválasztó csocnak köszönhetően a 70 centis sugárzó szabadabban hangolható: picit rövidebbre véve a 70 centis amatőrsáv helyett a PMR sávot célozzuk meg, a legfelső $1/4 \lambda$ -s tagot pedig hosszabbnak hagyva a 2 méteres amatőrsávra állítjuk az antennát.



3. ábra – A kétsávós J-Pole felépítése

A kétsávós J-Pole elkészítéséhez szükséges anyagok, eszközök

- MM fali vezeték, 2x1.5 mm (tömör rézpár, PVC szigeteléssel), 1.5 méter – 200 Ft
- Koax kábel + csatlakozó, H-155 ajánlott, tetszőleges hosszban – méret-, és típusfüggő
- Koax leválasztó csonc, RG-58-ból kb. 13 cm, H-155-ből kb. 16 cm – nem tétel
- PVC cső, 25 mm-es átmérő, 1.5 méter – 200 Ft [tartós kültéri felhasználás esetén]

- Zsugorcső, a leválasztó koax vastagságával megegyező méretben, pár centi – nem tétel
- Forrasztó ón, forrasztópáka, esetleg ragasztópisztoly és kültérihasználat esetén sziloplaszt
- Csípőfogó vagy kombinált fogó, valamint kábelcsupasztító vagy tapétavágó kés

A listán szereplő szerszámok szinte minden háztartásban megtalálhatók (ha nem, tessék őket beszerezni, az élet számtalan területén vehetjük hasznukat!), az anyagköltség pedig még a kültéri felhasználás esetén sem haladja meg a 400 Forintot, amihez persze még hozzá kell adni a szükséges hosszúságú koax kábel és csatlakozó árát is.

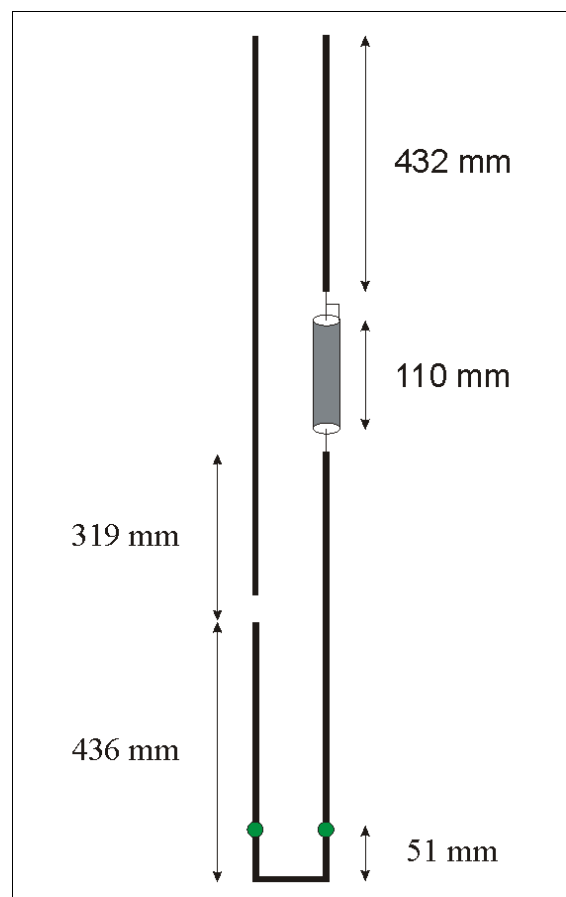
Az antenna testét adó vezetékét általában épületvillamosságban használják, a falba szokták behúzni, 230-500 Volt számára. A tömör rézből készült szigetelt érpár kellően merev ahhoz, hogy megtartsa az alakját, de nagyon könnyű hajlítani, sőt akár fel is lehet tekerni. Könnyen forrasztható és forrasztás közben nem olvad le a szigetelés, így jól használható antennaépítés céljából. A párhuzamosan futó rézvezetékek között kb. 6-7 mm a távolság, így teljesen alkalmas a $1/4 \lambda$ -s párhuzamos illesztőtág kialakítására. Kültéri használat esetén célszerű PVC csőbe dugni az antennát, a tetejét beragasztani (pl. tetszőleges időjárásálló műanyag + sziloplaszt segítségével), és már mehet is a háztetőre, erkélyre, ablakkeretre stb. Azért ajánlom a 25 mm-es átmérőjű csövet, mert az már kellően merev ahhoz, hogy akár háztetőn, szélben is bírja a strapát.

