

BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

70

KRZYSZTOF DĄBROWSKI
OE1KDA

KONSTRUKCJE ANTENOWE
TOM 1

WIEDEŃ 2024



© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Viedeň 2024

Tato studie může být nekomerčně šířena a kopírována v jakékoli formě (elektronické, tištěné atd.) a na jakémkoli médiu nebo počítačové síti za předpokladu, že v ní nebudou provedeny žádné změny nebo výmazy.
autor. Překlad do cizích jazyků a šíření těchto překladů je povoleno za stejných podmínek.
Pro šíření za jiných podmínek je nutný písemný souhlas autora.

Anténí struktury

Svazek 1

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

**Vydání 1
Víteň, duben 2024**

Obsah

Úvod	6
1. Krátkovlnné antény	7
1.1. Dipólové antény	7
1.1.1. Širokopásmová anténa s ventilátorem	7
1.1.2. Dvouprvková směrová anténa pro pásma 6-20 m	10
1.1.3. Lomená dipólová anténa	12
1.1.4. Oválná anténa Moxon pro pásmo 15 m	13
1.1.5. Krátkovlnná pasivní vyzařovací anténa	14
1.2. Vertikální antény	18
1.2.1. Třípásmová anténa QRP	18
1.2.2. Zkrácený dipól pro pásmo 10 m	20
1.2.3. Zkrácená vertikální anténa pro pásma 15 m, 17 m a 20 m	21
1.2.4. Zkrácená vertikální anténa pro 10 m, 15 m a nižší pásma	23
1.2.5. Zkrácené antény GP	24
1.2.6. Anténa HB9XBG	25
1.2.7. Vertikální čtyřpásmová anténa	27
1.2.8. Uzemněná půlvlnná anténa	30
1.2.9. Vertikální anténa $5/8 \lambda$ na 10 MHz	32
2. Antény pro pásmo 50 MHz	36
2.1. Kostra trojúhelníkové antény pro šířku pásma 6 m	36
2.2. Horizontální smyčková anténa pro pásmo 6 m	38
2.3. Skrytá anténa J pro pásmo 6 m	40
3. Antény pro pásmo 70 MHz	42
3.1. Krátké antény pro pásmo 4 m	42
4. Antény pro pásma 2 m a 70 cm	47
4.1. Yagiho anténa pro EME komunikaci	47
4.2. J anténa s plochým kabelem	49
4.3. Trojúhelníková smyčková anténa pro šířku pásma 2 m	51
4.4. Širokopásmová anténa UKF	53
5. Antény pro pásma 23 a 13 cm	55
5.1. Diskové antény pro pásmo 13 cm	55
Příloha A. Anténa KF - 6 m typ MFJ-1898	57
Literatura a internetové adresy	59
Rejstřík svazků "Knihovny polského krátkovlnného rozhlasu"	61

Sommaire

Antenes diverses

Předmluva	6
1. Antennes décamétriques	7
1.1. Doublets	7
1.1.1. Antény s velkým rozsahem pásma	7
1.1.2. Anténí směrnice se dvěma prvky pro pásma 6 - 20 m	10
1.1.3. Antenne dipôle replié	12
1.1.4. Anténa Moxon ovale pour 15 m	13
1.1.5. Anténa s paprskovým světlem (Antenne décamétrique à brins rayonnants)	14
1.2. Vertikální antény	18
1.2.1. Antenne tribande QRP	18
1.2.2. Dublet raccourcie pour la bande de 10 m	20
1.2.3. Antenne verticale raccourcie pour les bandes 15 m, 17 m et 20 m	21
1.2.4. Antenne verticale raccourcie pour les bandes 10, 15, 80 et 160 m	23
1.2.5. Antény s uzemňovací rovinou	24
1.2.6. Anténa HB9XBG	25
1.2.7. Antenne verticale quatre bandes	27
1.2.8. Antenne demi-onde mise à la terre	30
1.2.9. Vertikální anténa $5/8 \lambda$ pro pásmo 10 MHz	32
2. Antény pro pásmo 50 MHz	36
2.1. Antenne triangle squelette pour la bande de 6 m	36
2.2. Anténa s vodorovným křížem pro pásmo 6 m (Antenne à boucle horizontale pour la bande de 6 m)	38
2.3. Antenne caché en J pour la bande de 6 m	40
3. Antény pro pásmo 70 MHz	42
3.1. Antennes raccourcies pour la bande de 4 m	42
4. Antény pro pásma 2 m a 70 cm	47
4.1. Anténa Yagi pou EME	47
4.2. Antene en J à câble plat	49
4.3. Antenne triangle à boucle horizontale pour la bande de 2 m	51
4.4. Anténa THF ve velkém pásmu	53
5. Antény pro pásma 23 a 13 cm	55
5.1. Antény s disky pro pásmo 13 cm	55
Příloha A. Anténa MFJ-1898 pro pásma HF - 6 m	57
Bibliographie et les pages web	59
Liste des volumes de la "Bibliothèque de radioamateur polonais"	61

Úvod

Tento svazek je doplňkem svazků 49 až 52, které se zabývaly teoretickými základy funkce antén různých typů a jejich nejdůležitějšími řešeními. Řešení antén je nepřehledné množství a neustále jsou publikovány popisy novějších a novějších konstrukcí nebo úhly pohledu na ty, které jsou již dlouho známé. Z tohoto důvodu se autor soustřeďuje na praktickou stránku a vybírá popisy zajímavějších, zejména neobvyklých konstrukcí, které se staly známými až po vydání předchozích svazků nebo se z různých důvodů nevešly do rozvržení látky v předchozích svazcích. Za připomenutí stojí i to, že ve 32. svazku je zařazena sbírka konstrukcí lavičkových antén, které se mají skrýt před nežádoucím okem.

Anténa je přizpůsobovacím prvkem systému vysílač-přijímač volnému prostoru. Komunikační výkon je významně ovlivňován jevy, které se vyskytují v prostoru mezi anténami vysílače a přijímače - především v ionosféře a troposféře. Šíření elektromagnetických vln je věnován 48. svazek "Knihovny polského radioamatéra".

Přejeme vám plodné čtení.

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Videň

16. prosince

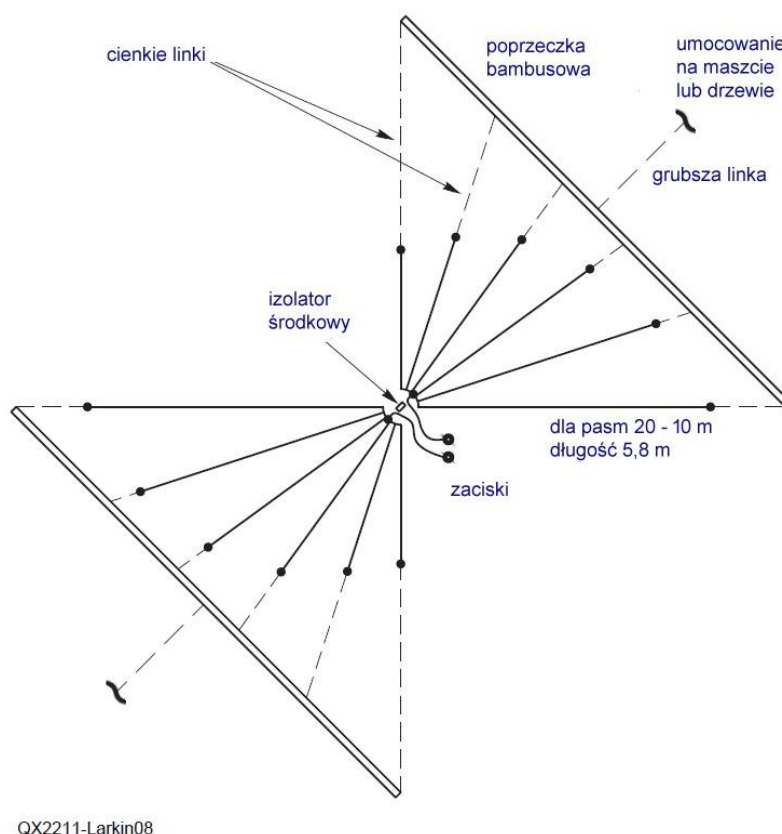
2023

1. Antény krátké vlny

1.1. Antény dipólové antény

1.1.1. Širokopásmová anténa ventilátor

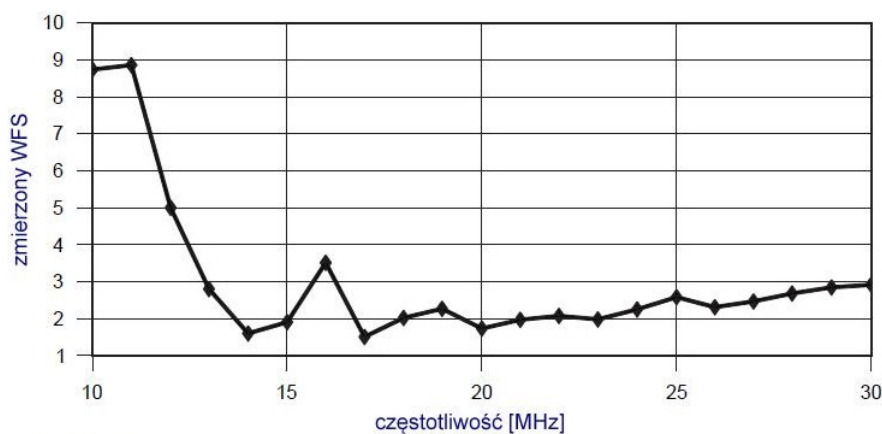
Konstrukce antény pokrývající rozsah 20 - 10 m se skládá ze šesti dipólů rozmístěných po 18° , takže úhel mezi krajními dipóly je pravý. Takové řešení je dobrým kompromisem pro co nejširší a nepřetržitý pracovní rozsah. V případě těsného uspořádání prvků, tj. s větším počtem dipólů nebo s úhlem mezi krajními dipóly menším než pravý úhel, a tedy silnější vazbou mezi nimi, nabývá WFS mezi rezonančními frekvencemi velkých hodnot, což znemožňuje nastavení antény. Místo širokopásmové se anténa stává vícepásmovou. V přijatém řešení WFS v pásmu nad rezonancí nejdelšího prvku nepřesahuje přibližně 3, takže anténu lze snadno přizpůsobit pomocí typických automatických anténních boxů. Pod touto rezonancí nabývá WFS vysokých hodnot. Vyrovnávací charakteristika tedy odpovídá charakteristice vysokofrekvenčního filtru s mezním kmitočtem blízkým rezonanci nejdelšího dipólu.



Obrázek 1.1.1.1: Konstrukce vějířové antény zavěšené vodorovně mezi dvěma stromy nebo stožáry. Ke stabilizaci příčníků ve vodorovné rovině jsou zapotřebí další kabely, které nejsou nakresleny.

Pracovní frekvenční rozsah antény je přibližně 3:1, což je částečně způsobeno sníženou vazbou mezi dipóly a částečně také tím, že na vyšších frekvencích pracují dipóly jako 1,5vlnné, a nikoli jako půlvlnné. Průběh impedance v závislosti na frekvenci se proto opakuje v blízkosti třetí harmonické (a následných lichých harmonických). Příznivý poměr délky nejkratšího a nejdelšího dipólu a současně poměr jejich rezonančních frekvencí je $\sim 0,5$, což vede (pro 6 dipólů) ke skoku délky následujících dipólů o cca 0,87 - jako odmocnina z pátého řádu 0,5. Řečeno matematicky: délky dipólů tvoří geometrickou posloupnost

s kvocientem 0,87. Délky dipólů byly zvoleny experimentálně konstruktérem. Rozměr nejdelšího dipólu se vypočítá ze vzorce pro půlvlnný dipól $l [m] = 143 v / f [MHz]$, kde v je zkracovací činitel 0,99 - 0,95 v závislosti na tloušťce kabelu a vlivu případné izolace.

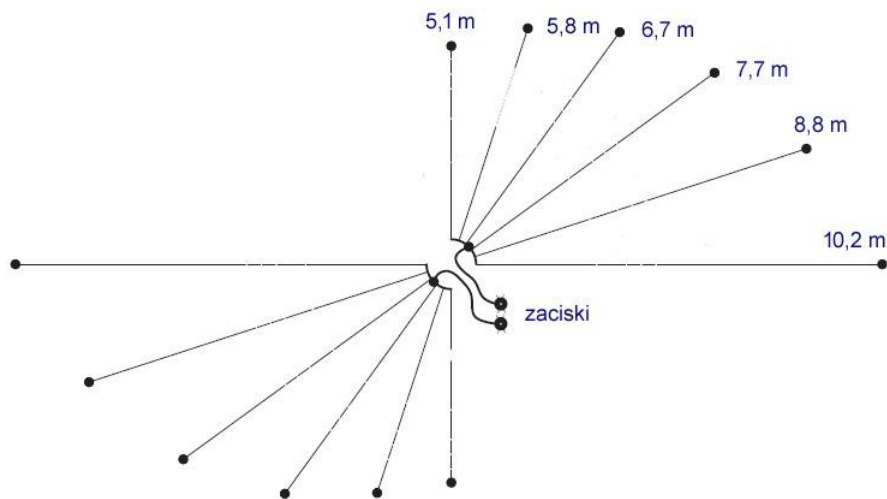


QX2211-Larkin07

Obr.1.1.1.2 Naměřený průběh WFS antény v pásmech 20 - 10 m pro 50-ohmový systém. Zřetelně patrný vysokofrekvenční charakter antény.

Při poměru krajních dipólových frekvencí blízkém 1 (např. 0,8) se anténa chová jako upoutaný dipól (superanulovaný) s jedinou rezonanční frekvencí a širším pásmem než u jednoduchého vodiče. Pro poměry menší než 0,5 (např. 0,35) mezi rezonančními frekvencemi dipólů se objevují pásma s vysokým WFS a anténa se stává spíše násobnou než širokopásmovou. Konstruktér doporučuje vyzkoušet hodnoty bližší 0,5.

Směrový vyzařovací diagram antény není konstantní, ale mění se s pracovní frekvencí v důsledku vějířovitého uspořádání dipólů. Výrazně se liší od směrové charakteristiky dipólu a skládá se z několika listů. Na vyzařování antény se obvykle podílejí 3 až 4 dipóly.



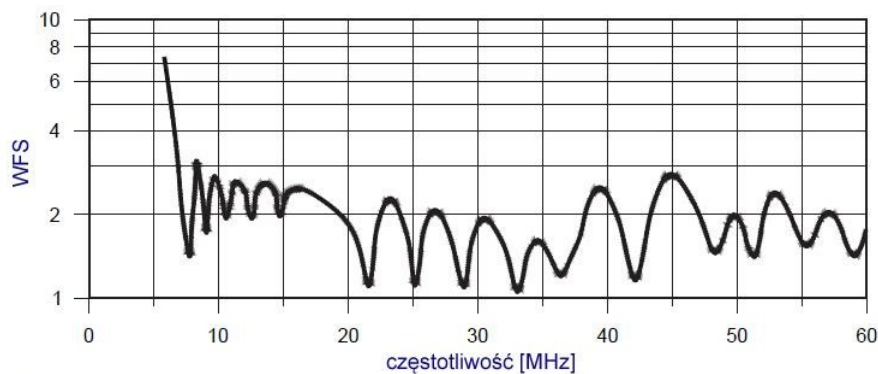
QX2211-Larkin01

Obrázek 1.1.1.3: Konstrukce vějířové antény pro pásma od 40 m výše. Úhly mezi dipóly jsou 18 stupňů. Obrázek ukazuje délky polovin dipólů.

Návrh na obrázku 1.1.1.1 má dolní mezní kmitočet 12 MHz, polovina nejdelšího dipólu je dlouhá 5,8 m a konstruktér použil jako strunový kvocient hodnotu 0,85. WFS v závislosti na kmitočtu v 50ohmové soustavě je znázorněn na obrázku 1.1.1.2. Nejvyšší hodnota poměru stojatých vln je přibližně 3,5 a spadá do oblasti poblíž 16 MHz.

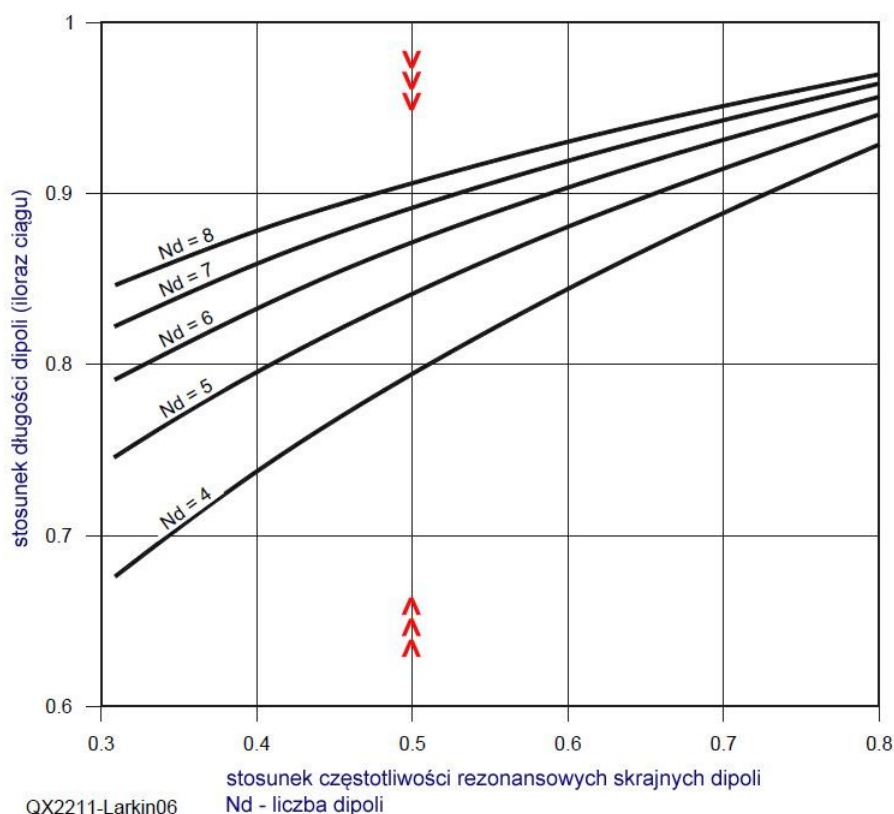
Anténa je vyrobena z drátu o průměru 1 mm, který je prodloužen izolační šňůrou tak, aby konce prvků mohly být upevněny na příčníky z izolačního materiálu (v původním návrhu to byly bambusové příčníky). Ve variantě obráceného V je zapotřebí pouze jeden stožár.

Konstrukce na obrázku 1.1.1.3 pracuje v pásmech od 7 MHz do 30 MHz a v pásmu 50 MHz (pro rezonance na $5/2$ vlnové délky). Délky polovin dipólu jsou 10,2, 8,8, 7,7, 6,7, 5,8 a 5,1 m a počet strun je 0,87. Průběh WFS je znázorněn na obrázku 1.1.1.4.



QX2211-Larkin02

Obrázek 1.1.1.4: Průběh WFS pro anténu na obrázku 1.1.1.3 vypočtený pomocí NEC2 pro systém 175 ohmů.



QX2211-Larkin06

stosunek częstotliwości rezonansowych skrajnych dipoli
Nd - liczba dipoli

Obr. 1.1.1.5 Závislost poměru délky dipólu na poměru krajních dipólových rezonancí a jejich počtu Nd

[1.1.1.1] 'Broadband Tapered-Length Fan Dipole Antennas', Bob Larkin, W7PUA, QEX 11-12/2022 p21.

[1.1.1.2] "Collection of Broadband HF Antenna Designs", J. Pawlowski, SP3L, QEX 3-4/2020 str. 16 a 5-6/2020 str. 28.

1.1.2. Dvouprvková směrová anténa pro pásma 6 - 20 m

Anténa se zvučným (a půvabným) jménem *Maria Maluca*, vyvinutá v 60. letech v Jižní Americe, pracovala v pásmech 10, 15 a 20 m. Skládala se z radiátoru, napájeného plochým televizním kabelem pro pásmo 15 m, a direktoru nalaďeného na pásmo 10 m. Poskytovala měřitelný zisk antény v obou pásmech. Její zisk v pásmu 20 m byl podobný zisku půlvlnného dipólu.

Výsledkem počítačové optimalizace této konstrukce pomocí programu MININEC byla šestipásmová anténa pokrývající pásma 6-20 m. Cílem optimalizace bylo dosáhnout co nejvyššího směrového zisku při relativně malých rozměrech a co nejprůběžnějšího průběhu vstupní impedance v závislosti na kmitočtu v amatérských pásmech. Délka nosné části antény je 1,5 a poloměr otáčení je 3,9 m. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.1.2.1.

Tabulka 1.1.2.1. Parametry šestipásmové antény *Maria Maluca*

Šířka pásma [m]	Vstupní impedance* [Ω].	Zisk ve vztahu k dipólu [dBd]	Výškový přírůstek 12 m** [dBi]	Úhel otevření svislého paprsku [°].	Zpětný útlum [dB]
20	28,4 - j275	0,1	8,13	23,5	0,43
17	56,9 - j62	1,2	8,45	18,6	2,63
15	34,3 + j80	5,1	12,44	15,7	13,72
12	144,7 + j317	3,1	10,64	14,0	-7,86
10	379 + j672	2,6	10,51	12,0	-5,05
6	96,4 - j383	3,4	11,27	7,1	-2,06

Poznámky"

* Vstupní impedance ve volném prostoru

** Nad skutečnou půdou s průměrnou vodivostí

Záporný zpětný útlum v pásmech 6, 10 a 12 m naznačuje, že hlavní paprsek antény směřuje opačným směrem než ve třech nižších pásmech.



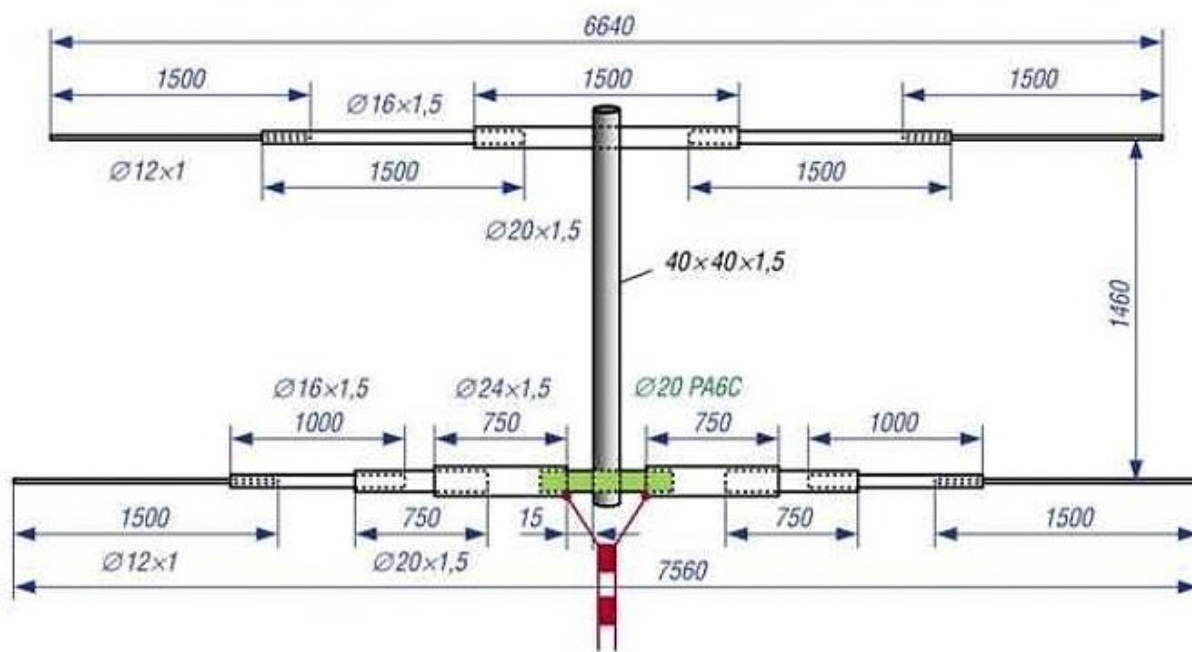
Fotografie 1.1.2.1. Upevnění chladiče

Anténa je vyrobena z hliníkových profilů. Nosič má čtyřhranný průřez 40 x 40 x 15 mm a na svých koncích otvory o průměru 20 mm pro upevnění zářiče a reflektoru/směrovky. Vzdálenost mezi nimi bude 1,46 m. Oba prvky o délce 7,56 m a 6,56 m jsou teleskopicky zkonstruovány z trubek o vnějším průměru 24 až 12 mm (obr. 1.1.2.3). Trubky v místech křížení mají každá čtyři zářezy, které umožňují jejich sevření svorkami, což zabraňuje pohybu trubek menších průměrů. Prvek, který je zároveň směrovkou nebo tzv.

V závislosti na provozním pásmu je reflektor galvanicky spojen s nosnou částí antény. Prut ze skelných vláken o průměru 20 mm naopak zajišťuje elektrické oddělení prvků reflektoru od nosné části na svorkách antény. Tyč je přitlačena k okrajům otvorů příčným šroubem M8 z nerezové oceli s protikusem (obr. 1.1.2.1). Na tuto tyč se nasadí zářiče a upnou se na ni pomocí svorek. Tyto svorky slouží zároveň jako svorky, ke kterým je připojeno přívodní vedení. Měly by být umístěny ve vzdálenosti přibližně 15 mm od stěny nosiče.



Foto 1.1.2.2. Symetrizační zařízení pro ploché kabely. Na obrázku připojený k měřicímu systému



Obr. 1.1.2.3 Struktura antény. Izolační tyč z obr. 1.1.2.1 je vyznačena zeleně.

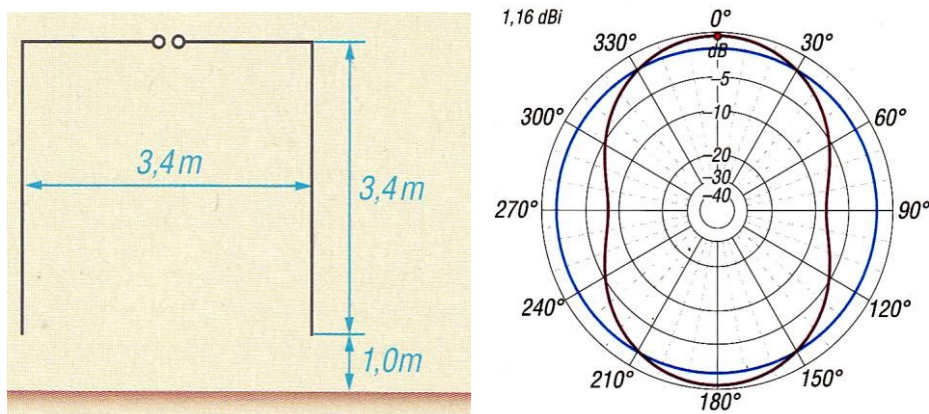
Anténa je symetricky napájena plochým žebříkovým kabelem s vlnovou impedancí 450 Ω . Vyznačuje se nízkým útlumem, značnou životností a dobrou odolností proti vnějším vlivům. Délka napájecího vedení je v podstatě libovolná, ale je možné najít vhodnou délku.

z délkových rozsahů, které zajišťují příznivou transformaci vstupní impedance antény na hodnoty, s nimiž si bez problémů poradí vestavěné automatické anténní boxy rádia. Namotání posledních dvou metrů kabelu na plastovou trubku - vznikne tak bifilární válcová tlumivka - zajistí širokopásmové přizpůsobení symetrického kabelu asymetrickému výstupu vysílače. Toto řešení zajišťuje nízký útlum v širokém frekvenčním rozsahu. V pásmu 50 MHz činí u plochého kabelu "Wireman" (CQ552) 0,02 dB a v pásmu 20 m s efektivní délkou blízkou 1/10 vlnové délky dokonce jen 0,01 dB.

[1.1.2.1] <https://www.amateurfunk-westpfalz.de/bauanleitungen-fuer-antennen/>

1.1.3. Lomená dipólová anténa ramena

Jedním ze způsobů, jak zmenšit velikost antény, je ohnout nebo zalomit její prvky. V nejjednodušším případě jsou ramena dipólu v určitém bodě zalomena o 90° a směřují dolů. Je možné je také nasměrovat do stran v horizontální rovině, ale pak konstrukce zabírá více místa, než když ramena směřují dolů. Autor článku [1.1.3.1] zalomil ramena dipólu o délce 9,8 m pro pásmo 20 m (14,1 MHz) tak, že vznikl otevřený čtverec o třech stranách dlouhých po 3,4 m. V tomto případě se jedná o čtverec o délce 3,4 m. Konce ramen byly 1 m nad povrchem země. Blízkost země si vyžádala prodloužení svislých částí na rozměry uvedené na obrázku. Směrové charakteristiky antény v horizontální rovině jsou přibližně všesměrové. Směrový zisk je přibližně -0,53 dBi při vyzařovací impedanci 24Ω . Při této impedanci je možné anténu přizpůsobit 50-ohmovému vedení pomocí čtvrtvlnného transformátoru s vlnovou impedancí $37,5 \Omega$ získanou paralelním spojením dvou čtvrtvlnných úseků kabelu 75Ω . Tato metoda poskytuje velmi dobrou shodu pro antény vyrobené 28-ohmovou technologií, ale při 24Ω WFS nepřekračuje hodnotu 1,2.



Konstrukce a rozměry antény

Obrázek 1.1.3.2: Vyzařovací charakteristiky antény s lomenými rameny (modrá čára) ve srovnání s vyzařovacími charakteristikami přímého dipólu (fialová čára).

Anténa byla vyrobena z měděného drátu s PVC izolací o vnějším průměru 3 mm.

Dalším zalomením antény do tvaru čtverce se čtyřmi stranami nebo dokonce s překrývajícími se konci se vyzařovací odpor antény snížil na 11Ω v prvním případě a $2,3 \Omega$ ve druhém. To znamenalo zřetelné snížení účinnosti antény. Extrémním případem by bylo spojení konců dipólu pomocí kondenzátoru s proměnnou kapacitou - výsledkem by byla magnetická anténa, která, jak známo, má velmi nízký vyzařovací odpor a účinnost.

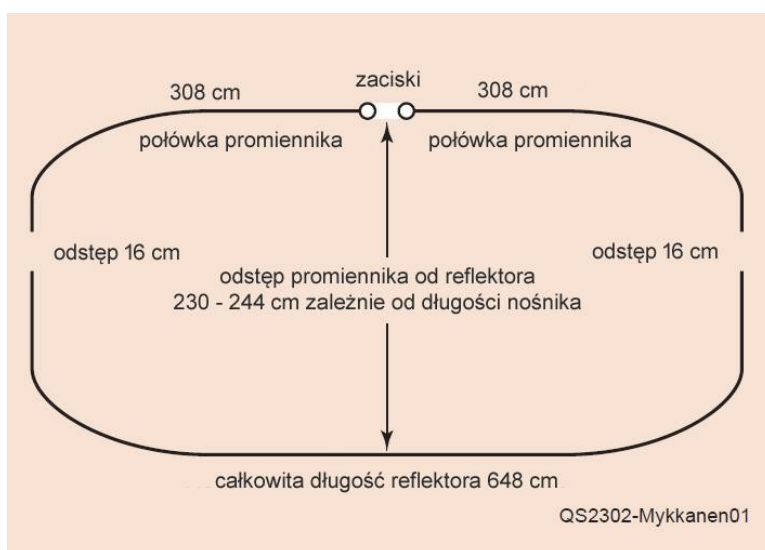
[1.1.3.1] "Platzsparender Aufbau eines Dipols durch Faltung", Christoph Kunze, DK6ED, *Funkamateure* 2/2024 p. 136

1.1.4. Moxonova oválná anténa pro pásmo 15 m



Foto 1.1.4.1. Vzhled Moxonovy oválné antény

Anténa Moxon je určena pro provoz v terénu a vyznačuje se malými rozměry, značným ziskem a zpětným útlumem a vhodným vyzařovacím úhlem pro DX provoz i při montáži v malých výškách. Zabírá méně místa než obvyklá obdélníková anténa Moxon. Simulace ukázala, že tvar antény téměř ovlivňuje její vlastnosti. Mnohem důležitější je volba správné délky prvku.



Obr. 1.1.4.1. Rozměry antény

Řešení je zjednodušenou variantou návrhu KG4JJH z roku 2003. Anténa je vyrobena z 3 m dlouhých teleskopických sklolaminátových prutů z tyčí upevněných na středech na dřevěných prknech o délce 60 cm a šířce 10 cm, které jsou zase připevněny k nosné fotce 1.1.4.2) pomocí závitových tyčí ve tvaru U. Anténa je umístěna na dřevěných prknech o délce 60 cm a šířce 10 cm. Nosič antény, vyrobený ze sklolaminátových nebo hliníkových trubek nebo dřevěného prutu, je dlouhý 244 cm. K upevnění nosiče na stožár použil konstruktér hliníkové desky, ale mohou to být i dřevěná prkna (foto 1.1.4.1). Způsob provedení svorek na plexisklové desce je znázorněn na fotografii 1.1.4.3. K napájení antény byl použit koaxiální kabel RG-58.

Konce zářiče a reflektoru jsou navzájem spojeny izolátory o délce 16 mm vyrobenými z podélně rozříznutých PVC trubek o délce 20 cm a průměru 3/4 palce. V nich vyříznutý otvor a podélná drážka pro ukotvení anténního kabelu (obr. 1.1.4.4) usnadňují rychlou instalaci antény v polních podmínkách. Svorka našroubovaná na konec kabelu rovněž usnadňuje nastavení délky kabelu při ladění antény.



Foto 1.1.4.2. Upevnění konců tyčí na desky Foto 1.1.4.3.
Způsob výroby svorek

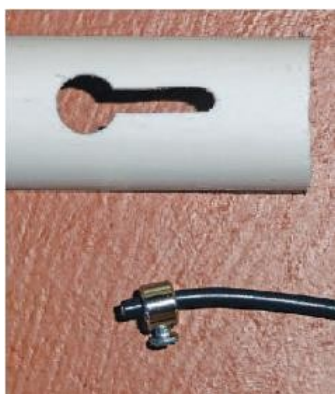


Foto 1.1.4.4. Izolátory spojující konce chladiče a reflektoru
Foto 1.1.4.5. Připojení chladiče

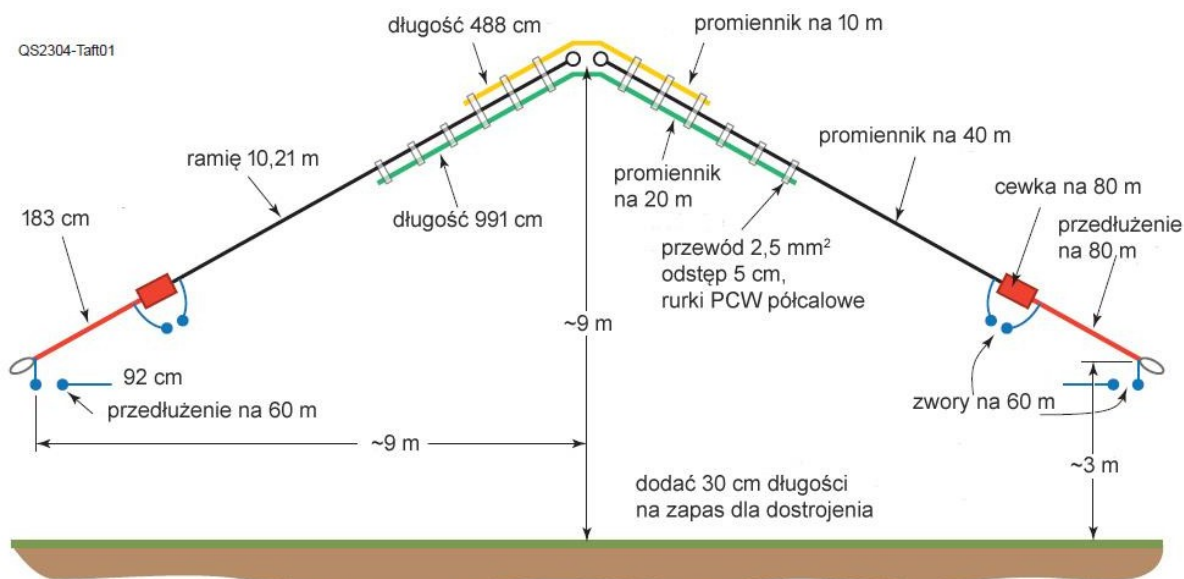
Zářič a reflektor jsou vyrobeny z izolovaného kabelu o průřezu $2,5 \text{ mm}^2$ a délkách podle obr. 1.1.4.1. Na koncích kabelů jsou kovové svorky. Svorky na straně koncovek antény by měly být krimpovány kleštěmi a pájeny, aby byla zajištěna dostatečná mechanická pevnost. Svorky na opačných koncích kabelu jsou upevněny šrouby.

Aby bylo možné anténu naladit, měla by být umístěna ve výšce alespoň 2,5 m. Počáteční WFS je přibližně 1,4 a pro jeho zlepšení je třeba opatrně zkrátit dráty zářiče. Je možné dosáhnout WFS menšího než 1,3. Po dokončení ladění lze anténu umístit do požadované výšky. Konstrukce je dostatečně lehká, aby ji bylo možné umístit i na pětimetrový stožár. Lze ji rychle složit a rozložit, a tak ji lze snadno přepravit do terénu QTH.

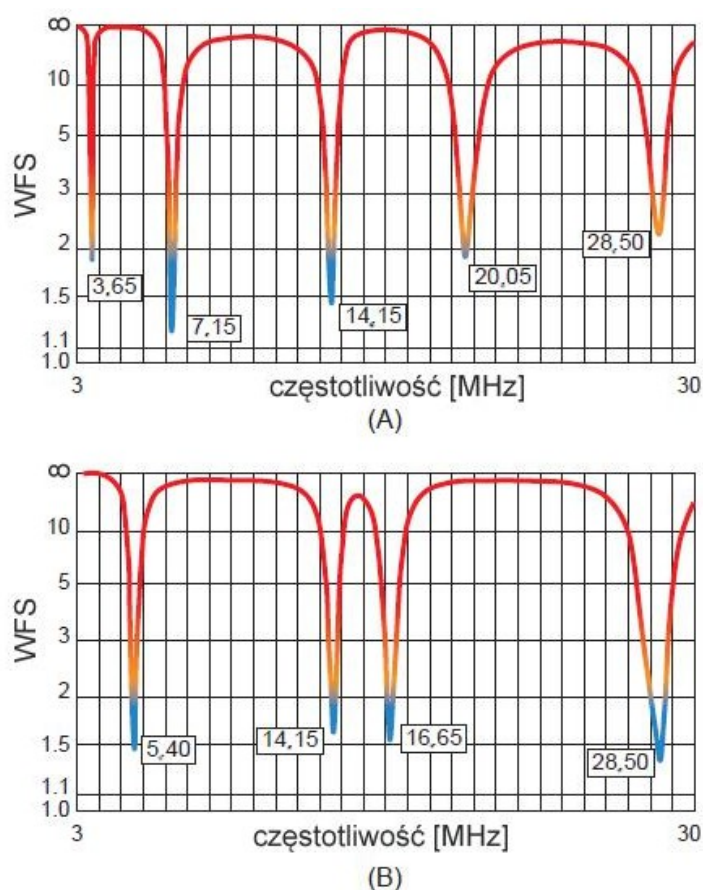
[1.1.4.1] 'A 15-Meter Portable Oval Moxon Antenna', Toivo Mykkanen, W8TJM, QST 2/2023 p37.

1.1.5. Krátkovlnná anténa s vyzařovacími prvky pasivní

Vícepásmová dipólová anténa umožňuje provoz v pásmech 80, 60, 40, 20, 15 a 10 metrů. Známa koncepce pasivních zářičových antén na pásmech 2 m a 70 cm, kterou šíří mimo jiné DK7ZB, funguje dobře i v pásmu krátkých vln.



Konstrukce a rozměry antény



Obrázek 1.1.5.2: Průběh vlny vypočtený programem EZNEC: A - pro konfiguraci 80, 40, 20, 15, 10 a 6 m, B - pro konfiguraci 60 m, funguje také v pásmech 20 a 10 m.

Koncept pasivních rezonátorových (spřažených rezonátorových) antén, tj. elektromagneticky spřažených antén, vychází z konceptu koaxiálních dutinek.

Anténa obsahuje tři vyzařovací prvky vzdálené od sebe 5 cm a vyrobené z drátu o průměru 2,5 mm². V anténě zobrazené na obr. 1.1.5.1 je zářič pro pásmo 40 m napájen, zatímco další dva - pro pásma 10 a 20 m - jsou s ním elektromagneticky spojeny. K hlavnímu zářiči jsou připevněny distančními podložkami z PVC. Zářič pro pásmo 40 m má cívky a prodlužovací přívody pro pásmo 80 m a je vymodelován podle studie [1.1.5.2]. Provoz v pásmu 15 m je možný, protože je třetí harmonickou pásma 40 m a naopak pásmo 6 m je jeho sedmou harmonickou. Na obr. 1.1.5.2 je znázorněn průběh poměru stojatých vln vypočtený programem EZNEC. Anténa může pracovat i v pásmu 60 m po zmenšení cívek a prodloužení zářiče - provedeném pomocí propojek. Počítačem simulované směrové charakteristiky ukazují, že anténa umožňuje provoz s vertikálně vyzařovanými vlnami (NVIS) v pásmech 80, 60 a 40 m, v pásmech 15 a 10 m jsou vlny vyzařovány pod malými úhly výhodnými pro DX provoz a v pásmu 6 m (na sedmé harmonické pásma 40 m) obsahuje charakteristika několik laloků. Polovlnné zářiče v pásmech 40, 20 a 10 m poskytují charakteristiku s jedním lalokem.



Foto 1.1.5.3. Spojovací skříňka se symetrizačními prvky a dvěma vzpěrami z PVC

Foto 1.1.5.4. Zadní část rozvodné skříně se vzpěrami. Kabel chladiče pro 10m pásmo je nahoře, pro 20m pásmo je dole. Oranžová páska po stranách vzpěry na vodiči pro 10 m zabraňuje jeho pohybu v otvoru. Chladič pro 40 m je veden středovými otvory.

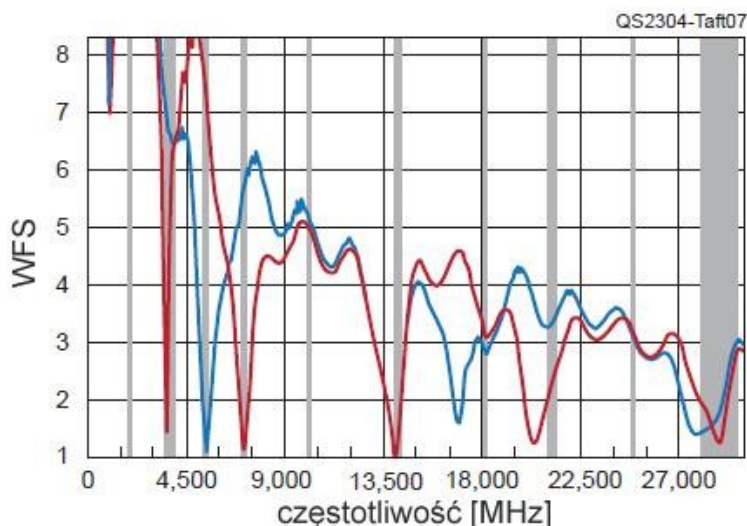
Anténa je uprostřed podepřena na 9m stožáru z PVC a má tvar obráceného V. Celková délka 2,5 mm² kabelu s nylonovou izolací použitého pro tři radiály je 46 m. Svorky jsou umístěny v plastové krabici z elektroinstalace (foto 1.1.5.3). Na její spodní stěně je rovněž upevněna koaxiální zásuvka a na horní stěně kroužek pro zavěšení krabice.

Na vzpěry byly použity trubky z PVC o průměru půl palce a délce 18 cm od elektroinstalace. Do vzpěr se vyvrtaly tři páry otvorů: uprostřed a symetricky ve vzdálenosti 5 cm od něj (foto 1.1.5.4). Aby se vzpěry nepohybovaly po potrubí, jsou otvory uprostřed vyvrtány kolmo na horní a dolní vzpěry. Vzpěry ve vzdálenostech přesahujících délku chladiče 10 m jsou dlouhé 7,5 cm a mají dva páry otvorů kolmo na sebe.

Symetrizační převodník 1:1 je navinutý 4 mm drátem² v izolaci na jádru s feritovým kroužkem FT240-31. Skládá se z 2 x 10 - 12 závitů navinutých způsobem W1JR.



Foto 1.1.5.5. Prodlužovací cívka pro pásmo 80 m bez připojeného můstku. Cívka je omotána izolační páskou, která stabilizuje vinutí a chrání jej před vlivy prostředí. Cívka byla z estetických důvodů natřena šedou barvou. Vpravo je vodič pro pásmo 80 m a vlevo je hlavní část dipólu pro pásmo 40 m.
Foto 1.1.5.6. Pohled na vzpěru pro tři dráty



Obr. 1.1.5.7. WFS naměřený pro anténu zavěšenou 6 m nad povrchem země. Červený graf - konfigurace antény pro pásma 80, 40, 20, 15, 10 a 6 m, modrý pro pásma 60, 20 a 10 m. Šedé svislé obdélníky znázorňují polohu amatérských pásem.