A koaxon nem érdemes spórolni, hiszen a 400 MHz-es tartományban már nagy csillapítása van a gyengébb kábeleknél. Jó kompromisszum lehet a H-155, ami nem is túl drága, nem is túl vastag, tehát hordozásra szánt antennához is praktikus. Ha 5-10 méternél hosszabb vezetékre van szükség, akkor viszont vastagabb, kisebb csillapítású típusra van szükség, jellemzően a H-1000, a H-500 vagy a jobb fajta RG-213 jöhet szóba. A jó öreg RG-58-at célszerű hanyagolni, mert mind 2 méteren, mind 70 centin túl nagy a csillapítása. Kültéri használat esetén ajánlott úgy elkészíteni az antennát, hogy a PVC csövön belül legyen „behegesztve” egy csatlakozó (N vagy BNC), így könnyű szerelni és a csatlakozás is időjárásálló lehet.

A kétsávós J-Pole méretezése

Sokan elkövetik azt a hibát, hogy az elméleti megfontolások alapján kiszámolt méretekkel építik meg az antennájukat, bármiféle ellenőrző mérés nélkül. Pedig az SWR mérés nagyon fontos egy ilyen antenna elkészítésekor. Az ábrán látható méretek például önmagukban is érdekesek: az illesztőtág mérete és a legfelső sugárzó rész hossza nem egyenlő, ráadásul a várakozással ellentétben az alsó lett hosszabb, miközben a 2 méteres amatőrsávra és a PMR sávra hangolás miatt fordítva vártuk. A legtöbb szalagkábeles és drótvezetékes megvalósítás az illesztőtág rövidzárjától kb. 3 centis magasságban ígéri a betáplálási pontot, az általam használt vezetékem viszont mindkét alkalommal 5 centi fölött találtam meg a kereken 1-es SWR értékhez tartozó pontokat a koax két éréhez.

Azt se feledjük, hogy az itt közölt méretek szigetelt vezetékre vonatkoznak, tehát csak pár helyen kell lecsupasztítani a drótokat – ezekről részletesen



4. ábra – A kétsávós J-Pole méretezése

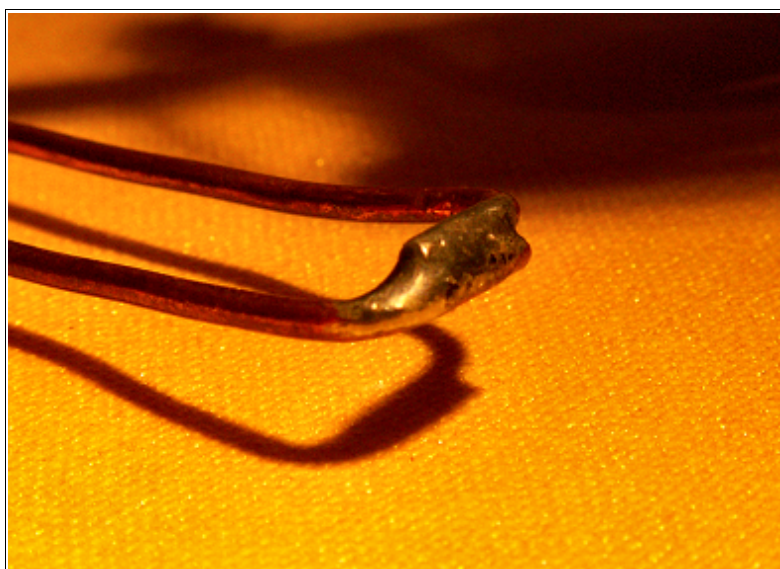
említést fogok tenni. A szigetelés eltávolítása ugyanis jelentősen megváltoztatja a vezeték rövidülési tényezőjét, vagyis eltérő hosszúságú szakaszokra lehet szükség, ha pl. túl sok szigetelést szedünk le. Érdemes tehát minden egységet picit hosszabbra vágni, mert a későbbiek során könnyebb azokból lecsípni, mint toldani. Az iméntiekből egyértelműen látszik, hogy eltérő vastagságú és/vagy szigetelésű vezeték használatakor valószínűleg más méretekkel lehet működőképes antennát építeni. Szerencsére a J-Pole könnyen építhető típus, így egyszerűen kitalasztható az ideális méretezés – az MM fali vezetékkel én is a nulláról kezdtem, és a második próbálkozásra már hibátlanul sikerült elkészíteni.

A méreteket tartalmazó ábrát elnézve felmerülhet a kérdés, hogy mit keres ott az a párhuzamos vezetékszakasz? Nem hangolja-e el az antennát, illetve nem viselkedik-e tőle irány szelektíven? A válasz egyszerű: mivel nagyon közel fut a tényleges antennához, így a két vezeték nem alkot irányított rendszert. Ha pl. 5-10 centis távolságban lenne, akkor már valóban sérülne a sugárzási körszimmetria, de így nem. A legelterjedtebb J-Pole alapanyag a nálunk nem kapható 300 és 450 Ω -os antennakábel (az angol szakirodalomban twinlead illetve ladder line), ezt használva mindig meghagyják a párhuzamos eret, mivel ez ad mechanikai szilárdságot. A többi szalagkábeles megoldás esetén is azért hagyják meg a párhuzamos eret, mert attól masszívabb lesz az antenna, kevésbé hajlik, tekeredik. Az MM fali kábelnél ez különösen igaz: a másik érnek köszönhetően gyakorlatilag teljesen egyenes antennát kapunk a tetejétől az aljáig, miközben nem romlik tőle az antenna egyik tulajdonsága sem. Létezik J antenna konstrukció, ahol össze is kötik a két drótot a tetején: ez a Slim Jim.

Az antenna megépítése

1. lépés

A vezetékből vágjuk le kb. a teljes antenna hosszát. Érdemes ráhagyással dolgozni, mert toldani mindig nehezebb, mint rövidíteni. Első lépésként csupaszítsuk le az érpár alját kb. 8 centi hosszúságban. Így jut elég hely a koax két érnek forrasztásához. A két drót alját hajlítsuk be és forrasszuk össze, ezzel létrehozva a rövidzárát. Ezután mérjük fel a rövidzártól az egyik dróton a $3/4 \lambda$ -s illesztőcsonc hosszát, a másikon pedig a $3/4 \lambda$ -s illesztőcsonc + $1/2 \lambda$ -s sugárzó hosszát, vagyis a rövidebb oldalon kb. 45 centit, a hosszabon pedig kb. 77 centit (a ráhagyás miatt).



5. ábra – Rövidzár a lecsupaszított vezeték végén

2. lépés

Fogjuk a koax kábelt, majd forrasszuk a külső eret a rövidebb vezetékre, a belső eret pedig a hosszabb oldalra. Ügyeljünk arra, hogy a rövidzártól mért távolság stimmeljen, ellenkező esetben

nem lesz meg az 50 Ω -os talpponti ellenállás, így az 1:1-es SWR érték sem. A betáplálási ponthoz minél közelebb tekerjük fel 3-4 menetben a koax kábelt, majd rögzítjük az így kapott tekercset 2-3 kábelkötöző segítségével, a 6. ábrán látható módon. Ez az úgynevezett choke balun, ami az aszimmetrikus táplálás hátrányait hivatott kiküszöbölni. Erre azért van szükség, mert az antenna és a koax kábel kialakításából adódóan a choke balun nélkül maga a kábel is sugározna, ami veszteséggé válhat, a koaxból készített tekercs viszont folytásként viselkedik a az aszimmetrikus áram számára. Ügyeljünk arra, hogy ne legyen túl kicsi a hajlítási sugár, mert az így megfeszülő koax előbb-utóbb károsodik.

Fontos, hogy a choke balunt már az első mérés előtt el kell készíteni, mert az a tapasztalat, hogy a fojtás nélkül a kábel hossza is meghatározhatja az SWR mérés során kapott eredményeket, vagyis hamis információk alapján történik a hangolás.

Gyakori J-Pole építési eljárás az, hogy a choke balun másik végére raknak egy N vagy BNC csatlakozót, így az antenna és a balun egy egységet képez. Szokás egy kis ragasztóval (pl. ragasztópisztoly) rögzíteni a forrasztásnál a kábelt, hogy a lelógó kábel súlya ne tépje le a forrasztást, de kábelkötözővel is oda szokták fogatni a hangolócsonk lábához a koaxot. Itt a sziloplaszthoz hasonló tömítőanyagok használata kerülendő, mivel a legtöbb ecetsav alapú, ami kikezdi a fémeket és a forrasztást is.