Prodlužovací cívky pro pásmo 80 m jsou navinuty drátem o průřezu 4 mm² na trubkách z PVC o průměru 7,5 mm a délce 14 cm. Pro digitální vysílací kmitočty se skládají z 81 závitů drátu a u horního konce pásma 3,5 MHz by jich mělo být o několik méně. Dráty zářiče by měly být protaženy otvory na koncích cívek a připojeny šrouby k drátu cívky. Dráty zářiče by měly mít délky uvedené na obr. 1.1.5.1 s přídatkem 30 cm pro ladění antény. Provoz v pásmu 60 m umožňují bočníky spojující cívky a přídatná prodloužení ramen.

V provedení K1EHZ bylo po vyladění každé rameno zářiče pro pásmo 40 m dlouhé 10,21 m, prodloužení pro pásmo 80 m mělo každé délku 183 cm, zářič pro pásmo 20 m byl dlouhý 9,91 m, zářič pro pásmo 10 m byl dlouhý 4,88 m a prodloužení pro pásmo 60 m mělo každé délku 61 cm. Ladicí frekvence byly 7,2, 14,2 a 28,4 MHz. V evropském pásmu 40 m by měl ladicí kmitočet ležet spíše poblíž 7,1 MHz. Úzká provozní šířka pásma v pásmu 80 m znamená, že je třeba zvolit preferované dílčí pásmo.

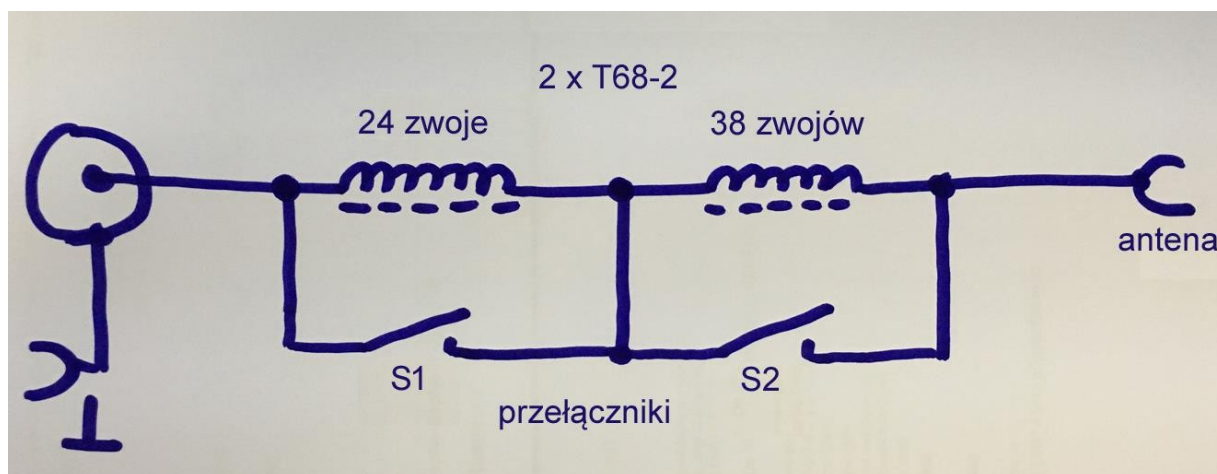
Průběhy WFS naměřené anténním analyzátozem RigExpert AA-54 jsou uvedeny na obrázku 1.1.5.7. Minima WFS leží na většině pásem pod hodnotou 2. Šířka minim byla přibližně 2 MHz v pásmu 6 m a téměř 3 MHz v pásmu 15 m. V blízkosti pásma 15 m ležela minima kolem 20 MHz místo přesně na třetí harmonické - 21,6 MHz. Praktické testy ukázaly, že anténa funguje dobře na všech pásmech. Konstruktor použil automatickou anténní krabičku AT-200Pro od firmy LDG Electronics, s tím, že byla skutečně nutná pouze na pásmu 15 m. Mimo jiné byla prováděna komunikace v síti Winlinku, a to na nižších pásmech také prostřednictvím vertikálně vyzařované vlny (NVIS).

1.2. Antény vertikální

1.2.1. Třípásmová anténa QRP

Konstrukce DL4ABB vychází z vývoje antény pro pásma 20 - 40 m skupiny 'QRP Guys'. Anténa pokrývá pásma 40, 30 a 20 m a skládá se z vertikálního zářiče, čtyř protizávaží a sériové prodlužovací cívky s přepínatelnou indukčností. Je určena pro DX QRP provoz z libovolného místa. Zářič a protizávaží jsou vyrobeny z libovolného typu lica. Délka zářiče je 5,18 m a protizávaží mají každé délku 3,05 m.

Prodlužovací cívky jsou navinuty na kruhových jádrech T68-2 s 0,5 mm smaltovaným měděným drátem. Vinutí mají 24 a 38 závitů. Zkratovací spínače S1 a S2 jsou zapojeny paralelně. V pásmu 30 m je spínač S1 otevřený a v pásmu 40 m jsou oba spínače otevřené. Maximální přípustný výkon v tomto provedení je 10 W. Konstrukteřem naměřené součinitele stojatého vlnění byly po zkrácení zářiče na 5,08 m pro pásmo 20 m přibližně 1,2 a po rozvinutí tří cívek L2 pro ostatní pásma přibližně 1,5. V případě, že se zářič zkrátil na 5,08 m, byly součinitele stojatého vlnění pro pásmo 20 m přibližně 1,2. Jedná se samozřejmě o přibližné hodnoty, které závisí na vlivu prostředí. Proto je lepší vyrobit anténu dané délky a navinout plný počet cívek L2. Ty pak lze nastavit na optimální hodnoty. Stožár může mít libovolnou konstrukci, například se může skládat z plastových trubek nebo prutových prvků.



Obrázek 1.2.1.1 Schéma prodlužovací cívky

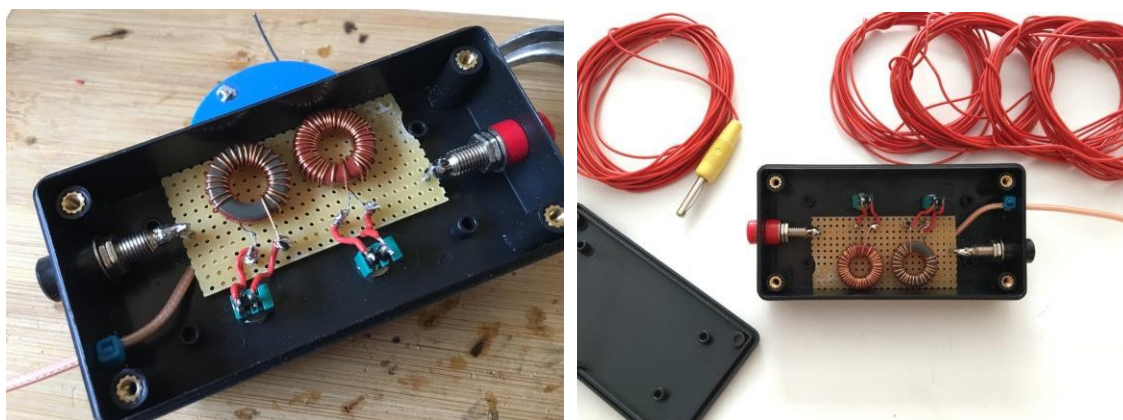


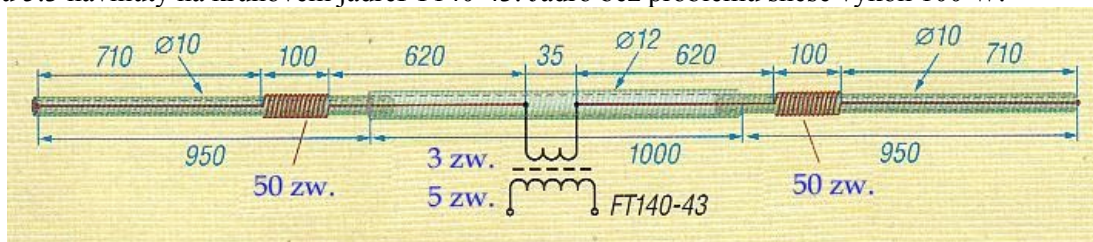
Foto 1.2.1.1. Zhotovení přizpůsobovacího obvodu Foto 1.2.1.2. Prvky antény [1.2.1.1]

<https://www.hamspirit.de/9889/dreiband-vertikalantenne-fuer-qrp-betrieb/>.
[1.2.1.2] <https://qrpguys.com>

1.2.2. Zkrácený dipól pro pásmo 10 m

Anténa byla projektantem navržena pro svislou montáž na balkoně jako doplněk ke stávající anténní instalaci, ale nic nebrání tomu, aby byla namontována vodorovně. Anténa se skládá ze tří úseků sklolaminátových trubek o celkové délce 2,9 m a průměrech 12 a 10 mm, do nichž je vtažen kabel Cuem Ø 1 mm, který tvoří ramena dipólu.

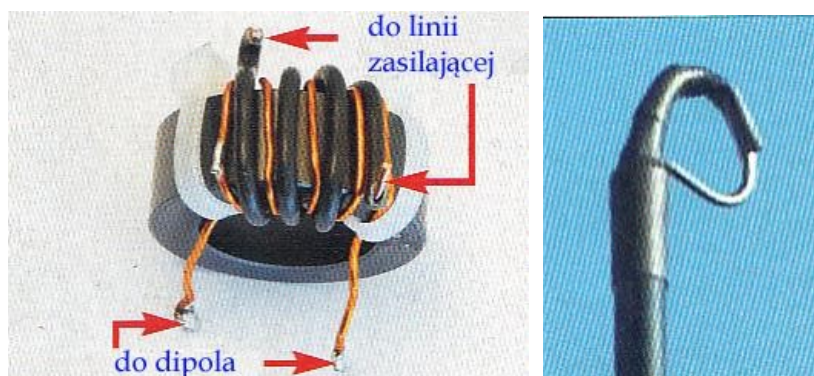
Prodlužovací cívky jsou vyrobeny ze stejného drátu. Pro rezonanční frekvenci 29 MHz musí být indukčnost cívky rovna $3,2 \mu\text{H}$. Pro pásma 12 a 15 m jsou indukčnosti rovny $5 \mu\text{H}$, resp. $7,5 \mu\text{H}$. Pro cívku o indukčnosti $3,2 \mu\text{H}$ s roztečí vinutí 2 mm (dvojnásobná tloušťka drátu) a vnitřním průměrem 10 mm je počet vinutí 57 (po zohlednění vlivu vlastní kapacity cívky - bez zohlednění by to bylo 68 vinutí). V praxi se dokonce ukázalo, že postačuje 50 vinutí. Aby se snížila rezonance na přibližně 28,15 MHz, přidal konstruktér na konec cívky 8 cm dlouhé úseky drátu jako malou kapacitní zátěž. Způsob výroby je znázorněn na obrázku 1.2.2.4. Vodiče a vývod trubice jsou chráněny smršťovací bužírkou. Otvory ve stěnách trubky (uprostřed a na koncích cívky byly utěsněny dvousložkovým lepidlem. Rozměry antény a umístění cívek jsou uvedeny na obr. 1.2.2.1. Simulace pomocí programu EZNEC ukazují vstupní imedanci 35Ω . Pro přizpůsobení vedení 50Ω byl použit transformátor s poměrem závitů 5:3 navinutý na kruhovém jádře FT140-43. Jádro bez problémů snese výkon 100 W.



Obr. 1.2.2.1. Rozměry antény



Obr. 1.2.2 Sestava cívky a přívodu. Vlevo je vidět otvor do vnitřní části trubky a vlevo způsob ochrany smršťovací bužírkou.



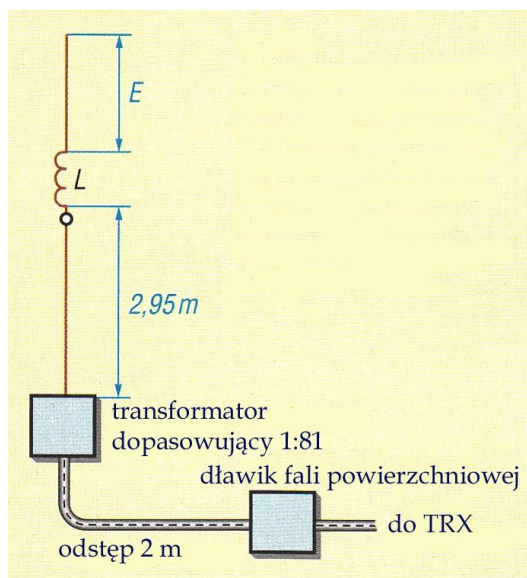
Obr. 1.2.2.3. Způsob výroby přizpůsobovacího transformátoru

Obrázek 1.2.2.4 Výroba a upevnění dipólových prodlužovacích ok

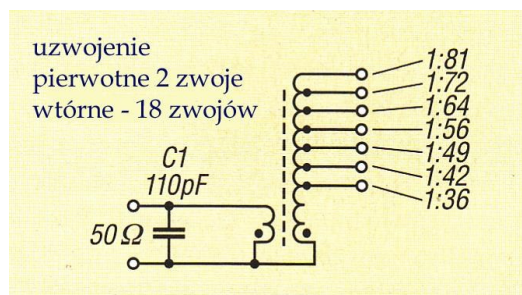
[1.2.2.1] "10-m-Kurzdipol für die Antennenanlage auf dem Balkon", Klaus Solbach, DK3BA, *Funkamateureur* 12/2023 str. 964

1.2.3. Zkrácená vertikální anténa pro pásma 15 m, 17 m a 20 m.

Anténa se skládá z 6 m dlouhé tyče ze skleněných vláken (prutu), která slouží jako nosič pro dva úseky drátu spojené prodlužovací cívkou umístěnou přibližně ve 2/3 výšky antény (obr. 1.2.3.1). Délky horního úseku E a počet závitů cívky pro jednotlivá pásma jsou uvedeny v tabulce 1.2.3.1. Zpočátku je třeba úsek E mírně prodloužit a v průběhu ladění antény zkrátit. Rezonanci antény ovlivňuje mimo jiné způsob vinutí cívek (tloušťka drátu a vzdálenost mezi cívkami) a jejich vlastní kapacity. Cívky jsou navinuty na profilech PVC trubek o průměru 25 mm (foto 1.2.3.3). Zkrácení je přibližně 45 % u 20m pásma, 60 % u 17m pásma a 70 % u 15m pásma. Výhodou této konstrukce je, že nepotřebuje protizávaží. Vyžaduje však použití tlumivky povrchových vln na napájecím kabelu.



Obr. 1.2.3.1. Schéma a rozměry antény Obr. 1



.2.3.2. Schéma přizpůsobovacího transformátoru

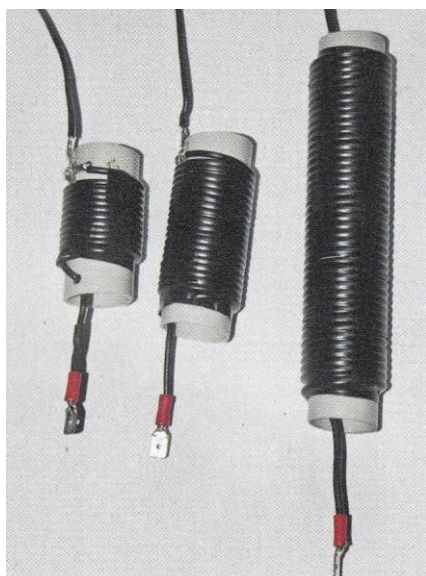
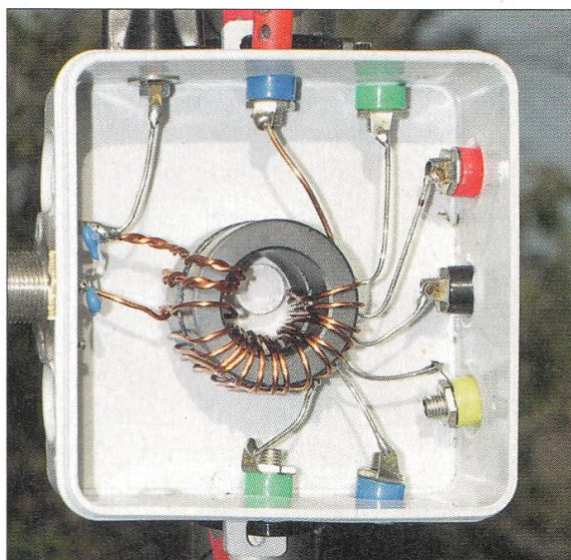


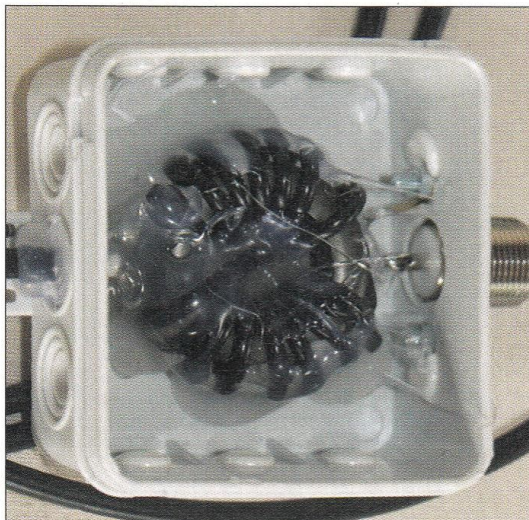
Foto 1.2.3.3. Výroba prodlužovacích



cívekFoto 1.2.3.4. Výroba transformátoru

K napájení na dolním konci se používá magnetický transformátor s poměrem odporu 1:81 (poměr napětí 1:9). Schéma řešení je uvedeno na obr. 1.2.3.1, schéma odpovídajícího transformátoru na obr. 1.2.3.2 a způsob výroby na obr. 1.2.3.4. Transformátor je navinut drátem Cuem o průměru

1,2 mm na kroužkovém jádru FT140-43. Primární vinutí obsahuje dva závity a sekundární vinutí 18 závitů s odbočkami umožňujícími volbu převodového stupně. Maximální odporový poměr je 1:81, což dává impedanční shodu 4 k Ω . Maximální přípustný vysílací výkon pro SSB a CW vysílání je 200 W, pro kontinuální vysílání, jako je RTTY nebo FT8, je nižší. Transformátor lze také navinout na jádra T130-6 nebo T130-2.



Obr. 1.2.3.5 Zhotovení tlumivky

Transformátor a tlumivka pro povrchovou vlnu jsou umístěny v plastových elektroinstalačních krabicích. Tlumivka je navinuta (po vzoru W1JR) rovněž na jádře FT140-43 a skládá se z 2 x 7 závitů koaxiálního kabelu RG174. Kabel je k jádru přilepen horkým lepidlem. Umístěním tlumivky ve vzdálenosti 2 m od transformátoru poskytuje stínění kabelu miniaturní protiváhu pro zlepšení výkonu transformátoru.

Chladič a cívky jsou vyrobeny ze stejného drátu - 1,5 mm měděného lica² v PVC izolaci. Vinutí cívky bylo přelepeno izolační páskou. Na spodních koncích cívek jsou úseky drátu o délce 5 cm zakončené kontaktem. Tímto způsobem je spodní prvek antény o délce 2,90 m prodloužen na 2,95 m. Horní úsek E je trvale spojen s prodlužovací cívkou.

Tabulka 1.2.3.1

Počet závitů prodlužovací cívky a délka úseku E

Šířka pásma [m]	Počet cívek	Délka úseku E [m]
15	11	1,92
17	20	1,82
20	41	1,85

Tabulka 1.2.3.2

Údaje o přizpůsobovacím transformátoru

Odpojení na cívce	Poměr vinutí	Tažné ústrojí
18	1:9	1:81
17	1:8,5	1:72
16	1:8	1:64
15	1:7,5	1:56
14	1:7	1:49
13	1:6,5	1:42
12	1:6	1:36

Spodní část je buď přilepena páskou, nebo přivázána k nosiči pomocí vázacích pásek. Cívky se připojují pomocí zásuvných kontaktů z elektroinstalace vozu. Místo nich lze použít elektrické kostky. K upevnění horní části se používají vázací pásky. Cívka může být také navinuta spirálovitě na tyči, v takovém případě postačí jediná vazba v horní části.

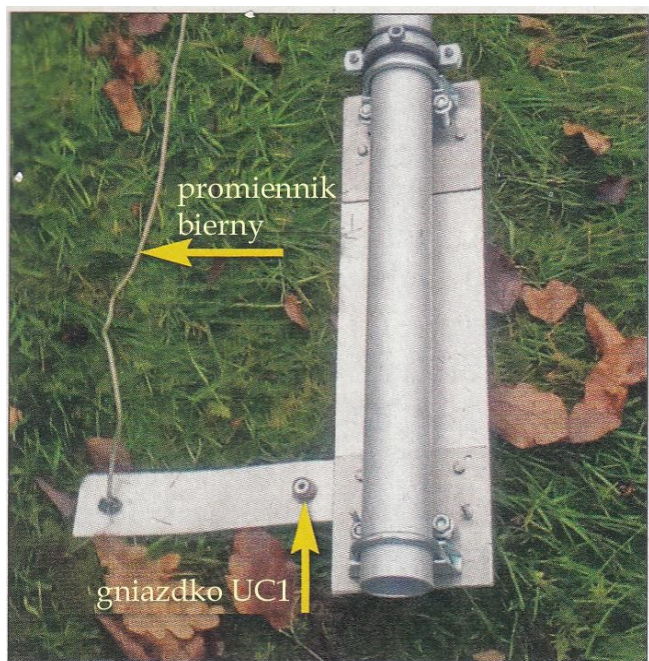
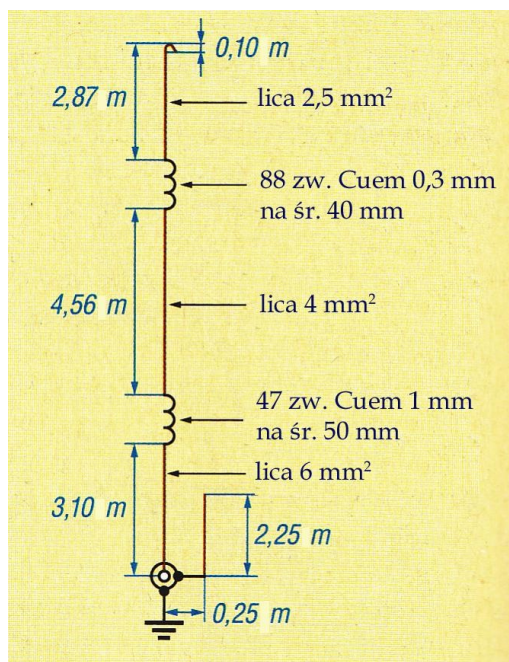
Pokryté rozsahy jsou užší než u půlvlnných dipólů, ale v praxi postačují k pokrytí celých pásem s WFS pod 1,5, jakmile je zvolen optimální poměr transformátoru. Vliv na něj má mimo jiné okolí antény.

[1.2.3.1] "Verkürzte EFHW-Vertikalantennen für 15 m, 17 m und 20 m", Martin Steyer, DK7ZB, *Funkamateur* 5/2023 s. 381.

1.2.4. Zkrácená vertikální anténa pro 10m, 15m a nižší pásma

Anténa se skládá ze zářiče rozděleného na tři prvky pro pásma 15 m, 80 m a 160 m a elektromagneticky vázaného zářiče pro pásmo 10 m (obr. 1.2.4.1). Soubor pásem je přizpůsoben licenčním podmínkám pro německou třídu E. Spodní prvek zářiče je naladěný na pásmo 15 MHz.

Nad ním je prvek oddělený spodní tlumivkou pro pásmo 80 m. Horní prvek oddělený horní tlumivkou umožňuje provoz v pásmu 160 m. Vzhledem ke značné rezonanční vzdálenosti pásem 15 m a 80 m spodní tlumivka účinně odděluje spodní prvek od zbytku antény. Menší rozdíl rezonančních frekvencí v pásmech 80 a 160 m způsobuje, že oddělení středního prvku od horního prvku je mnohem slabší. Rezonanci v pásmu 10 m zajišťuje přidavný pasivní zářič umístěný ve vzdálenosti 0,25 m po straně hlavního zářiče. Je uzemněn a elektromagneticky spojen s hlavním zářičem.



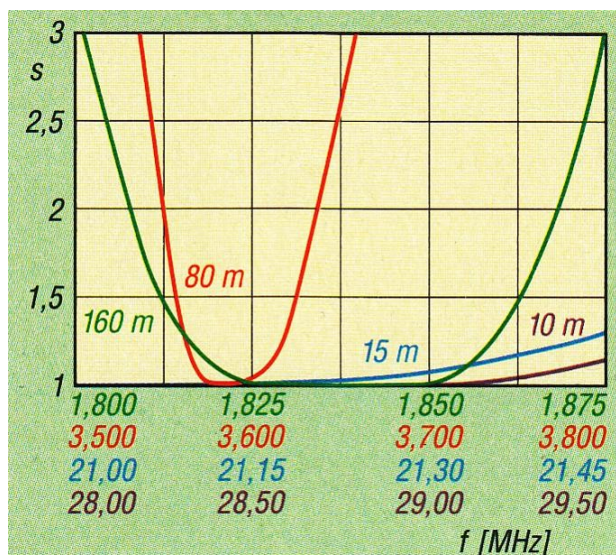
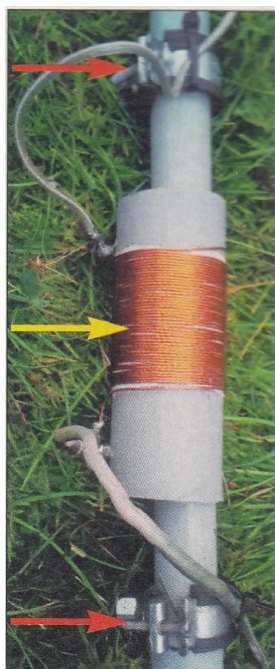
Obr. 1.2.4.1. Schéma a rozměry antény Obr. 1.2.4.2. Základna antény

Celková výška antény je 10 m. Používá 10metrový prut ze skelných vláken (tyč). Konstrukce a uvedení antény do provozu jsou ve srovnání s jinými vícepásmovými anténami zjednodušeny nahrazením rezonančních obvodů (pastí) oddělovacími tlumivkami. Nosná tyč stojí stabilně a nevyžaduje uchycení. Konstrukce základny antény a spodní tlumivky je znázorněna na obrázcích 1.2.4.2 a 1.2.4.3.

Zářiče jsou vyrobeny z reproduktorového drátu s různými průřezy v izolaci. Průřezy byly zvoleny podle vf proudu. Čtyři protizávaží o délce 10 m jsou vyrobena z reproduktorového lana o průřezu 6 mm².

Cívky jsou navinuty drátem Cuem o průměru 1 mm cívku po cívce na trubce z PVC o průměru 40 a 50 mm. K upevnění prvků chladiče a konců cívek byly použity kovové svorky.

Šířka pásma pro WFS pod 2 je 80 kHz v pásmu 3,5 MHz a 50 kHz v pásmu 1,8 MHz. V pásmech 10 a 15 m leží WFS pod 1,5.



Obr. 1.2.4.3. Výroba spodní cívky. Červené šipky označují kovové svorky a žlutá šipka cívku

1.2.4.4. Průběh WFS v provozních pásmech

[1.2.4.1] "Verkürzte Vertikalantenne für 10 m, 15 m und die Lowbands", Dipl.-Ing. Christoph Kunze, DK6ED, *Funkamateureur* 9/2023 s. 714.

1.2.5. Širokopásmové antény GP

Antény založené na principu WBV (*wide band vertical*) mají další pasivní zářič elektromagneticky spojený s hlavním zářičem. Ten je kratší než hlavní zářič a zajišťuje tak rezonanci a přizpůsobení (druhé místní minimum WFS) na frekvenci vyšší než hlavní frekvence. Výsledkem je širší nízká WFS charakteristika, tj. širší pracovní pásmo antény.

Hlavní zářič pro pásmo 80 m má výšku 1/4 vlnové délky - 21 metrů - a v původní konstrukci byl vyroben ze čtvercového kovového profilu 80 x 80 mm. Anténa byla původně vybavena 40 protizávažími o délce 20 metrů. Počet protizávaží však bylo možné snadno snížit na 10. V upravené anténě je pasivní zářič o výšce 19 m tvořen drátěnou smyčkou o šířce 3 - 3,5 cm a hlavní zářič o výšce 21 m je drátěná smyčka o šířce 10 cm. Při konstrukci byly použity teflonové distanční vložky, aby se dosáhlo stabilní konstrukce.

Přidáním pasivního zářiče se nejen rozšíří pracovní rozsah antény, ale také se zvýší vstupní impedance z 37 Ω na přibližně 50 Ω s malou imaginární složkou, pokud je zvolena vzdálenost a délka pasivního zářiče. Musí být také tenčí než hlavní zářič. Experimentálně zvolená vzdálenost obou zářičů, která poskytuje nejmenší možný vyzařovací úhel, je 1,2 m pro anténu pracující v pásmu 80 m. Nižšího WFS se však dosáhne při rozteči 1,6 m. Pro kmitočet 3,5 MHz byla získána vstupní impedance $Z = 55 + j2,7 \Omega$ a WFS přibližně 1,11, pro 3,6 MHz - $Z = 60 + j0,8 \Omega$ a WFS 1,2, zatímco pro 3,7 MHz - $Z = 40 - j0,26 \Omega$ a WFS - 1,25.

Upravená konstrukce je znázorněna na obrázku 1.2.5.1. Směrová charakteristika antény je téměř všesměrová.

Rozměry antény se vypočítají z následujících vzorců:

$$\lambda_M = 3 \times 10^8 / f_M, \text{ kde } f_M \text{ je frekvence středu pracovního rozsahu,}$$

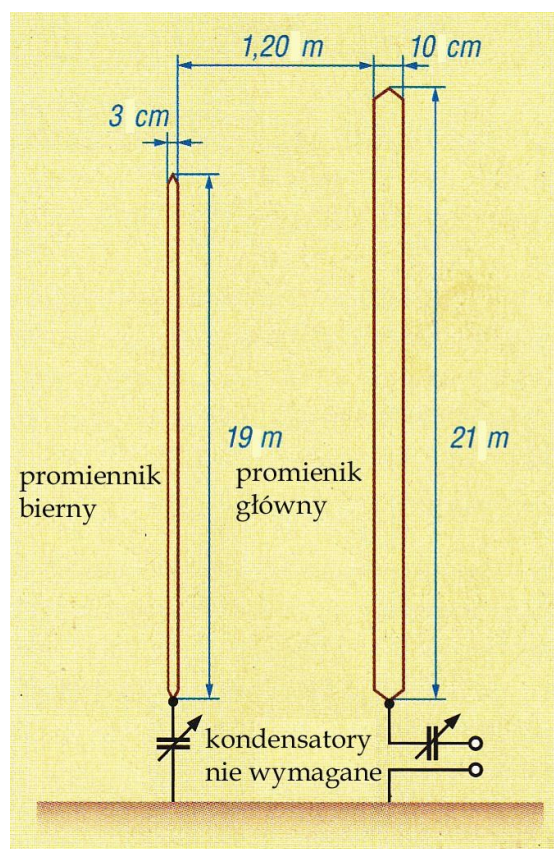
délka hlavního zářiče je $l_{pr} = 1,029 \lambda_M / 4$

délka pasivního zářiče $l_{pb} = 0,887 / 4$

vzdálenost mezi zářiči je $d = 0,02 \lambda_M$

poloměr hlavního zářiče $r_{pr} = 0,001 \lambda_M$

a poloměr pasivního zářiče $r_{pb} = r_{pr} / 3$.



Obr. 1.2.5.1 Rozměry konstrukce antény

[1.2.5.1] "Neues Konzept für breitbandige Groundplane-Antenne", Jörg Süssenbach, DF9LJ, *Funkamateurl* 2/2023 s. 124.

1.2.6. Anténa HB9XBG

Anténa HB9XBG je vertikální půlvlnná anténa s přidavným čtvrtvlnným prvkem - oba jsou prodloužením vlnového impedančního vedení 100Ω upevněného na stožáru antény. Anténa pracuje jako vertikální povrchový vlnový dipól.

Nevyžaduje protizávaží, a proto zabírá poměrně málo místa. Důležitým prvkem, který zajišťuje, aby anténa vůbec vyzařovala, je tlumivka blokující povrchové vlny. Povrchová vlna proudící na vnějším povrchu stínění koaxiálního kabelu vzniká v důsledku potřeby vyrovnat potenciály mezi symetrickou a nesymetrickou stranou systému. Povrchový efekt způsobuje, že vnější strana stínění tvoří samostatný (třetí) vodič koaxiálního kabelu pro vysoké frekvence. Proud, který v něm teče, způsobuje vyzařování vlnění. Bez blokovací tlumivky by ve 100ohmovém úseku vedení tekly symetrické proudy napájející anténu a povrchová složka proudu.

Vstupní impedanci antény $100\ \Omega$ lze snadno přizpůsobit impedanci systému $50\ \Omega$ bez použití složitých přizpůsobovacích obvodů. Úsek napájecího vedení spojující výstup přizpůsobovacího obvodu se svorkami zářiče je vyroben z reproduktorového kabelu $2 \times 2,5\text{ mm}$ v izolaci z PVC. Vlnová impedance tohoto kabelu se blíží $100\ \Omega$.

Konstruktor vycházel ze závislosti vstupní impedance symetrického vertikálního dipólu na jeho vzdálenosti od povrchu země. Když je spodní konec dipólu ve výšce blízké $1/80$ vlny, je vstupní impedance $100\ \Omega$. V konstrukci HB9XBG jsou konce antény umístěny ve výšce přibližně 20 cm, což rovněž zajišťuje vstupní impedanci $100\ \Omega$.

Shodný obvod a tlumivka jsou uloženy v plastovém vodotěsném pouzdře. HB9XBG společně s HB9BFM realizovali a prakticky vyzkoušeli antény pro pásma 20 a 40 m - na stožárech 22, resp. 10 m, pro výkony 100 a 1000 W.

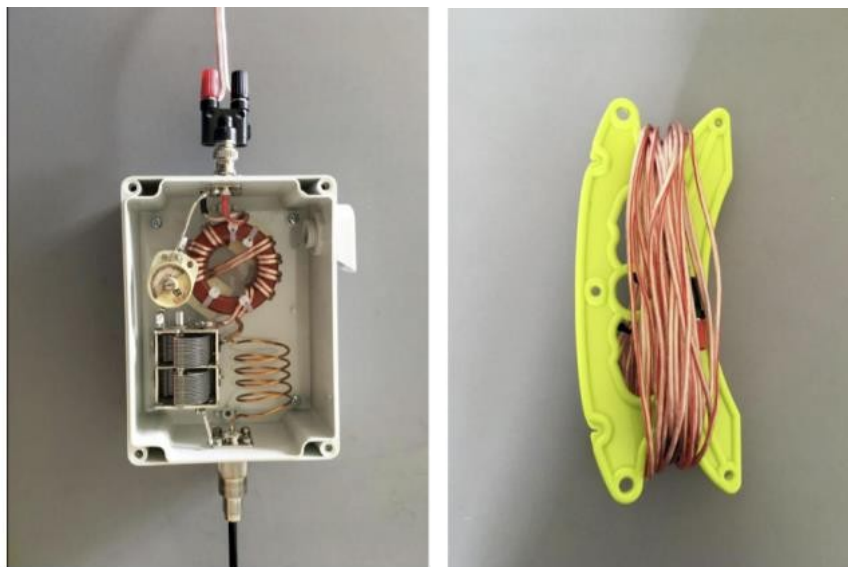
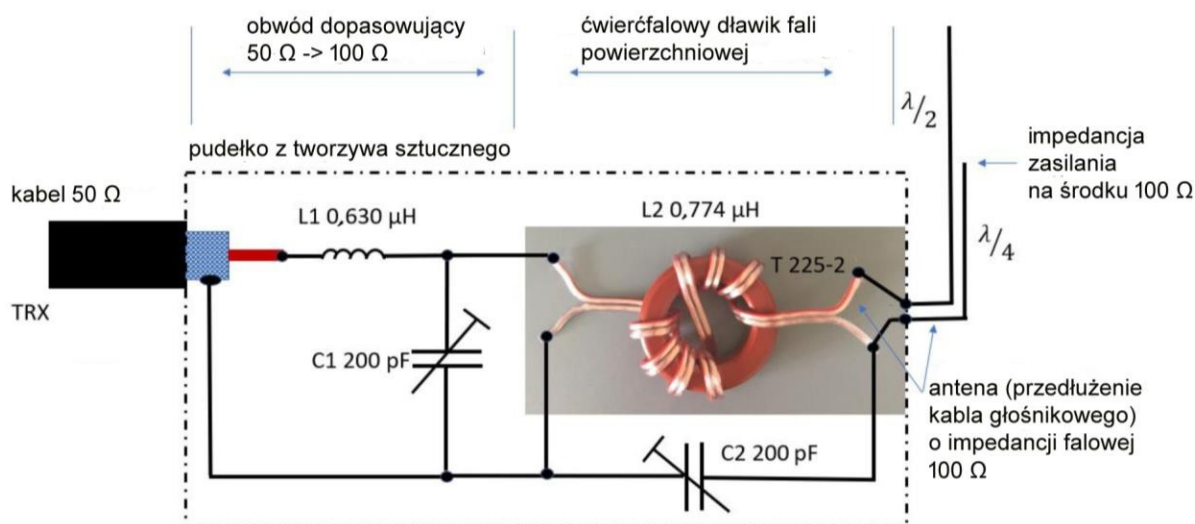


Foto 1.2.6.1. Provedení obvodů v provedení 100 W Foto 1.2.6.2. 10 m anténa ve srolovaném stavu



Obrázek 1.2.6.3 Konstrukce antény

Provozní šířka pásma antény pro WFS pod 1,5 bude v rozsahu 20 m 900 kHz, což je výrazně nad amatérskou šířkou pásma. Zisk nad ideální zemí je 6 dBi. Anténa je vhodná pro práci v terénu (v neposlední řadě díky jednoduché montáži a demontáži) a díky nízkému vyzařovacímu úhlu se dobře osvědčuje při DX komunikaci.

Tabulka 1.2.6.1 Prvky
obvodu

Šířka pásma [m]	L1 [μH]	C1 [pF].	L2 [μH].	C2 [pF].	Délky kabelů [m]
20	0,630	112	0,774	162	10,04
40	1,260	224	4,000	125	20,07

[1.2.6.1] "Die nützliche Mantelwelle", Walter Kägi, HB9XBG, HBradio, 6/2000 str. 41 - 44

[1.2.6.2] "Antennenbuch", Rothammel, publ. 12, kapitola 19.5.2

[1.2.6.3] "ARRL Antenna Book", vydání 24, kapitola 2.13.

[1.2.6.4] http://oe1iah.at/Hardware/Antennen/HB9XBG_Antenne.shtml

1.2.7. Vertikální anténa čtyřpásmová

Závěsná anténa ve tvaru dvou zkřížených obdélníků poskytuje dobrou slyšitelnost na pásmech 30, 20, 17 a 15 m.

Anténa se skládá ze čtyř vertikálních dipólů napájených klasickým způsobem ve středu. Konstrukce je lehká a levná, je založena na snadno dostupných materiálech, umožňuje snadnou instalaci, pokrývá čtyři krátkovlnná pásma a nevyžaduje časté úpravy.

Všechny čtyři dipóly jsou zapojeny paralelně a mají společné napájecí svorky. Výška dipólů pro pásma 20 m a 17 m nepřesahuje 10,5 m, zatímco dipól pro pásmo 30 m musí být elektricky prodloužen cívkami v obou ramenech. Výška antény byla zvolena tak, aby ji bylo možné zavěsit na strom rostoucí u stavitele.

Prodlužovací cívky byly navinuty drátem Cuem o průměru 1 mm² na PVC trubky o průměru 3/4 palce a délce 10 cm. Vinutí se skládá z 23 cívek navinutých cívku po cívce a má indukčnost 6,7 μH. Délka vinutí je přibližně 4,5 cm. Vinutí bylo potaženo třemi vrstvami polyuretanového lepidla a omotáno izolační páskou na ochranu před vlivy prostředí. Každé rameno zářiče pro 30m pásmo se skládá ze dvou 252 cm dlouhých úseků připojených k oběma koncům cívky.

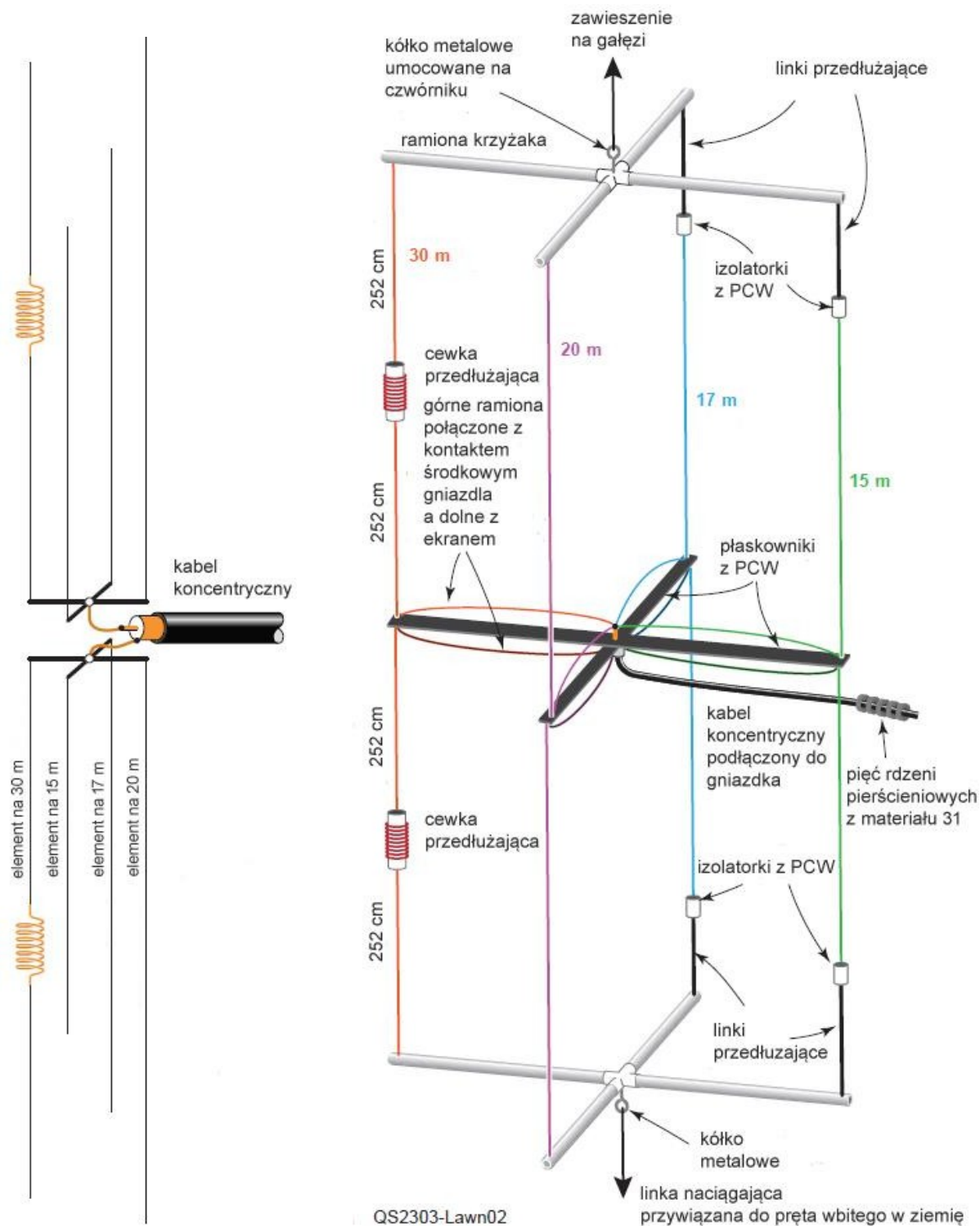
Radiály pro pásma 20, 17 a 15 m byly vyrobeny z izolovaného kabelu o průměru 2,5 mm². Vzhledem k vzájemnému ovlivňování dipólů je výhodné před laděním antény upevnit všechny čtyři dipóly.

Horní a dolní příčná výztuha se skládá z osmi dílů trubek z PVC, každý o délce 23 cm, spojených uprostřed čtyřhrany z PVC. Střední příčník se skládá ze dvou plastových plochých tyčí o tloušťce 6 mm, dlouhých 51 cm a širokých 5 cm. V jejich průřezu je upevněna anténní zásuvka UHF (UC-1). Její středový kontakt je třeba prodloužit kouskem silnějšího kabelu o průměru 2 mm tak, aby vyčníval na druhé straně plochých tyčí. Zásuvka a ploché tyče se sešroubují čtyřmi šrouby (foto 1.2.7.4). Střední a vnější kontakty jsou připojeny ke spodnímu, resp. hornímu rameni dipólu. Způsob připojení ramen k prodlouženému střednímu kontaktu je znázorněn na fotografii 1.2.7.5.

K otvorům v ramenech horního a dolního příčníku se připevní konce dipólů nebo konce nevodivého vedení o průměru 3 mm, které doplní jejich délku. Nejlépe je nejprve upevnit dipólové prvky pro pásmo 20 m, protože to určuje výšku antény. Na koncích kratších prvků jsou na koncích provrtány PVC izolátory, ke kterým se připevní úseky prodlužovacího kabelu. U čtyřpólů jsou nahoře a dole kovové obruče, ke kterým je připevněna šňůra pro zavěšení antény (nahoře) a napínací šňůra přivázaná k tyči zaražené do země (dole).