6. ábra – Choke balun H-155-ből

3. lépés

Kombinált fogóval vagy csípőfogóval vágjuk el a drótokat a bejelölt ponton. A vágástól kb. 1 centi magasságban ismét vágjuk el az ereket, és távolítsuk el az 1 centis szakasról a fémeket. Így készen áll az antenna a 70 centis SWR mérésre. Fontos megjegyezni, hogy a méréseket csak függőlegesen fellógatva, lehetőleg fémes tárgytól távol végezzük! Mivel a J-Pole viszonylag érzékeny a közvetlen közelében lévő fém és műanyag tárgyakra (mivel elhangolhatják), ezért próbáljunk olyan körülmények között SWR-t mérni, ahol használni kívánjuk később az antennát. Kitelepülés változatnál ez nehéz dolog, hiszen folyton változik a környezet, de ha pl. az erkélyre vagy az ablakba szánjuk, akkor minden mérés során oda helyezzük el. Ha tartós kültéri használat miatt PVC csőbe akarjuk dugni, akkor szigorúan a csőben szabad csak mérni, hiszen a PVC jelentősen megváltoztatja a felhasznált vezeték rövidülési tényezőjét, vagyis legalább 5%-kal rövidebb szakaszokra lesz szükség a 4. ábrán látottaknál!

A fellógatás egyszerűen történhet: az antenna tetején, a két ér között csak ütni kell egy kis lyukat a szigetelésen, majd egy darab madzaggal, cipőfűzővel stb. le lehet lógatni. Ha PVC csövet használunk, ugyanígy lehet dolgozni, arra azonban figyelni kell, hogy a csőn belül is minden mérés során fix távolságra kell lennie az antennának a belső faltól. Sokan ezért szoktak hungarocellból vagy szivacsból a cső belső átmérőjével közel megegyező átmérőjű korongokat levágni (2-3 darabot), amit az antennára húznak, és így tolják a csőbe – így mindig fix távolságra van az antenna a cső belső falától.

Először azt kell megmérni, hogy találunk-e olyan frekvenciát a 70 centis tartományban, ahol az SWR nem nagyobb, mint 1.1. Ha nem, akkor a koaxot nem az optimális helyre forrasztottuk, a rövidzártól pár milliméterrel feljebb vagy lejjebb alacsonyabb SWR-t kaphatunk. Amíg nem találunk tehát 1-hez közeli SWR értéket, addig ne vágjunk a szárákból. Ha viszont azt látjuk, hogy 446 MHz-nél alacsonyabb frekvencián közel 1-es SWR-t mutat a műszer, akkor mind a rövidebb, mind a hosszabb szárból le kell csípni egy picit, természetesen arányosan, hiszen a rövidebb szár

$3/4 \lambda$ hosszúságú, a hosszabb pedig $5/4 \lambda$ hosszú, így az arány megtartásához 3:5 arányban illik rövidíteni a szárazakat is. Némi pontatlanság belefér, mivel az $1/4 \lambda$ -s illesztőcsonek elég nagy sáv szélességet kínál, a végső finomhangolásnál (pár milliméteres rövidítésnél) már elég csak a sugárzót csipkedni.

4. lépés

Jöhet a leválasztó csonek! Ehhez tetszőleges koax kábel jó lesz. Az elektromos hossza $1/4 \lambda$, de mivel a különféle koaxoknak tág határok között változik a rövidülési tényezője, ezért célszerű rákeresni a neten, hogy az általunk használni kívánt kábelre mennyivel érdemes számolni. A klasszikus RG-58 rövidülési tényezője 0.66, vagyis ennyivel kell megszorozni $1/4 \lambda$ -t, hogy a fizikai hosszát, vagyis az általunk levágandó hosszot megkapjuk. Nálam így jött ki a 11 cm. Aki viszont H-155-ös kábelben gondolkodik, annak 0.79-cel kell számolnia, vagyis 13.3 cm körüli hosszra lesz szüksége. Fontos megjegyezni, hogy ez a hosszúság a tényleges koax darabra értendő, vagyis arra a szakaszra, ahol a belső ér és a külső ér rendes koax kábelt alkot. Nyilvánvaló, hogy ennél hosszabb darabra lesz szükségünk, hiszen a belső eret mindkét helyen hozzá kell forrasztani a antenna drótjához, így túl kell nyúlnia a szigetelt részen. Valamint a leválasztó csonek felső részén össze kell forrasztani a külső és a belső eret, ez is további milliméterekkel növeli a szükséges hosszt. Emiatt mindkét oldalon célszerű legalább 1 centit rászámolni, vagyis a rövidülési tényezővel megszorított $1/4 \lambda$ -hoz még hozzá kell adni legalább 2 centit.

A koax leválasztó csonek előkészítése után húzzunk rá két zsugoreső darabot, amit majd a forrasztás elfedésére, mechanikai védelmére használunk. Először forrasszuk össze a koax felső végén a külső és a belső eret, majd az alsó részt forrasszuk a 3. lépésben behangolt antennánk sugárzójának tetejéhez. A felső, rövidre zárt végét még ne forrasszuk sehová.

Ezután az SWR mérés valószínűleg azt fogja mutatni, hogy a 3. lépésben gondosan behangolt antennánk elhangolódott, magasabb SWR értéket kapunk. Semmi gond, ez csak azt jelenti, hogy nem sikerült tökéletesen $1/4 \lambda$ hosszra belőni a leválasztó csonekot. Ilyenkor az a teendő, hogy leforrasztjuk az alsó végénél, picit lecsípünk belőle, majd visszaforrasztjuk, és megint mérünk. Ezt annyiszor meg kell ismételni, amíg nem kapunk ismét tökéletes SWR értéket. Én kb. nyolcszor rövidítettem a leválasztó csonekot, amire sikerült eltalálni a megfelelő méretet. Ügyeljünk arra, hogy a leválasztó csonek alsó felén a koax külső ere véletlenül se érjen a belső érhez vagy a 70 centis sugárzó tetejéhez. Ha végre megvan a helyes hossz, az egyik zsugoreső darabot a forrasztásra csúsztathatjuk, majd hőlégfúvóval, hajszárítóval vagy öngyújtóval rázsugoríthatjuk.



7. ábra – A leválasztó csonek alsó vége forrasztva és zsugoresővel ellátva

5. lépés

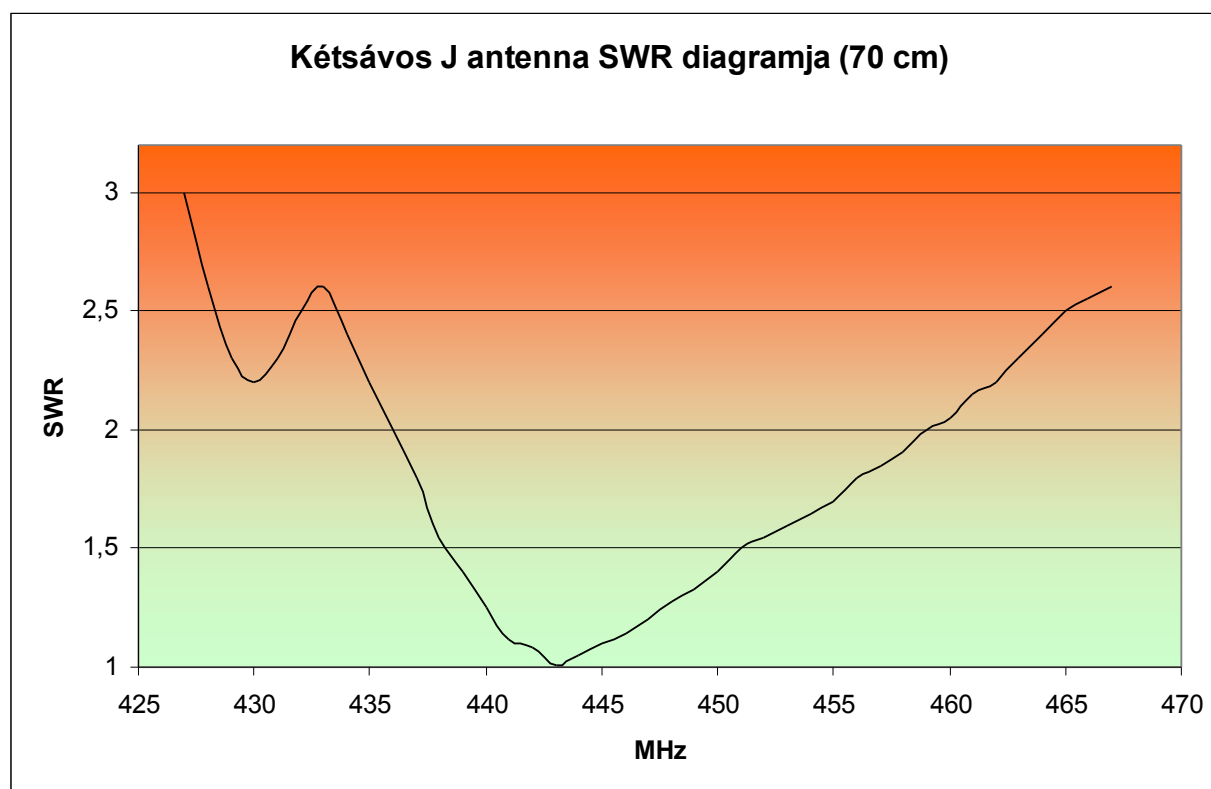
A leválasztó csonk behangolásával gyakorlatilag végeztünk is a 70 centis résszel. Amit innét kezdve teszünk, már nem befolyásolja az ott nyújtott teljesítményt. Már nincs sok teendőnk: a leválasztó csonk felső felét (az összeforrasztott külső és belső érrel) hozzá kell forrasztani az MM fali vezeték maradék szakaszához, és rá kell melegíteni a zsugorcsovet. Az utolsó szakasz hangolásához már 2 méteren kell SWR-t mérnünk. Az általam megadott méretekkel 145-146 MHz környékén, vagyis a 2 méteres átjátszó frekvenciatartományában lesz a legkisebb az SWR. Ha túl alacsony frekvencián lenne minimális, akkor értelemszerűen addig kell csípkedni a legfelső $1/4 \lambda$ -s tagból, amíg a kívánt frekvencián el nem érjük az alacsony állóhullámarányt.