Na přívodní kabel by se měly použít feritové kroužky, které vytvoří tlumivku pro symetrizaci anténního přívodu. Konstruktor použil jádra feritových kroužků z materiálu 31. Vzájemné ovlivňování prvků na sebe vyvolává nutnost volit délku prvků při ladění a podle toho upravovat délku prodlužovacích kabelů. Ladění začíná s pásmem 20 m. Poměr stojatých vln (WFS) získaný po naladění je uveden v tabulce 1.2.7.2.

Anténa vyzařuje vertikálně polarizované vlny a nevyžaduje protizávaží. Konstruktor na ní dosáhl mnoha mezikontinentálních spojení.



Obr. 1.2.7.1. Princip návrhu antény pro čtyřpásmovou anténu

Obr. 1.2.7.2. Návrh a rozměry antény

Tabulka 1.2.7.1.

Délky anténních prvků pro jednotlivá pásma

Prvek	Délka [cm]
Vnější na 30 m	234
Interní pro 30 m	252
20 m dipólové rameno	529

Dipólové rameno pro 17 m	417
15 m dipólové rameno	352

Poznámka: délka vnějšího prvku pro pásmo 30 m znamená, že připojení k anténní zásuvce je součástí dipólu. Přidejte 15 - 20 cm na protažení tělesem cívky.

Tabulka 1.2.7.2.

Měření antén pomocí analyzátoru RigExpert AA-600

Šířka pásma [m]	Frekvence [MHz]	WFS
30	10,100	1,50
	10,125	1,38
	10,140	1,40
20	14,000	1,22
	14,150	1,28
	14,340	1,60
17	18,060	1,70
	18,100	1,70
	18,160	1,80
15	21,000	1,00
	21,150	1,19
	21,440	1,50



Foto 1.2.7.3. Prodłużovací cívky pro 30m pásmo před impregnací a instalací Foto 1.2.7.4. Koaxiální zásuvka je upevněna pod křížením plochých tyčí.

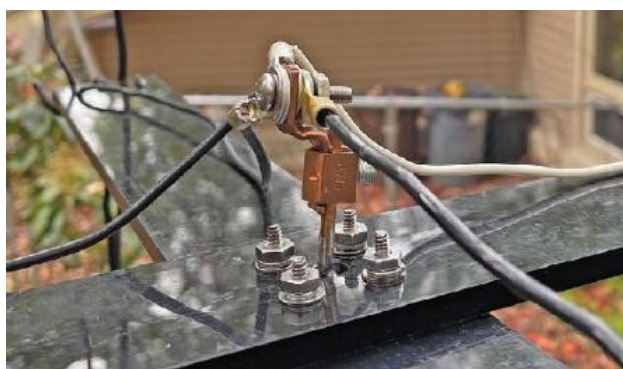


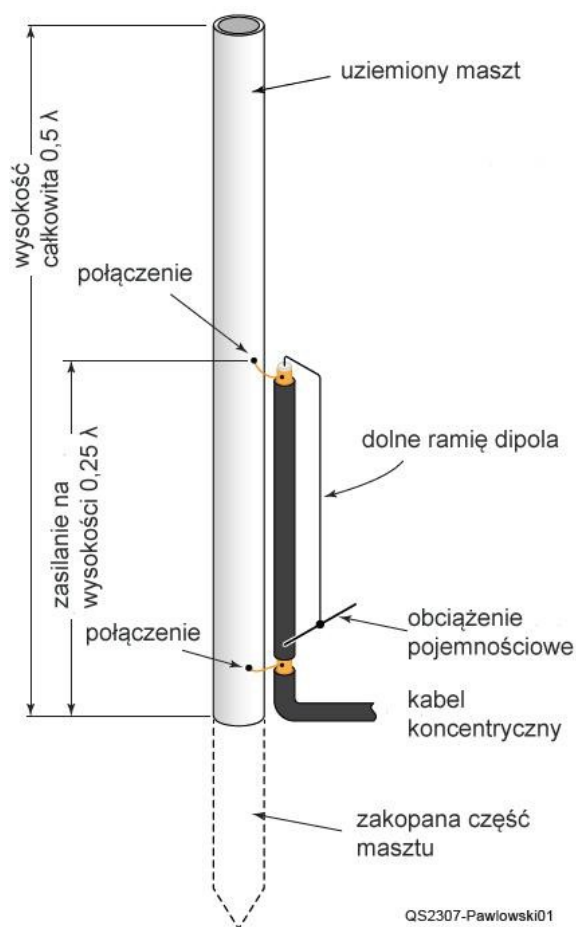
Foto 1.2.7.5. Připojení horních ramen dipólu k prodlouženému středovému kontaktu patice pomocí kovové svorky

[1.2.7.1] 'WindChime4: Čtyřpásmový vertikální dipól', Richard Lawn, W2JAZ, QST 3/2023 strana 30.

1.2.8. Uzemněná anténa půlvlnna

Uzemněné půlvlnné antény obvykle vyžadují poměrně složité přizpůsobovací obvody. Anténa konstrukce SP3L má vstupní impedanci 50 ohmů.

Obvody typu gama se nejčastěji používají k napájení čtvrtvlnných uzemněných antén. Pokus ověřit simulací, zda by stejné řešení fungovalo i pro půlvlnné antény, ukázal, že je možné je navrhnout, aniž by bylo nutné používat přizpůsobovací obvody. Výchozím bodem pro simulaci byl návrh na obrázku 1.2.8.1. Stínění napájecího kabelu je připojeno ke stožáru těsně nad povrchem země. Kabel je dále veden podél stožáru do výšky $1/4$ vlny, kde je jeho stínění opět připojeno ke stožáru. Střední vodič je připojen ke kabelu, který se táhne podél stožáru a tvoří spodní rameno svislého dipólu. Je kapacitně zatíženo dvěma vodiči nataženými rovnoběžně se zemským povrchem, takže toto rameno je zkráceno a jeho konec se nedotýká země. Horní část stožáru od výšky čtvrtvlny nahoru tvoří horní rameno.

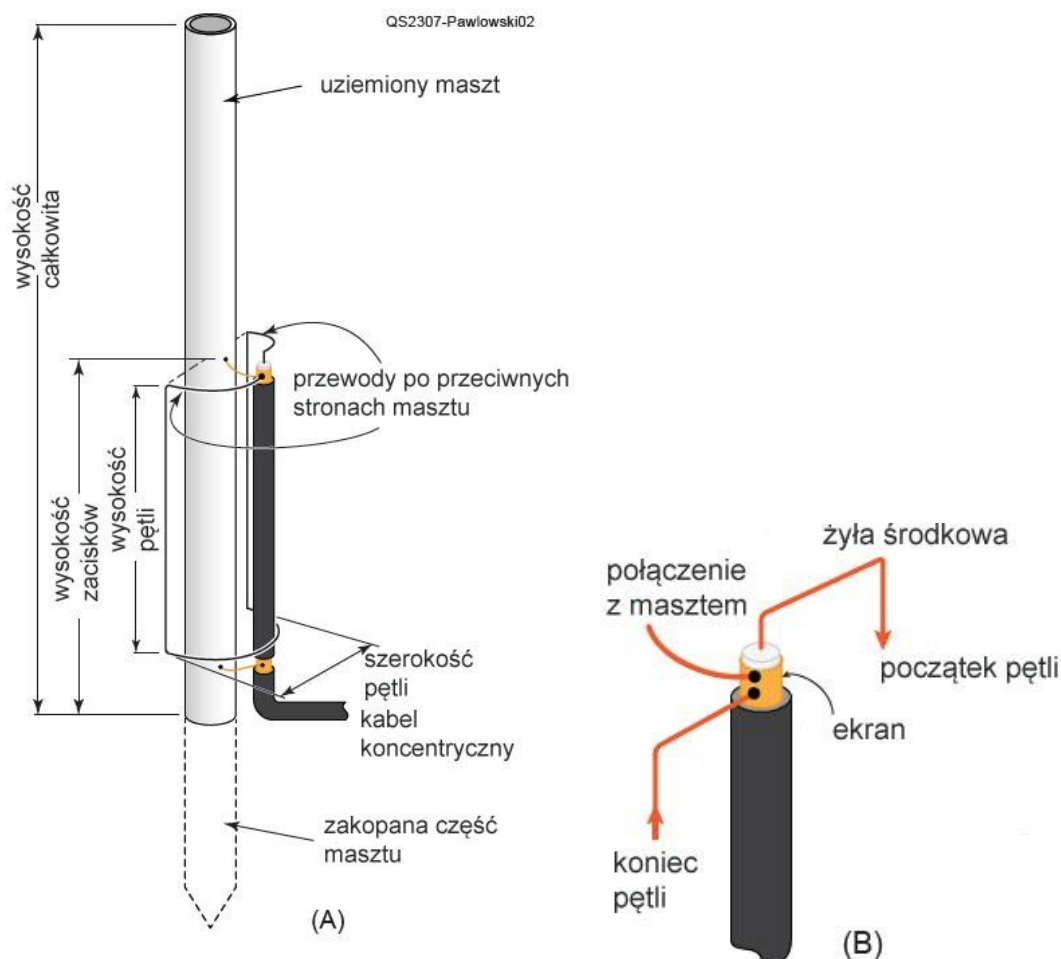


Obrázek 1.2.8.1: Koncepce výstupu půlvlnné antény umístěné na uzemněném stožáru

Simulace ukázala, že po stožáru teče velmi malý vf proud a že i při vysokém zemním odporu stožáru je ztráta výkonu v zemi zanedbatelná. To znamená, že anténa nevyžaduje nízký zemní odpor. Další simulace při různých zemních odporech až po velmi rozsáhlý systém protizávaží ukázaly, že se anténa chová stejně dobře v širokém rozsahu zemních odporů. Simulace maximálního zisku antény ukázala, že je o něco vyšší než u typického čtvrtvlnného dipólu napájeného uprostřed. Směrová charakteristika však nebyla přesně všesměrová a šířka pásma přizpůsobení byla poloviční než u čtvrtvlnné antény napájené středem. Vstupní impedance byla 22Ω .

Na obrázku 1.2.8.2 je znázorněno konečné řešení. Výška stožáru je $0,6 \lambda$, čímž se zabrání kapacitnímu zatížení spodního ramene dipólu. Spodní rameno bylo nahrazeno

podlouhlou smyčkou, jejíž svislé dráty jsou na opačných stranách stožáru. Tím se dosáhne téměř všesměrového vyzařovacího diagramu a posunutím napájecí svorky ve smyčce se zvýší vstupní impedance antény na $50\ \Omega$. Šířka pásma přizpůsobení se nezlepšila, ale v praxi je stále dostatečná pro všechna pásma mimo rozsah 80 m. Anténa nevyžaduje žádné přizpůsobovací obvody ani symetrizér. Stínění napájecího kabelu by mělo být připojeno přímo ke stožáru. Protože je anténa uzemněna pro stejnosměrný proud, zajišťuje také statický výboj a bezpečnost při bouřkách a blesku.



Obrázek 1.2.8.2: Konečné řešení antény (A) a detaily napájení (B)

V tabulce 1.2.8.1 jsou uvedeny rozměry pro různá amatérská pásma. Předpokládala se konstrukce stožáru sestávající z teleskopicky odstupňovaných trubek a smyčky z holého drátu o průměru 2 mm. Srovnání vyzařovacích charakteristik s vyzařovacími charakteristikami vertikálního dipólu napájeného uprostřed ukazuje mírně vyšší zisk. Odchylka charakteristiky od kružnice nepřesahuje $\pm 0,1\ \text{dB}$. Princip byl ověřen v praxi při konstrukci antény pro pásmo 10 m. Toto pásmo má značnou šířku, ale bylo zjištěno, že zmenšení antény umožní přizpůsobení v celém pásmu 12, 15, 17 a 20 m. Anténa byla napájena přes 22 m dlouhý úsek kabelu RG-58. Při frekvenci 29,08 MHz se WFS rovnala 1,1 a na koncích pásma byla přibližně 2. Výsledky simulace souhlasily s měřeními postavené antény. SP3L provedl také srovnávací měření se čtvrtvlnným dipólem napájeným uprostřed.

Experimenty ukázaly, že je možné použít stožár o velikosti $0,6\ \lambda$ jako půlvlnnou uzemněnou anténu. Užší rozsah přizpůsobení je vyvážen téměř všesměrovým vyzařovacím diagramem a zisk je téměř stejný jako u čtvrtvlnné antény napájené na konci. Konstrukce je mechanicky odolná a nevyžaduje nízký zemní odpor. Uzemnění konstrukce zvyšuje bezpečnost při bouřkách a vlivu statického výboje.

Tabulka 1

Rozměry antén pro různá amatérská pásma

Rozměr	30 m	20 m	17 m	15 m	12 m	10 m
Celková výška [m]	17,5	12,5	10	8,7	7,2	6,3
Výška terminálu [m]	9,8	7	5,5	4,7	4	3,5
Výška smyčky [m]	6,09	4,37	3,35	3,03	2,51	2,25
Šířka smyčky [m]	0,64	0,48	0,35	0,26	0,22	0,2

[1.2.8.1] "DC Grounded Half-Wave Vertical", Jacek Pawłowski, SP3L, QST 7/2023 strana 36.

1.2.9. Vertikální anténa $5/8 \lambda$ na frekvenci 10 MHz

Vertikální dipól $5/8 \lambda$ s centrálním napájením pro pásmo 10 MHz nevyžaduje protizávaží a inovativní přizpůsobovací obvod umožňuje provoz na jednom nebo dvou pásmech.

Konstrukce antény OH3JF navazuje na anténu 'Gain Master' společnosti *Sirio* pro pásmo 25,5 - 30 MHz. Volně stojící vertikální anténa *Sirio* je umístěna v trubce ze skleněných vláken. To umožňuje její snadnou montáž na stožár. Anténa OH3JF pro pásmo 10 MHz má $5/8$ vlnové délky.

Jeho konstrukce je znázorněna na obr. 1.2.9.1. Horní rameno dipólu je vyrobeno z drátu a spodní rameno tvoří stínění koaxiálního kabelu. Je spojeno s tlumivkou navinutou na koaxiální kabel napájející anténu. Uprostřed dipólu je kondenzátor z části koaxiálního kabelu otevřeného na obou koncích.

Ve vzdálenosti 4,47 m od kondenzátoru (střed antény) je na konci zkratovaná tlumivka koaxiálního kabelu o délce 145 cm. V instalaci OH3JF je tlumivka asi jeden metr nad povrchem země. Horní rameno dipólu bylo ohnuto do pravého úhlu, takže vodorovná část je dlouhá asi tři metry. Důvodem bylo výškové omezení v místě instalace.

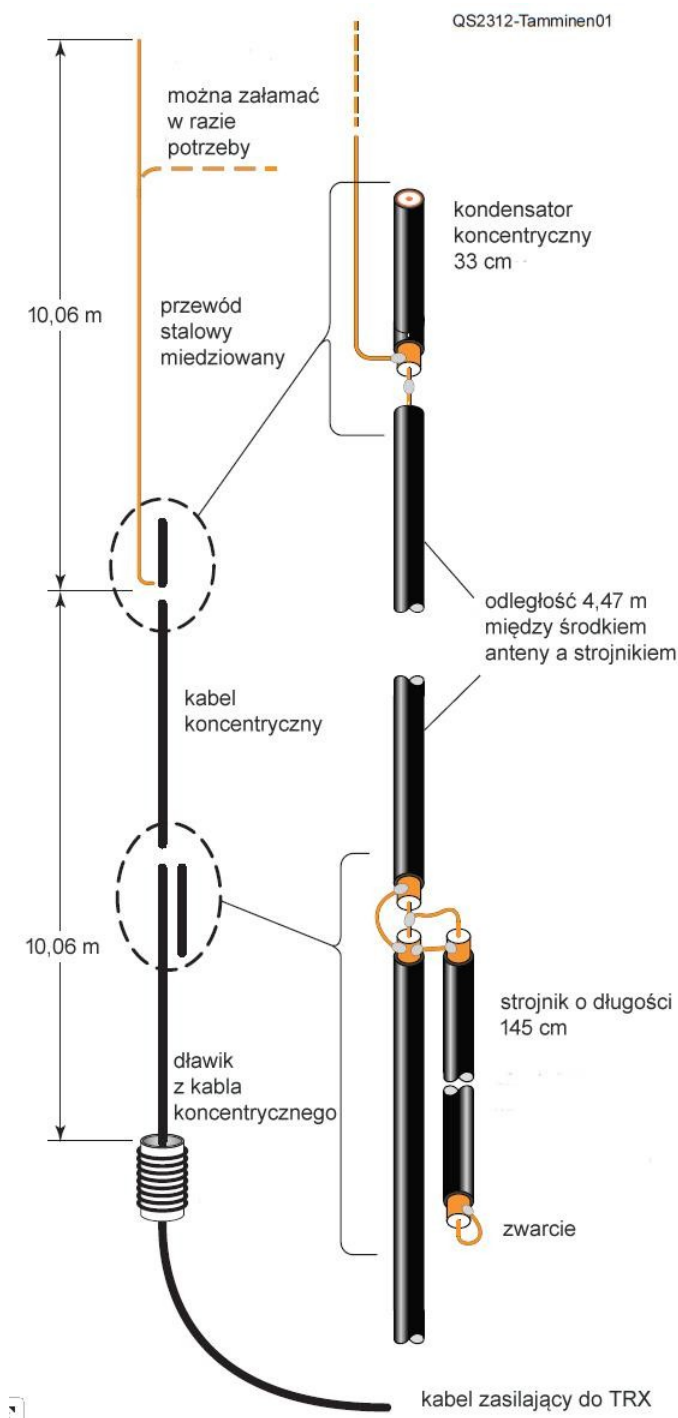
Rozměry antény byly zvoleny pro frekvenci 10,11 MHz (29,67 m) zmenšením antény *Sirio* pro frekvenci 27,75 MHz. Při výpočtu výšky umístění tuneru a jeho délky je třeba vzít v úvahu faktor zkrácení. Vzdálenost 0,177 vlnové délky mezi koaxiálním kondenzátorem a tunerem byla rovněž převzata z antény *Sirio*. Samotný tuner má délku 0,0574 vlnové délky. Při výpočtu mechanických délek kabelu Ecoflex 10 je třeba vzít v úvahu faktor zkrácení kabelu - který je v tomto případě 0,85. Faktory pro ostatní typy kabelů jsou uvedeny v jejich katalogových údajích.

Tlumivka je po vzoru výrobku *Sirio* navinuta na šedé PVC trubce o průměru přibližně 11 cm, obsahuje 27 závitů a má indukčnost 29 μH . Odezva při pracovní frekvenci je několik $\text{k}\Omega$, což naznačuje, že pracuje v blízkosti rezonance.

Koaxiální kondenzátor v anténě *Sirio* je dlouhý 9 cm a má kapacitu 8,7 pF. Při stejné kapacitní reaktanci (659 pF) by měl mít kapacitu přibližně 23,9 pF při frekvenci 10,11 MHz. U kabelu RFA-78 by délka stínění měla být 33 cm (vlastní kapacita kabelu je 73 pF/m). Izolace by měla být o něco delší, aby vzdálenost mezi konci stínění a konci středního vodiče poskytovala dostatečnou napětíovou pevnost (viz foto 1.2.9.3). Oba konce kondenzátoru by měly být hermeticky chráněny proti vodě a vlhkosti. Stejným způsobem by měla být chráněna všechna místa připojení kabelu.

Hmotnost cívky a zbytku antény způsobuje mechanické namáhání spojovacích bodů. Konstruktor navrhuje jejich zesílení plastovými úchyty (foto 1.2.9.4). Zásuvka UHF je namontována na hliníkovém držáku ve spodní části tlumivky.

Anténa byla vyzkoušena na telegrafii při výkonu 500 W a nebyly zjištěny žádné problémy. Pod tlumivkou byl povrchový proud 6 % proudu tekoucího středem dipólu. WFS v celém pásmu 10 MHz byl přibližně 1,2.



Obrázek 1.2.9.1: Návrh vertikální antény $5/8 \lambda$ na bázi antény Sirio. Anténa má výšku přibližně 20 m a je určena pro provoz v pásmu 10 MHz.

Konstrukce vyžaduje 20,2 m koaxiálního kabelu Ecoflex 10, RG-213 nebo podobného kabelu, 33 cm silnějšího kondenzátorového kabelu - RFA-78, RG303 atd., asi 11 m ocelového kabelu s měděným pláštěm pro vrchol antény, 46 cm PVC trubek o průměru 11-12 cm a nylonové lano pro jeho napnutí a samospojovací pásku pro zajištění spojů. Na tlumivce může být vysoké napětí, proto by měla být anténa namontována dostatečně vysoko, aby se jí nedotýkala.

Návrh elektrické části antény a měření byly provedeny pomocí OH5TM. Její důležitou výhodou je, že nepotřebuje protizávaží ani přizpůsobovací obvody. Mechanická konstrukce a vertikální montáž mohou vzhledem k její výšce působit určité potíže. Na adrese [1.2.9.2] je dokument popisující konstrukce antén pro další amatérská pásma.



Foto 1.2.9.2 Tlumivka se skládá z 27 cívek koaxiálního kabelu navinutých na PVC trubce o průměru ~11 cm.

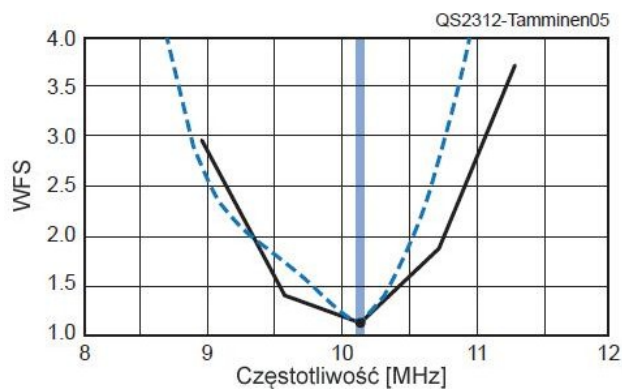


Foto 1.2.9.3. Jako kondenzátor je použit 33 cm dlouhý úsek silnějšího koaxiálního kabelu.



Foto 1.2.9.4. Jako výztuž spojení slouží plastové košíčky, ke kterým jsou konce kabelů přivázány stahovacími páskami.

Foto 1.2.9.6 Upevnění tlumivky pro snížení jejího mechanického zatížení. Tlumivka má v horní části vysoké vf napětí, a proto by měla být umístěna co nejvýše nad zemí.



Obr. 1.2.9.5 Průběh koeficientu stojaté vlny. Černá čára - výsledek měření, modrá čárkovaná čára - simulace.

[1.2.9.1] "The OH3JF 5/8-Waveength Vertical Dipole", Heiki Tammingen, OH3JF, QST 12/2023
strana 32.