6. lépés

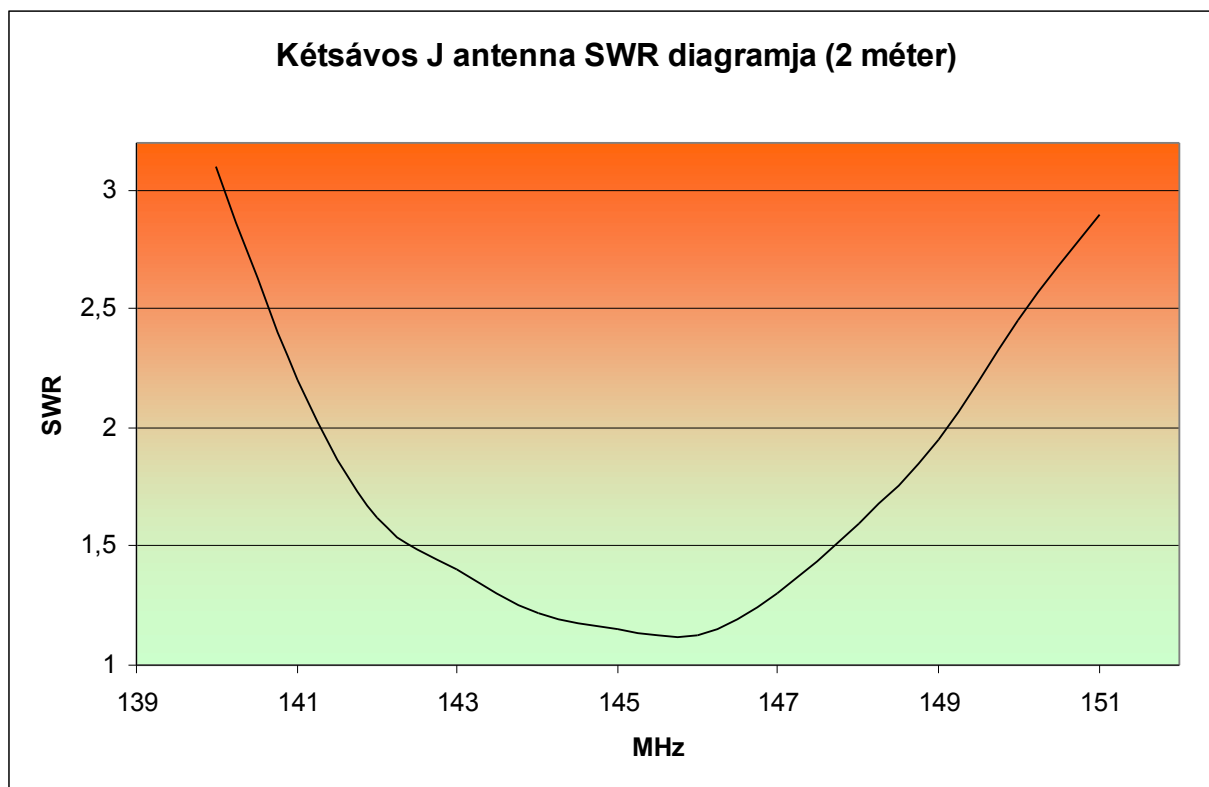
Az antenna kész, már csak a felhasználási területtől függően el kell végezni az utolsó simításokat. Az „utazó”, kitelepülős változat simán feltekerhető, így kis helyet foglal, és használat során sem feltűnő, hiszen csak egy lógó fehér drót az egész. A PVC csöves megoldás szintén nem igényel komoly utómunkát: miután rögzítettük a csőben a kábelt, le kell zárunk a tetejét. Ez számtalan módon történhet, egyszerű és költséghatékony megoldás, ha üres samponos vagy mosószeres flakon kupakját gyógyítjuk a PVC cső tetejére. Meglepően sok flakon fedele passzentes a 25 mm-es PVC csővel! A kupak fixálásához ragasztó vagy sziloplaszt is használható. Az alsó felén szintén érdemes szigetelni, mert a pókok és egyéb rovarok előszeretettel költöznek bele az ilyen csövekbe. Az imént említetthez hasonló módon zárható le az alsó bejárat is, csupán a koax kábelnek kell helyet hagyni (pl. lyukat fúrva a kupakba), valamint célszerű egy apró lyukat hagyni a szellőzésnek is.