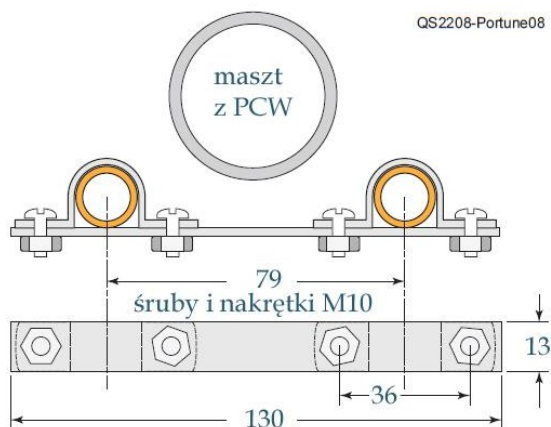
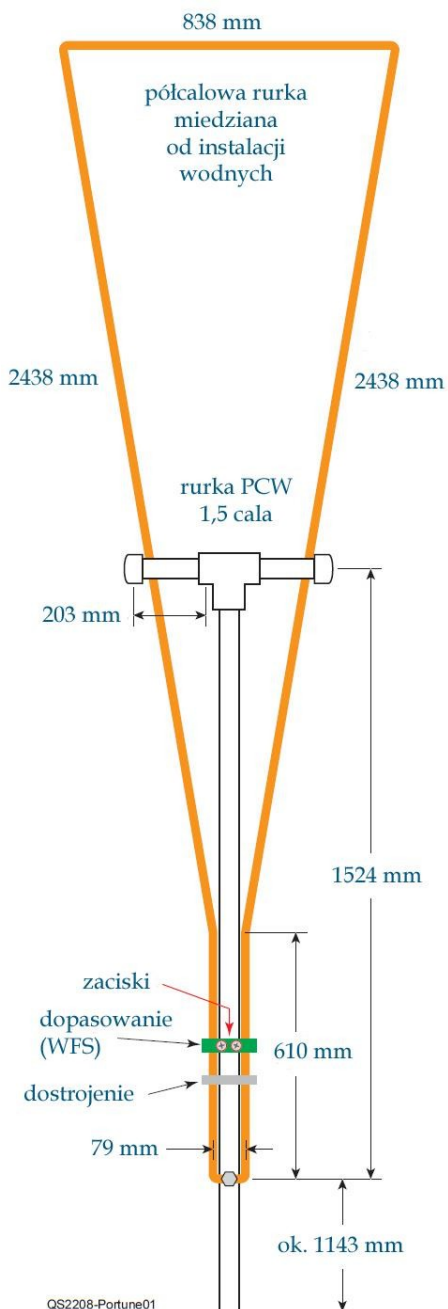
[1.2.9.2] https://drive.google.com/file/d/1p2w7Mu4qfzHmJa4etPatieqGre2Lpp_h/view?usp=drive_link

[1.2.9.3] qrz.com/db/oh3jf - Stránky OH3JF na QRZ.COM.

2. Antény pro pásmo 50 MHz

2.1. Kostra trojúhelníkové antény pro pásmo 6 m

Kostrová delta anténa pro pásmo 6 m uvedená v bodě [2.1.1] se vyznačuje snadnou konstrukcí a laděním a mírně lepšími parametry ve srovnání s obdélníkovou anténou. Protože je anténa v horní části širší, je střed jejího vyzařování posunut směrem nahoru, čímž se snižuje vliv zemních ztrát a závislost vyzařovacích charakteristik na vlastnostech země. Svisle umístěná anténa vyzařuje vlnu s horizontální polarizací. Směr vyzařování je kolmý na rovinu antény. Zisk v horizontální rovině je přibližně 6 dBi i na úrovni země, což odpovídá malé směrové anténě umístěné na nízkém stožáru. Šířka pásma při WFS nepřesahující 2 je přibližně 500 kHz.



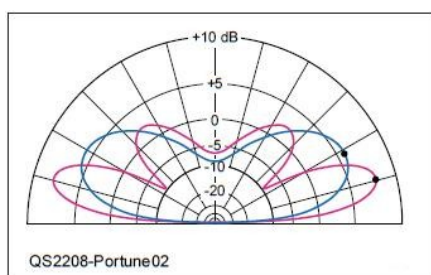
Obr. 2.1.1 Rozměry antény Obr. 2.1.2 Konstrukce napájecího prvku

Anténa je vyrobena z měděné vodovodní trubky o průměru 1/2 palce, takže může stabilně stát bez použití dalších podpěr. Je umístěna na podpěře (stožáru) ve tvaru písmene T z plastové trubky z PVC o délce asi 2,70 m a průměru 1,5 palce (~4 cm), jejíž spodní část je zakopána v zemi. V horní části trubky je trojúhelník pro upevnění vodorovných ramen zakončených čepičkami.

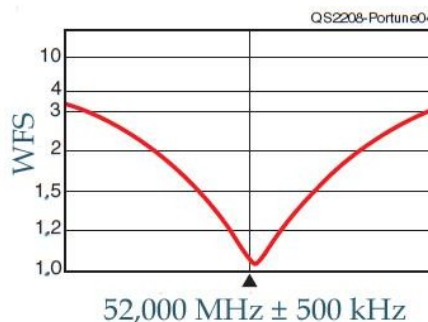
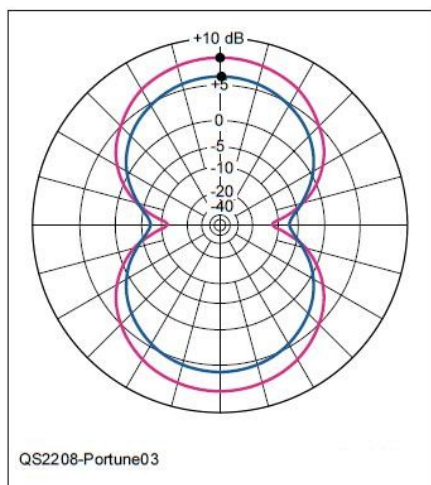
Samotná anténa se skládá ze dvou vertikálních prvků, z nichž každý je dlouhý 2,44 m a ohnutý 61 cm od konce, jak je znázorněno na obr. 2.1.1, a dvou horizontálních prvků, které uzavírají smyčku. Horní vodorovný prvek je dlouhý 84 cm a spodní je dlouhý 6,4 cm.

Horní konce svislých prvků a konce horního vodorovného prvku se srovnají a sešroubují pomocí šroubu M6 (foto 2.1.3). Dole na fotografii je vidět, kde jsou svislé strany antény ohnuté.

V příčných ramenech nosiče by měly být vyříznuty drážky o šířce 1,6 mm a délce přibližně 57 mm, aby jimi mohla procházet svislá ramena antény. Díly nosiče antény se pak musí slepit dohromady, ale kryty lze přilepit až po vložení ramen antény. Spodní příčná část antény se přišroubuje ke svislému nosiči šroubem M6.



$f = 51,9 \text{ MHz}$



Obr. 2.1.3. Vyzářovací diagramy antény ve vertikální a horizontální rovině (modré čáry ve vzdálenosti 30 cm, fialové čáry ve vzdálenosti 3 m).

Obr. 2.1.4. Průběh přizpůsobení antény v závislosti na frekvenci

Ladění antény se provádí pohybem příčného svěrače (spodní na fotografii 2.1.2) a přizpůsobení se provádí přizpůsobením napájecích bodů antény. V horní části kabelu je umístěno několik feritových kroužkových jader z materiálu 61, která zajišťují útlum povrchových vln na stínění přívodního kabelu, a na stožáru pod anténou je umístěna symetrizační tlumivka sestávající ze šesti závitů koaxiálního kabelu RG-8X nebo RG-58. Způsob výroby a upevnění příčného napájecího prvku je znázorněn na obr. 2.1.2. Rozsah ladění antény leží zhruba mezi 45 a 57 MHz, což umožňuje její ladění v pásmu 6 m v rámci evropských limitů.

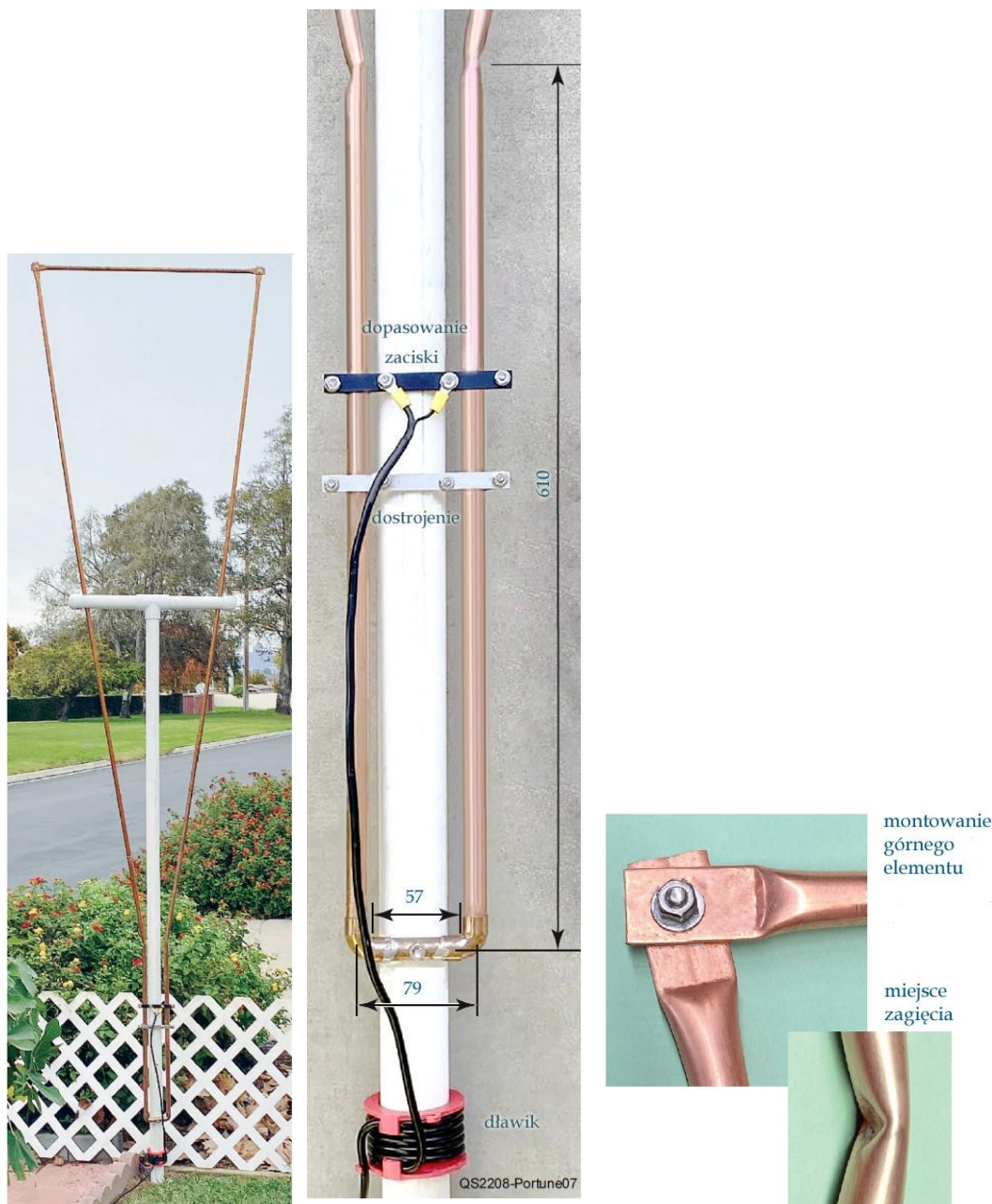


Foto 2.1.1. Celkový pohled na Foto 2.1.2. Konstrukce spodní části antény
Foto 2.1.3. Spojení prvků v horní části a místo ohybu bočních částí.

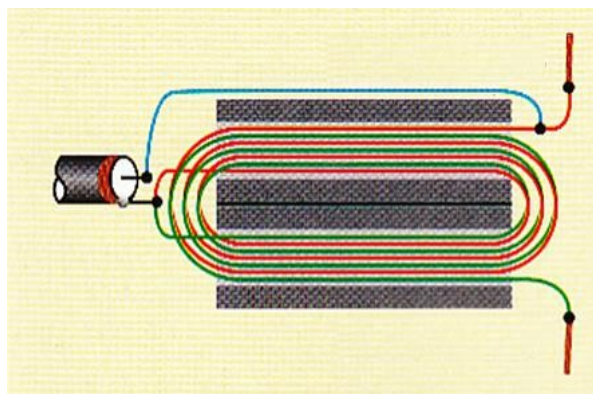
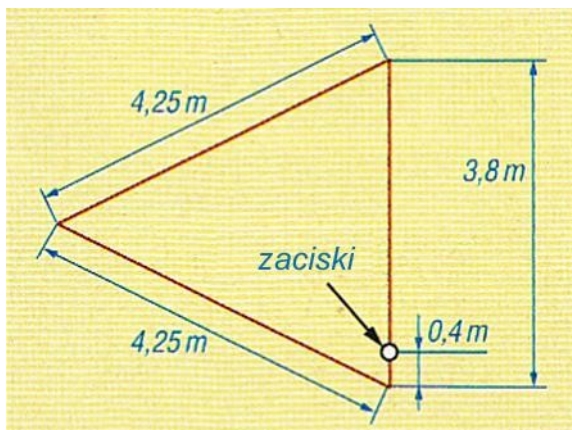
[2.1.1] 'Obrácená Hen-Delta anténa pro 6 metrů', Hohn Portune W6NBC, Jim Bailey W6OEK, "QST" 8/2022 str. 30

2.2. Horizontální smyčková anténa pro pásmo 6 m

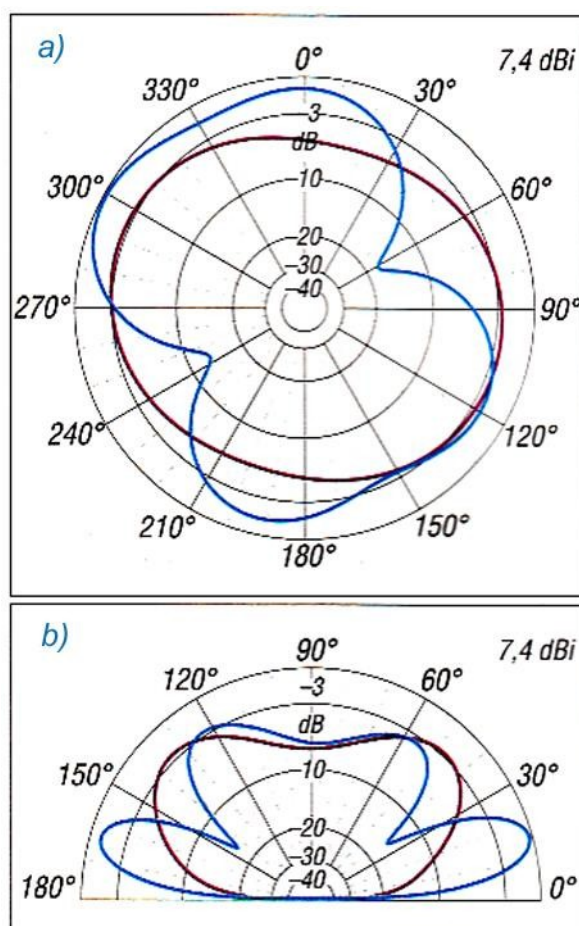
Tato trojúhelníková smyčková anténa s obvodem 2λ poskytuje DX komunikaci i při instalaci v malé výšce [2.2.1].

Projektant ji umístil vodorovně ve výšce 5 m nad povrchem země. Vstupní impedance antény se blíží $200\ \Omega$, což umožňuje její nastavení na $50\ \Omega$ pomocí transformátoru 4:1. Směrová charakteristika v horizontální rovině vykazuje dvě minima (obr. 2.2.3a) a směrový zisk vypočítaný na základě simulací v programu Mman je 7,4 dBi. Ve vertikální rovině má vyzařovací charakteristika dvě maxima ve výškách 16° a 60° (druhé z nich umožňuje komunikaci na krátké vzdálenosti 20 až 60 km). V praxi se ukázalo, že v podmínkách instalace konstruktéra se směrový zisk blíží 5 dBi, tj. 2,5 dBd.

Zatímco simulace skládaných struktur slibují zajímavé výsledky, mechanická realizace je mechanicky obtížná. Anténa je horizontálně polarizovaná.



Obr.2.2.1. Rozměry antény Obr .2.2.2. Konstrukce přizpůsobovacího transformátoru



Obrázek 2.2.3: Simulované směrové charakteristiky smyčky *Mman* (a) v horizontální rovině, (b) ve vertikální rovině, modrý graf - pro 50,5 MHz, fialový graf - pro 28 MHz.

Při stavbě bylo použito 12,3 m telefonního kabelu s plastovou izolací vojenské kvality. Odpovídající transformátor obsahuje 2 x 3,5 cívky lica s polyethylenovou izolací. Vodiče lica měly průměr 0,5 mm (pro snížení ztrát je však lepší použít anténní vodič o větším průměru) a rozměry jader feritových trubiček z materiálu 61 byly: délka 28 mm a průměr 16 mm. Zelený a červený vodič na obr. 2.2.2 jsou připojeny ke svorkám smyčky a od středního vodiče přívodního kabelu k jedné ze smyčkových svorek vede další vodič (na obrázku modře). Svorky transformátoru by měly být chráněny proti zatížení jejich

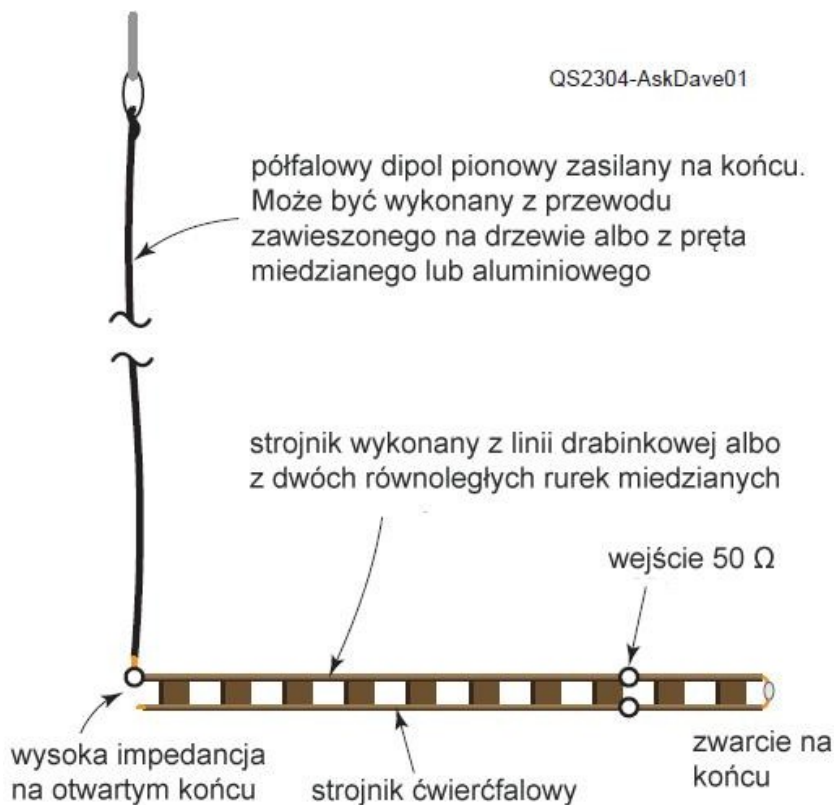
vahou smyčky a koaxiálního kabelu. Ty mohou být připájeny k montážní desce, ke které budou kabel a antenní smyčka rovněž připájeny a upevněny pomocí vazeb.

Svorky antény nejsou umístěny v rohu trojúhelníku, ale na jeho kratší straně ve vzdálenosti 40 cm od něj. Anténa se osvědčila ve více než desetileté praxi a umožnila dosahy přesahující 5000 km na telegrafii. Podle simulací a měření provedených konstruktérem je možné anténu použít také v pásmu 10 m a v nouzové komunikaci ve třetích kanálech pásem CB (27 MHz) a PMR (446 MHz).

[2.2.1] "Horizontale Schleifenantenne für das 6-m-Band", Eberhard von Wedelstädt, DL3ZID, *Funkamateureur* 3/2024 str. 224

2.3. Skrytá anténa J pro pásmo 6 m

FM komunikace v pásmu 6 m a vyšších pásmech UKF používá vertikální polarizaci, zatímco SSB komunikace používá horizontální polarizaci. Tento princip platí i pro komunikaci na přímých vlnách. Polarizace vln odražených od ionosféry podléhá změnám nezávisle na obsluze stanice a je obtížné ji předvídat pro vlnu, která dorazí k přijímači. Polarizace vysílané vlny se proto stává nepodstatnou.



Obrázek 2.3.1 Konstrukce antény

Antény typu J se skládají ze dvou prvků: půlvlnného dipólu a čtvrtvlnného ladicího trnu, který je obvykle vyroben z plochého symetrického vedení nebo kovové trubky. Vyrovnávací odbočka je na konci zkratovaná. Na druhé otevřené straně má vysokou impedanci, která odpovídá vstupní impedanci půlvlnného dipólu napájeného na konci.

Chladič může směřovat libovolným směrem a nemusí být prodloužením ladicího zařízení. Zejména mohou být umístěny v pravém úhlu k sobě. Ladicí zařízení tak může být v ležaté poloze a zářič ve svislé poloze. Ohybem antény se sníží její výška, takže ji lze snadno skrýt před nežádoucími pohledy.

Délku tuneru lze vypočítat ze vzorce $l \text{ [m]} = 71,5 / f \text{ [MHz]}$ a délku zářiče ze vzorce $l \text{ [m]} = 143 / f \text{ [MHz]}$, přičemž se předpokládá zkracovací koeficient 0,95. Značná šířka pásma 6.

Pokud je anténa namontována na stromě, je nejlepší použít izolovaný kabel. V případě zavěšení antény (zářiče) na strom je nejlepší použít k jejímu zhotovení izolovaný kabel. Délku zářiče lze také vypočítat tak, že anténu úměrně zmenšíte z pásma o délce 2 m. Polohu vstupních svorek pro impedanci $50\ \Omega$ lze zjistit experimentálně.

Anténa nevyžaduje protizávaží a může být umístěna v libovolné výšce nad zemí. Přednostně by měla být vyšší než 1,5 až 2 m. Na tomto principu lze zkonstruovat lomené antény pro jakákoli jiná pásma.

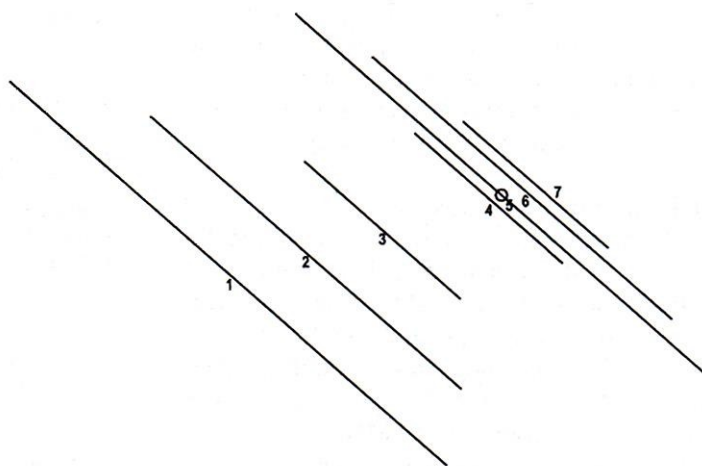
[2.3.1] "Ask Dave: Coax Cables, Band Noise, and A 6-Meter J-Pole Antenna", Dave Casler, KE0EG, QST 4/2023 str. 50.