Mivel ez az antenna nem igényel radiálokat, így a PVC csöves változat is nagyon egyszerűen és diszkréten rögzíthető akár panellakás külső ablakkeretéhez vagy erkélyéhez is. A felszerelés során ügyeljünk arra, hogy az antenna érzékeny a közelében elhelyezett fém tárgyakra.

Mérési eredmények



8. ábra – SWR mérési eredmények 70 centin



9. ábra – SWR mérési eredmények 2 méteren

A diagramokon jól látszik, hogy sikerült elérni a célt: egymástól viszonylag független a 70 centis és a 2 méteres SWR minimum. Bár a PMR sáv tökéletes behangolása érdekében még picit rövidíthettem volna, így is 1.14-es SWR értéket kaptam, ráadásul nem feltétlenül hülyeség picit a célfrekvencia alá lőni az antennát: a közvetlen környezet által okozott elhangolódás során ugyanis általában növekedik a rezonanciafrekvencia, vagyis alacsonyabb frekvenciára kalibrált sugárzó esetén egyre alacsonyabb SWR-t kapunk. Ha pedig hosszabbra hagytam volna a 70 centis részt, akkor még a 70 centis amatőrsáv átjátszóinak frekvenciáján is elérhető lenne 2-nél kisebb érték úgy, hogy a PMR sávon sem megy 1.5 fölé az SWR.

A második mérésből kiolvasható, hogy a teljes 2 méteres amatőrsávot lefedi az antenna, ráadásul igen alacsony állóhullámaránnyal: az egész sávon 1.3 alatt marad az SWR. A sáv szélesség számszerűsítve az alábbi módon összegezhető:

| Sáv | Sáv szélesség (SWR < 1.5) | Sáv szélesség (SWR < 2.0) |
|----------------|---------------------------|---------------------------|
| 70 cm | 12 MHz | 23 MHz |
| 2 méter | 5 MHz | 8 MHz |

Személyes tapasztalat, összefoglalás

Ez az egyik leggyorsabban megépíthető kétsávós körsugárzó, a második példányt a helyes méretek ismeretében már 20 perc alatt sikerült összerakni. 70 centin volt alkalmam összemérni a $2 \times 5/8 \lambda$ -s körsugárzómmal és a kézirádió gumiantennájával. Tapasztalatom összevág az elmélet alapján várható eredménnyel: nagyjából a két antenna között teljesít, tehát jobb a gumiantennánál. Nyilván csodákat nem kell várni egy $1/2 \lambda$ -s sugárzótól, de amire kitalálták, jó: mind a PMR sávon, mind a 2 méteres amatőrsávon jobb teljesítményt nyújt a gumiantennánál, valamint tartós kültéri használatra is alkalmas. Az előállítás költsége pedig nagyon alacsony, a koax kábel és a csatlakozó többé kerül, mint a megépítéshez szükséges alapanyagok. Sok sikert az építéshez és jó rádiózást!