3. Antény pro pásmo 70 MHz

3.1. Krátké antény pro pásmo 4 m

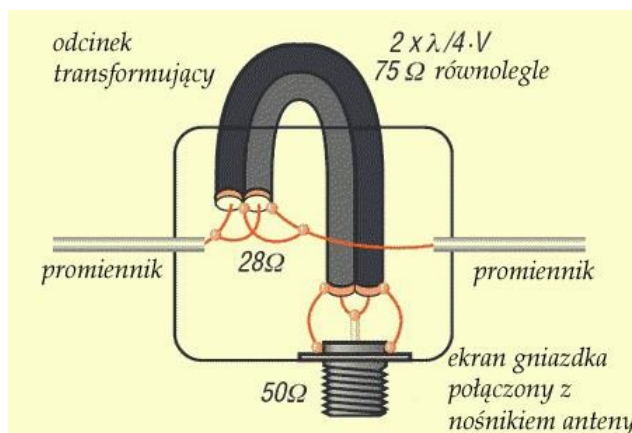
Díky svým relativně malým rozměrům je třípásmová anténa DK7ZB pro pásma 6, 4 a 2 m praktickým řešením pro všechny, kteří mají omezený prostor. Kromě základního zářiče pro 6 m má dva těsně od sebe vzdálené a silně elektromagneticky vázané zářiče pro pásma 4 a 2 m. Princip činnosti se v literatuře často označuje jako princip *otevřeného rukávu*. Poloha prvků je zvolena tak, aby vstupní impedance byla 50 ohmů nejen v pásmu 6 m, ale i v ostatních pásmech. Pasivní zářič č. 6 pracuje v pásmu 4 m a zářič č. 4 v pásmu 2 m. Anténa obsahuje přídatné reflektory pro obě pásma. Jedná se o prvek č. 2 pro pásmo 4 m a č. 3 pro pásmo 2 m. Prvek č. 7 funguje jako ředitel v pásmu 2 m. V pásmu 2 m tedy anténa pracuje jako tříprvková a v ostatních pásmech jako dvouprvková.

Prvky pro vyšší pásma nemají v pásmu 50 MHz žádný vliv, zatímco v prvcích pro pásmo 6 m tečou při provozu v pásmu 70 MHz značné proudy. Při provozu v pásmu 2 m se v pasivním zářiči pro pásmo 4 m indukuje velký proud.

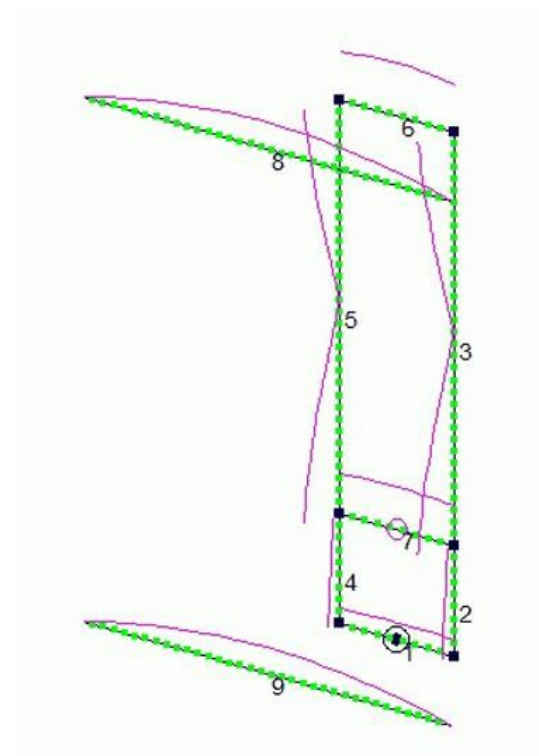


Uspořádání a číslování prvků třípásmové antény

Rezonanční frekvence v pásmu 2 m je 144,3 MHz a leží v subpásmu CW/SSB, přičemž WFS prudce stoupá nad 145 MHz. Rezonanční frekvence v ostatních pásmech jsou 50,15 a 70,2 MHz. Hliníkový nosič antény je dlouhý 1,25 m a má čtvercový průřez 20 x 20 x 2 (1,5) mm. Prvky jsou vyrobeny z hliníkových trubek 10 x 1 mm. Konstruktor nedoporučuje používat prvky s jinými průměry.



Obr.3.1.2. Jak přizpůsobit anténu 28 Ω napájecímu vedení 50 Ω



Obr. 3.1.3. Konstrukční prvky *hentenny* (zelené čáry) a rozdělení proudu (fialové čáry)

Anténa je napájena symetrickou tlumivkou (foto 3.1.2). Skládá se z 11 cívek koaxiálního kabelu Aircell-5 navinutých na PVC trubce o průměru 25 mm. Kabel je dlouhý přibližně 1 m. Koaxiální zásuvka je umístěna ve spodní stěně krabice a její stínění je připojeno k nosiči antény.



Foto 3.1.1. Pohled na třípásmovou anténu



DK7ZBFoto 3.1.2. Napájení třípásmové antény

Ladění antény může v praxi vyžadovat pouze úpravu délky zářiče pro pásmo 2 m. Rozměry v tabulce 3.1.1 zohledňují úpravy provedené DK7ZB při ladění antény.

Dvouprvková Yagiho anténa pro pásmo 70 MHz má nosnou délku 45 cm, zisk antény 4,4 dBd a zpětný útlum 15,5 dB. Její rozměry pro rezonanční frekvenci 70,2 MHz jsou uvedeny v tabulce Sladění antény s použitím 28ohmové techniky je znázorněno na obr. 3.1.2. Poměr stojatých vln (WFS) v rozsahu 70,0 - 70,5 MHz nepřesahuje hodnotu 1,2. Další varianty sladění pro 28ohmové antény jsou uvedeny v [3.1.5].

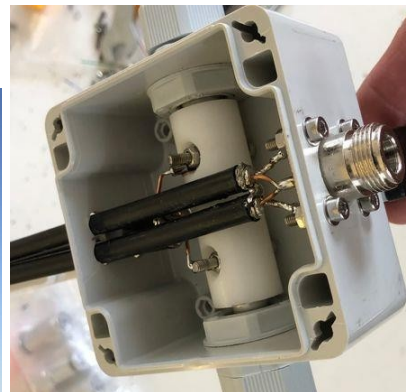


Foto 3.1.3. Dvouprvková anténa vyrobená DH0GSU Foto
3.1.4. Napájení dvouprvkové antény

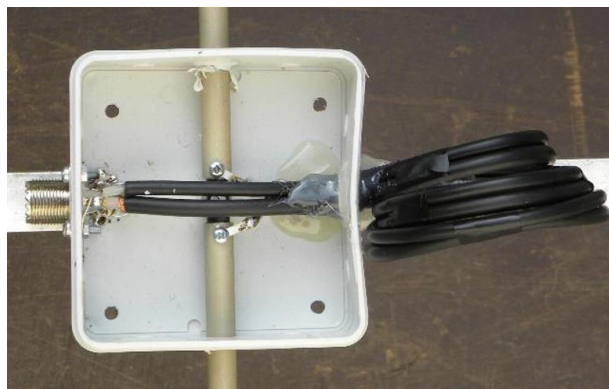


Foto 3.1.5: Tříprvková anténa Foto 3.1.6: Napájení tříprvkové antény

Tříprvková anténa DK7ZB pro pásmo 70 MHz má nosnou délku 1,55 m. Má zisk 6,55 dBd a zpětný útlum 17,5 dB. WFS v pásmu 70,0 - 70,5 MHz nepřekračuje hodnotu 1,25. Na rozdíl od dvou předchozích je vyrobena v technologii 18 Ω a způsob přizpůsobení je znázorněn na fotografii 3.1.6. Přizpůsobení je dosaženo pomocí dvou paralelně zapojených čtvrtvlnných kabelových úseků 50 a 75 Ω . Anténa je vyrobena v technologii 18 Ω a způsob přizpůsobení je znázorněn na fotografii 3.1.6. Na obrázku se jedná o kabelové úseky RG58 a RG59. Délky kabelů jsou uvedeny v tabulce 3.1.5.

Tříprvková varianta antény vyrobená technologií 28 Ω má zisk 5,7 dBd a zpětný rozptyl 27 dB. Délka nosné je v tomto případě 1,35 m. Metoda přizpůsobení je totožná s metodou pro dvouprvkovou anténu. WFS v pásmu 70,0 - 71,0 leží pod hodnotou 1,5 a v pásmu do 7,5 MHz - 1,2. Rozměry antény pro 70,2 MHz jsou uvedeny v tabulce 3.1.6.

Vertikálně umístěná smyčková anténa známá jako *Hentenny*, doplněná dvěma reflektory, má zisk přibližně 7,05 dBd a zpětný útlum 12,5 dB v pásmech 50 a 70 MHz. Díky napájení na dvou protilehlých stranách smyčky vyzařuje horizontálně polarizovanou vlnu a volba napájecího bodu (prvek 7) na vertikálních prvcích (vzdálenost od prvku 1) umožňuje vstupní impedanci 50 Ω . Rozdělení antény na konstrukční prvky a rozdělení proudu je uvedeno na obr. 3.1.3, vzhled antény na obr. 3.1.7. Rozměry antény z trubek o průměru 12 mm pro pásma 4 a 6 m jsou uvedeny v tab. 3.1.7. V tabulce 3.1.7 jsou uvedeny rozměry antény z trubek o průměru 12 mm. V pásmu 70,0 - 70,5 MHz leží WFS pod hodnotou 1,2.

Foto 3.1.7. Vertikální smyčka - *Hentenna*

Tabulka 3.1.1

Rozměry 3pásmové antény

Prvek	Funkce	Délka [mm]	Poloha [mm]
1	Reflektor 6 m	2914	0
2	Reflektor 4 m	2080	300
3	Reflektor 2 m	1044	600
4	Pasivní sálavé topení 2 m	981	1000
5	Sálavé topení s elektrickým pohonem 6 m	2764	1065
6	Pasivní sálavé topení 4 m	2006	1148
7	Ředitel 2 m	966	1200

Tabulka 3.1.2

Hlavní parametry třípásmové antény

Šířka pásma [m]	Zisk antény [dBd].	Zpětný útlum [dB]	Šířka pásma pro WFS 1,5 [MHz].
6	4,49	8,6	1,75
4	4,29	10,8	1
2	5,43	10,6	> 2

Tabulka 3.1.3

Rozměry dvouprvkové 28 Ω antény pro 70,2 MHz

Prvek	Poloha [mm]	Délka pro průměr 10 mm [mm]	Délka pro průměr 12 mm [mm]*
Chladič	0	2092	2088
Direktor	430	1938	1928

Tabulka 3.1.4

Rozměry tříprvkové 18 Ω antény pro 70,2 MHz

Prvek	Poloha [mm]	Délka pro průměr 10 mm [mm]	Délka pro průměr 11,5 + 8 mm [mm].
Spotlight	0	2142	2164
Chladič	600	2028	2065
Direktor	1535	1874	1907

Pozor:

* prvky se skládají ze dvou trubek daných průměrů zasunutých do sebe.

Tabulka 3.1.5

Odpovídající délky kabelů

Délka kabelu (obrazovka) [mm]	Typ kabelu	Poměr zkrácení
715	RG58 + RG59	0,66
875	Aircell5 + kabelová televize	0,82

Tabulka 3.1.6

Rozměry tříprvkové 28 Ω antény pro 70,2 MHz

Prvek	Poloha [mm]	Délka pro průměr 10 mm [mm]	Délka pro průměr 12 mm [mm]
Spotlight	0	2154	2150
Chladič	660	2026	2020
Direktor	1320	1890	1880

Tabulka 3.1.7

Rozměry prvků *Hentenna* pro průměr 12 mm

Segmenty (číslované podle obr. 3.1.3)	Délka pro pásmo 70 MHz [mm]	Délka pro pásmo 50 MHz [mm]
1, 6, 7 (horizontální) - 0,15 λ	645	900
3, 5 (vertikální) - 0,5 λ	1679	2443
2, 4 (vertikální) - 0,1 λ	448	625
8, 9 (světlomety) - 0,62 λ	2072	2900
Vzdálenost mezi reflektorem a smyčkou - 0,16 λ	680	975

Literatura a internetové adresy

[3.1.1] <http://dk7zb.darc.de/4m/2-El-4m-Yagi.htm>

[3.1.2] <http://dk7zb.darc.de/4m/3-El-4m-Yagi.htm>

[3.1.3] <https://www.qsl.net/dk7zb/Duoband/Triband-Yagi.htm>

[3.1.4] <https://www.qsl.net/dk7zb/Quadlong/Hentenna.htm>

[3.1.5] "Biblioteka polskiego krótkofalowca" sv. 50, "Anteny ultrakrótka-wafalowe 1".

4. Antény pro pásma 2 m a 70 cm

4.1. Yagiho anténa pro komunikaci EME

Anténa popsaná v čísle 1/2023 časopisu *Funkamateura* je určena pro EME komunikaci v pásmu 70 cm s vyzařováním Q65 rodiny WSJT-X. Konstruktor ji použil v terénu tak, že bylo možné zkrátit napájecí vedení na 3 m a tím výrazně snížit útlum, na kterém se podílí. Dodávaný výkon 25 - 50 W umožnil konstruktérovi vést komunikaci odrazem od Měsíce s emisí Q65-B. Příkon 100 W je možný. Zisk antény je přibližně 18,4 dBi, resp. 16,3 dBd. Při příkonu 50 W je EIRP přibližně 3,3 kW.

Stanice se skromnějším vybavením by se měly nejprve pokusit zachytit silnější korespondenty a optimalizovat polohu antény pro maximální příjem signálu a teprve poté začít komunikovat.

Anténa GTV 70-23m je 23prvková Yagiho anténa o délce 5,3 m. Zářič je vyroben ze dvou plochých hliníkových tyčí o tloušťce 2 mm ohnutých dozadu (obr. 4.1.1). Nejsilnější proudy tečou v direktorech D1 a D2 (obr. 4.1.3). Charakteristickým rysem konstrukce je minimalizace bočních a zadních laloků.

V případě rovného zářiče by vstupní impedance antény byla 17 Ω , ale sklopením jejich polovin dozadu se dosáhne impedance 50 Ω bez dalších ztrát nebo jiných nepříznivých vlivů.

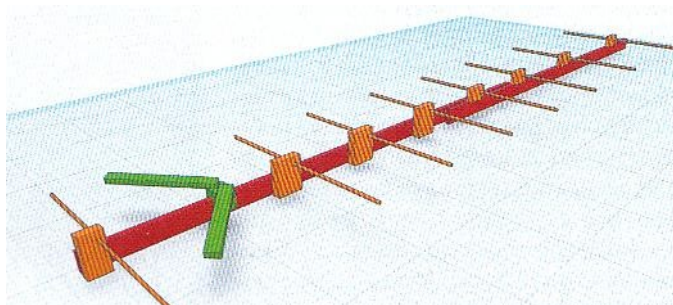
Tabulka 4.1.1 Rozměry a umístění anténních prvků GTV 70-23m

Prvek	d [mm]	l [mm]	Poloha na nosiči [mm]
Spotlight	2,2	339,5	40,0
Radiant (DE)	*	313,5	144,5
D1	2,2	323,5	193,0
D2	2,2	320,0	286,0
D3	2,2	310,8	468,0
D4	2,2	306,0	681,0
D5	2,2	303,9	928,0
D6	2,2	300,7	1192,0
D7	2,2	297,3	1465,0
D8	2,2	296,5	1747,0
D9	2,2	294,4	2032,0
D10	2,2	291,8	2310,5
D11	2,2	291,0	2585,0
D12	2,2	289,5	2858,0
D13	2,2	289,0	3138,0
D14	2,2	285,5	3406,0
D15	2,2	284,5	3674,0
D16	2,2	281,9	3937,0
D17	2,2	280,0	4199,0
D18	2,2	279,3	4475,0
D19	2,2	275,5	4765,0
D20	2,2	272,5	5038,0
D21	2,2	264,5	5280,0

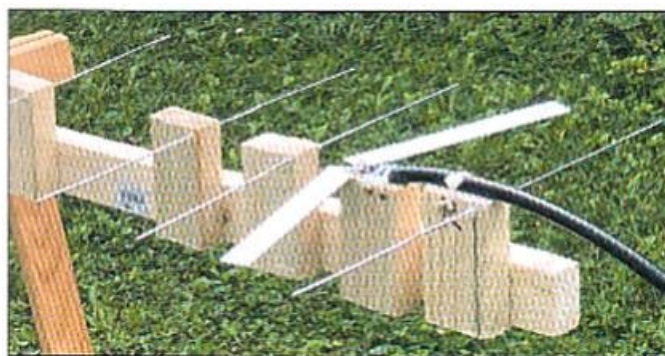
Ke konstrukci antény jsou zapotřebí tři 3 m dlouhé dřevěné střešní lišty, nejméně 12 drátěných rámečků na prádlo (z prádelny apod.), 3 m koaxiálního kabelu 50 Ω a 0,4 m hliníkového pásu 20 x 2 mm. Jak vyplývá z tabulky, délky prvků a jejich umístění musí být měřeny s přesností na 0,1 mm.

Nosič antény se skládá ze dvou pásů, které se vzájemně překrývají v délce 65 cm a jsou k sobě připevněny čtyřmi šrouby. Způsob upevnění anténních prvků pomocí dřevěných špalíků vyříznutých ze třetí lišty je znázorněn na fotografii 4.1.2. Prvky jsou umístěny 4,5 cm nad nosičem. Lepí se horkým lepidlem do otvorů vyvrtaných v blocích.

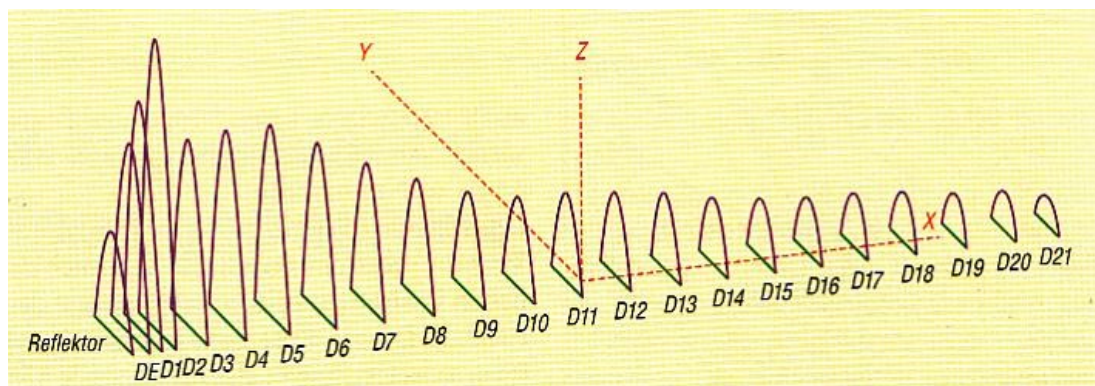
Vertikální a horizontální šířka hlavního paprsku je přibližně 15° . Navádění antény na Měsíc je proto nutné pouze každých přibližně 15 minut.



Obrázek 4.1.1: Počítačový model antény GTV 70-23m



Obr. 4.1.2. Způsob montáže prvků na nosič



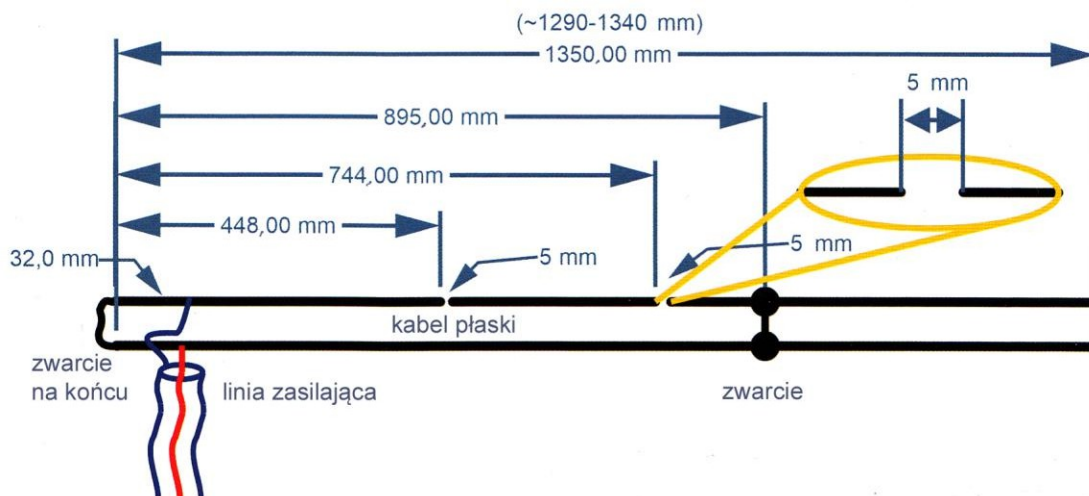
Obr. 4.1.3 Rozložení proudu v prvcích antény



Obr. 4.1.4. Dokončená anténa a způsob nastavení směru

[4.1.1] "Mit selbst gebauter Yagi-Antenne auf 432 MHz zum Mond und zurück", Daniel Eberli - HB9EHD, Daniel Gautschi - HB9CRQ, Dipl. Ing. Hartmut Klüver - DG7YBN, *Funkamateureur* 1/2023 str. 50.

4.2. J anténa z plochého kabelu



Obr. 4.2.1. Rozměry a konstrukce antény

Konstrukčně jednoduchou a lehkou anténu pro použití v terénu i mimo něj lze vyrobit z plochého televizního kabelu 240 ohmů, který se dříve běžně používal v anténních instalacích, nebo z plochého žebříkového kabelu 450 ohmů. Rozměry uvedené na obrázku se týkají verze z televizního kabelu, ale jejich přepočet není obtížný a vyžaduje pouze zohlednění zkracovacího činitele. Pro televizní kabel 240 - 300 ohmů je to přibližně 0,8 - 0,82, pro 300 ohmový CQ562 je to 0,9, pro 450 ohmový CQ553 je to 0,85 a pro 450 ohmový žebříkový kabel běžně dostupný v radioamatérských prodejnách je to 0,9. Rozměry uvedené na obr. 4.2.1 se změni na přibližně 34, 483, 801, 964 a 1473 mm. Anténa se napájí koaxiálním kabelem (pro krátké vzdálenosti do několika metrů to může být i RG-58) a místo jeho připojení je třeba volit tak, aby se dosáhlo co nejnižšího WFS, ale stačí, aby leželo pod 1,4 - 1,5. Další optimalizace nepřináší žádný významný přínos a je jen zbytečnou komplikací.

V místě připojení kabelu izolujte úsek dlouhý přibližně 1 až 1,5 cm a zvolte na něm místo pájení napájecího kabelu. Totéž platí pro polohu propojky.

Pro začátek byste si také měli ustříhnout kabel delší délky a experimentálně jej zvolit. Mezery v druhém jádru kabelu mají délku přibližně 5 mm, ale to není rozhodující. Přívodní kabel by měl být připevněn ke konci antény, aby svou vahou nezatěžoval pájecí body a nezpůsobil jejich zlomení. Izolovaná místa by měla být chráněna před vnějšími vlivy, např. vteřinovým lepidlem, a na konce přerušení lze nasadit teplem smrštitelné objímky. Pro práci v terénu je vhodné upevnit na vrchol antény poutko pro její zavěšení.

Řešení antén typu J pro různá vlnová pásma jsou uvedena ve svazcích 32, 35 a 49 "Biblioteka polskiego krótkofalowca".

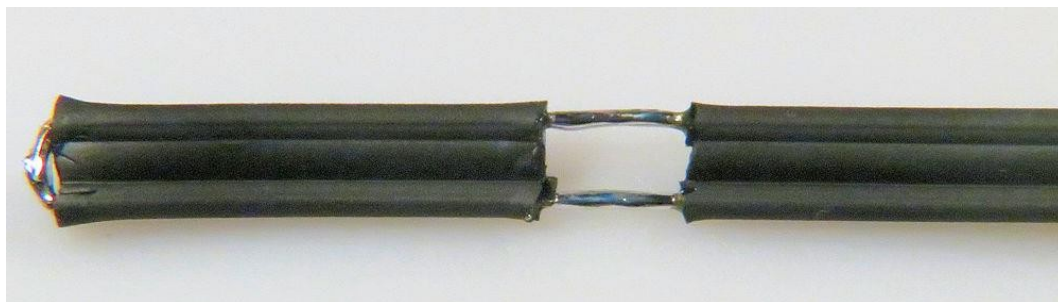


Foto 4.2.2. Příklad zhotovení spodního konce

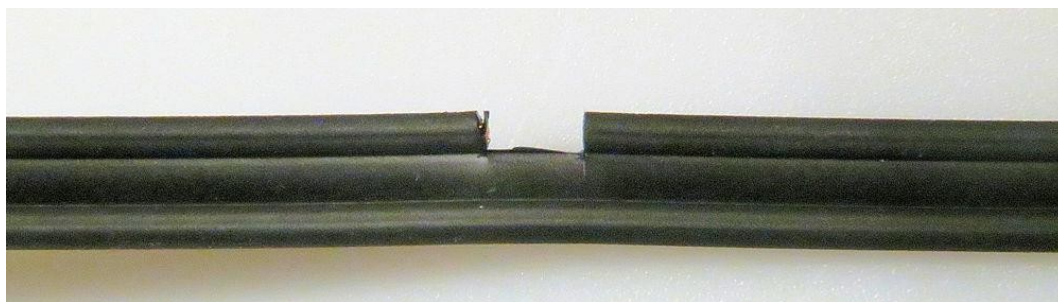


Foto 4.2.3. Příklad provedení přestávky



Foto 4.2.4. Místo zkratu

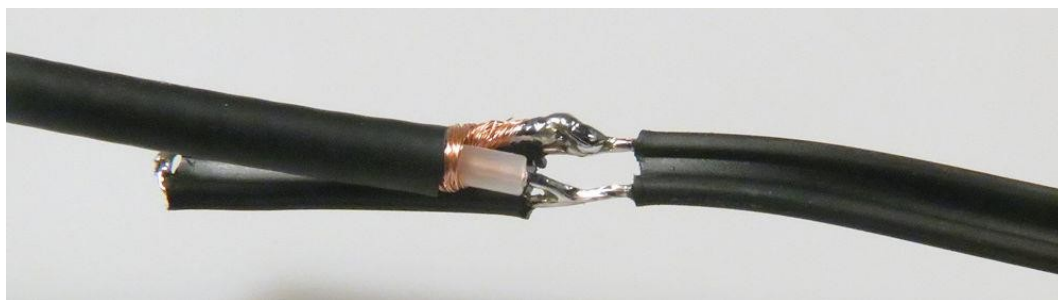


Foto 4.2.5. Připojení napájecího kabelu



Foto 4.2.6. Smyčka v horní části antény pro zavěšení antény



(c) DL2LTO



(c) DL2LTO

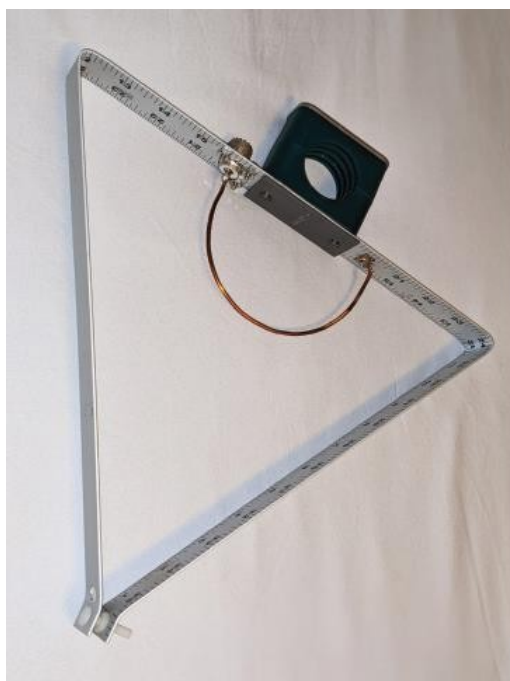
Obr. 4.2.7. Možný způsob zajištění mezery teplem smrštitelným pláštěm Obr. 4.2.8. Možný způsob zajištění kabelu na konci antény.

[4.2.1] "Slim Jim Antenne", QSP 2/2024 s. 24.

[4.2.2] <http://oe1iah.at/Hardware/Antennen/SlimJim2-70.shtm>

4.3. Trojúhelníková smyčková anténa pro pásmo 2 m

Trojúhelníková smyčka umístěná v horizontální rovině má všesměrové vlastnosti a je jednoduchá a levná na realizaci.



Obr. 4.3.1. Trojúhelníková smyčková anténa o délce 2 m s napájecí smyčkou Obr. 4.3.2. Rozměry antény

Stanice pracující na SSB v pásmu 2 m obvykle používají horizontální polarizaci, ale někteří operátoři (často z nutnosti) používají vertikální antény. Malá a levná smyčková anténa pomáhá zajistit kompatibilitu polarizace vln a usnadňuje komunikaci na jiné než vzdálené vzdálenosti. Některé z do-

Tehdejší řešení byla buď náročná na konstrukci, nebo se obtížně montovala na stožár. K9BCT používal přizpůsobovací obvod typu gama, ale zjistilo se, že smyčkové napájení poskytuje lepší výsledky.

Ke konstrukci smyčky byla použita plochá hliníková tyč o délce 92 cm a šířce přibližně 3 cm. Rozměry antény jsou uvedeny na obrázku 4.3.2. Má tvar rovnoramenného trojúhelníku s rameny o délce 29,2 cm. Na základně trojúhelníku je umístěna montážní konzola a zásuvka antény UHF (UC- 1). Napájecí smyčka je vyrobená z měděného drátu o průřezu 4 mm² a délce 20 cm. Na jejím konci je vytvořena smyčka (drát proto musí být o 2 až 3 cm delší), která se přišroubuje k ploché tyči pomocí kovového šroubu s pružnou podložkou. Pro dobrý kontakt by měl být povrch plocháče poškrábaný. Koaxiální zásuvka a konec smyčky jsou umístěny v jedné třetině délky základny trojúhelníku od jeho úhlů.

Konce stran trojúhelníku jsou ohnuty o 12 mm a sešroubovány pomocí plastového šroubu M3 a tří matic. První matice a hlava šroubu se přitlačí na konec jednoho z ramen a další dvě na konec druhého ramene. Vyladění na pracovní frekvenci se dosáhne přizpůsobením vzdálenosti těchto konců. Rozsah ladění antény je přibližně 139 - 148 MHz. Šířka pracovního rozsahu pro WFS 2,15 je přibližně rovna 2,16 MHz, čímž je pokryto celé evropské 2m pásmo. Poměr stojatých vln v rezonanci se blížil jednotce. Jako poslední prvek je namontován držák pro upevnění antény na stožár.

Vstupní impedance naměřená konstruktérem byla 49,4 - j1,43 Ω , takže se téměř rovnala 50 Ω . Přestože zisk antény nebyl konstruktérem změřen, ze simulace pomocí 4nec2 se ukázalo, že je o něco vyšší než zisk dipólu. Pro zvýšení směrového zisku lze smyčky skládat na sebe ve vertikální vzdálenosti 5/8 vlny. K jejich napájení se pak použije kabelový rozbočovač, přičemž oba úseky od rozbočovače k anténám mají 5/4 vlnové délky (nebo obecněji lichý počet čtvrtvln). Při výpočtu jejich délky je třeba vzít v úvahu faktor zkrácení kabelu. Při ladění jedné antény nebo dvojice antén je užitečný anténní analyzátor VNA.



Foto 4.3.3. Anténa namontovaná na stožáru

[4.3.1] 'Horizontálně polarizovaná dvoumetrová smyčková anténa', Richard Quick, W4RQ, QEX 1-2/2023 s3.

4.4. Širokopásmová anténa UKF

Anténa umožňuje příjem různých služeb, vysílání, televize a amatérského rádia v širokém pásmu 88 - 608 MHz. Pro příjem a vysílání jsou pokryta amatérská pásma 2 m, 1,25 m (v Evropě není k dispozici) a 70 cm. Jednotlivé služby používají buď horizontální, vertikální, nebo diagonální polarizaci. Proto je důležité, aby bylo možné polarizaci snadno měnit (foto 4.4.1). Jeho malé rozměry umožňují také použití v terénu.

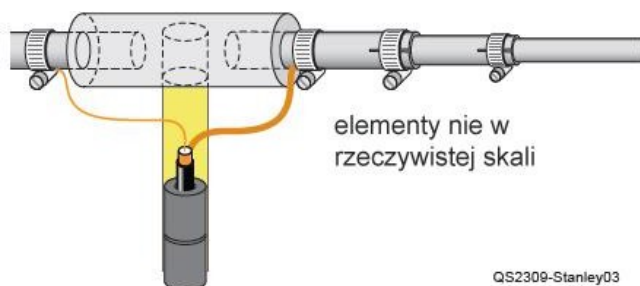


Foto 4.4.1. Pohled na anténu ve vertikální polarizaci
Obr. 4.4.3 Konstrukční detaily. Centrální izolátor z HDPE

Anténa pracuje v rozsahu 88-235 MHz jako půlvlna a v rozsahu 235-68 MHz jako $3/2$ vlna. Vyzářovací charakteristiky jsou uvedeny na obr. 4.4.2. Při vertikální polarizaci je směrová charakteristika všesměrová.

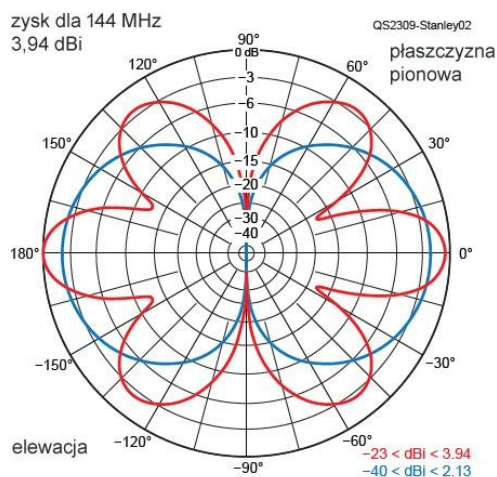
Pro snížení ztrát jsou plastové části izolátoru zářiče a držáku antény vyrobeny z vysokohustotního polyethylenu (HDPE) namísto PVC. Zářič je vyroben z teleskopicky zasunutých hliníkových trubek: dvou 6/8palcových x 24 cm, dvou půlpalcových x 25,5 cm a dvou 3/8palcových x 48,3 cm. Uvedené průměry jsou vnější průměry. Tloušťka stěny by měla umožnit, aby se menší průměry zasunuly do větších. Konce trubek jsou opatřeny zářezy, aby je bylo možné upnout na vnitřní trubky pomocí svorek (obr. 4.4.3).

Symetrická tlumivka se skládá ze tří kruhových žil z materiálu 43, které se aplikují na anténní kabel. Konstruktor použil kabel RG-8 s pěnovou izolací. Alternativně lze použít dvě žíly kabelu vedené přes žíly vhodné velikosti. Kabel by měl být veden v pravém úhlu k dipólu v délce 15 cm (není kritické) a poté může být ohnut podle tvaru držáku.

Půlvlnný dipól ve volném prostoru má vstupní impedanci 72Ω , což pro soustavu 50Ω znamená hodnotu poměru stojatých vln (WFS) 1,44. Kapacita vyskytující se mezi polovinami dipólu byla vyrovnána připojením napájecích bodů v určité vzdálenosti od středu (délka středního vodiče na fotografii 4.4.4 je přibližně 8 cm. Úpravou jejich polohy se dosáhlo WFS o hodnotě

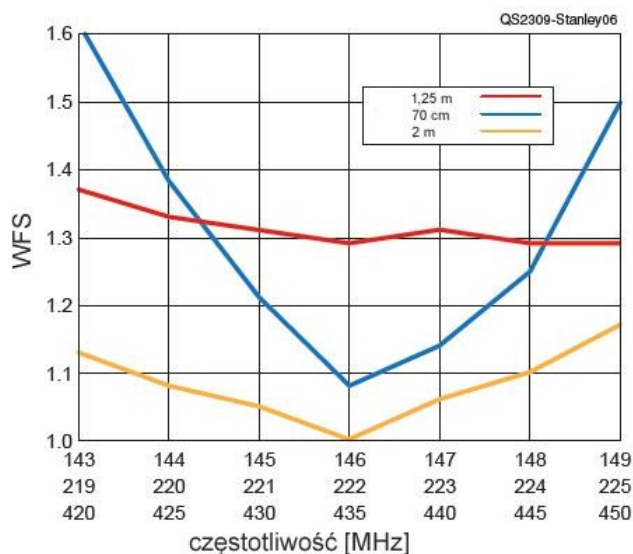
1. konstrukce byla optimalizována pro pásmo 2 m, ale WFS v pásmu 70 cm je také.

velmi dobré (obr. 4.4.5). Ladění vložení nebo prodloužením trubek a optimalizace WFS volbou napájecích bodů by se mělo provádět až po umístění symetrické tlumivky povrchových vln. Pro volbu délky v metrech použijte vzorec $143 / f \text{ [MHz]}$ pro půlvlnný dipól a trojnásobek půlvlnného dipólu pro decimetrové vlny. Je možné zvolit délky pro jednu frekvenci, která je pro uživatele nejdůležitější, nebo označit páskou na trubkách jejich polohu pro několik vybraných. Polarizaci dipólu lze snadno otáčet tak, aby odpovídala polarizaci používané v provozních pásmech.



Obrázek 4.4.2: Vyzářovací charakteristiky, modrá čára pro metrové vlny, červená čára pro decimetrové vlny

Obr. 4.4.3. Detail montáže a připojení dipólu



Obrázek 4.4.5: Průběh WFS v amatérských pásmech

[4.4.1] "A Utility Antenna for 88 to 608 MHz", John Stanley, K4ERO, QST 9/2023, str. 36

5. Antény pro pásmo 23 a 13 cm

5.1. Diskové antény pro 13 pásem cm

Diskové antény se vyznačují jednoduchou konstrukcí, značnou směrovostí a střední šířkou pásma. Používají se především v pásmu 1 až 4 GHz. V předloženém řešení je napájena dvouprvkovou planární anténou a obsahuje navíc 5 direktorů tvořících cy- lindrickou vlnovodnou zónu zužující vyzářovací diagram ve srovnání s planárním anténním listem. Další výhodou je, že nevyžaduje symetrizátor. Relativní šířka pásma přizpůsobení pro WFS nepřesahující 2 je 5-7 %. To je omezeno vlastnostmi planární části, protože vlnovodná část pracuje v širokém frekvenčním rozsahu. Rozměry antény závisí na pracovním kmitočtu a směrovém zisku.

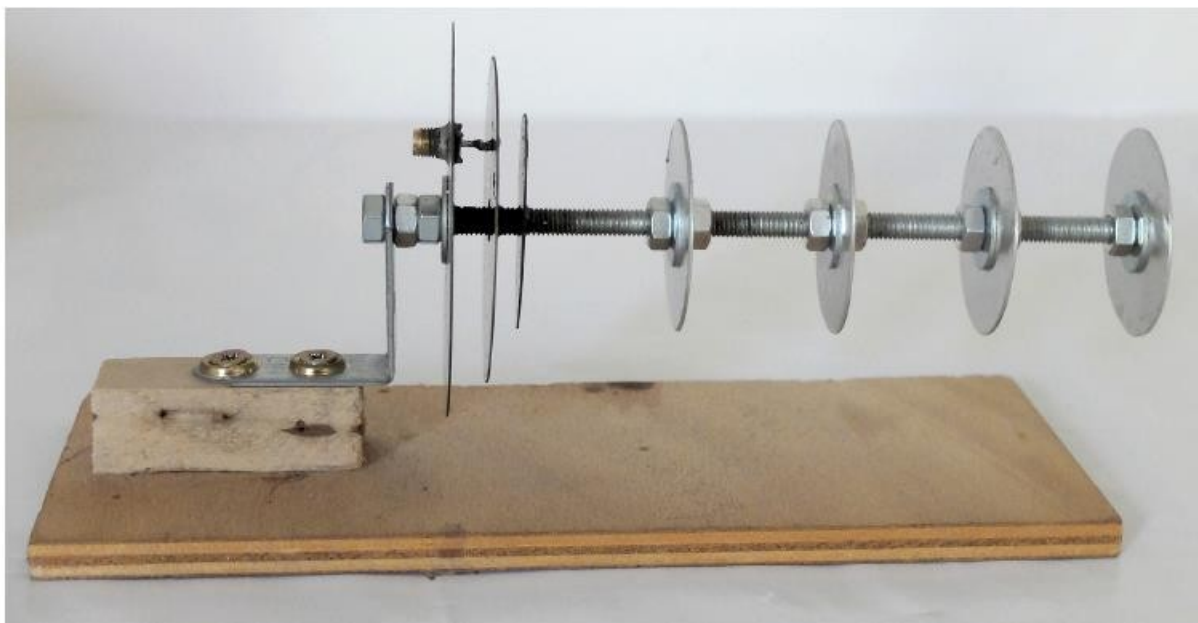
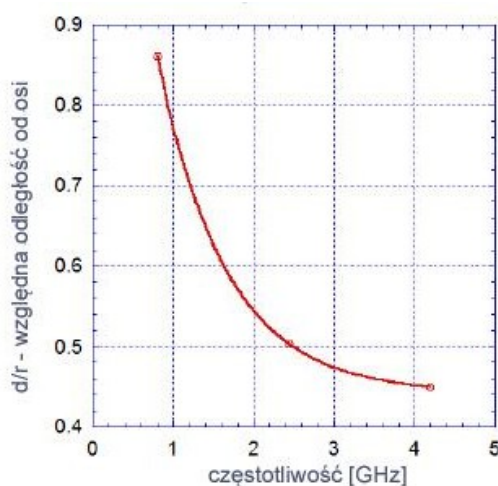


Foto 5.1.1. Diskové antény na frekvenci 2,45 GHz



Obrázek 5.1.2: Relativní vzdálenost výkonového bodu od středu disku pro vstupní impedanci 50Ω a $h/r = 0,21$

Nosnou částí popsané antény pro frekvenci 2450 MHz je závitová tyč a disky jsou upevněny pomocí matic (foto 5.1.1).

Návrh předpokládá průměr reflektoru $2r$ rovný vlnové délce a poměr vzdálenosti zářiče a reflektoru h rovný $0,21 r$. Relativní vzdálenost napájecího bodu od středu zářiče ve vztahu k poloměru r je vynesena na obrázku 5.1.2. Červený čtverec označuje frekvenci 2,45 GHz a odpovídající poměr d/r .

Vzdálenost disků pro vlnovodnou zónu byla předpokládána $0,25 \lambda_0$ (vlnová délka ve vzduchu 122,45 mm).

Rozměry antény získané simulací v programu HFSS jsou uvedeny v tabulce 5.1.1. Disky jsou z důvodu mechanické stability vyrobeny z oceli, ale mohou být i z bronzu.

Tabulka 5.1.1

Údaje o anténě pro frekvenci 2,45 GHz ($\lambda_0 = 122,45$ mm)

Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
Celková délka	137,0 mm	Průměr nosiče	5,9 mm
Tloušťka disku	0,5 mm, není rozhodující	Průměr reflektoru	122,4 mm
Průměr chladiče	66,05 mm	Rozteč mezi reflektorem a zářičem	6,93 mm
Vzdálenost středového kontaktu SMA od osy	14,97 mm	Vzdálenost 1 ředitel od radiátoru	7,65 mm
Průměry ředitelů	47,7 mm	Vzdálenost mezi řediteli	30,6 mm
Šířka paprsku (-3 dB)	44°	Směrový zisk	12 ± 0,5 dBi
Šířka pásma (WFS < 5	5%	Délka vlnovodné zóny	1 λ_0

[5.1.1] 'Postavte si vlastní 'Gun' (Disk Yagi) anténu', Jean Claud Hénaud, Franck Daout, QEX 5 - 6/2022 s14.

Příloha A

KF anténa - 6 m typ MFJ-1898

MFJ-1898 je vícepásmová anténa pokrývající rozsah 40 - 6 m a určená pro provoz v terénu. Jako každá anténa menších rozměrů je kompromisem mezi stářím a účinností, ale vyznačuje se robustní konstrukcí a přijatelnou cenou. Skládá se z prodlužovací cívky umístěné ve spodní části a 2,21 m dlouhého teleskopického prvku z nerezové oceli. V plně složeném stavu je anténa 55 cm dlouhá a snadno přenosná, v plně vysunutém stavu měří 262 cm. Spodní část je zakončena šroubem o průměru 3/8 palce (foto A.1), který se hodí k mnoha typům podstavců, stativů apod. Dobrých výsledků se dosáhne přidáním několika (například pěti) třímetrových protizávaží umístěných na zemi.



Foto A.1. MFJ-1898 je 55 cm dlouhý, když jsou součásti zcela zasunuty (vlevo).

Foto A.2. Práce v terénu s anténou upevněnou na střeše vozu. Uvnitř stupnice pro snadné ladění

Je vybaven důmyslným ladicím mechanismem, který umožňuje přecházet z jednoho vinutí cívky na druhé. Uvolněte montážní kroužek ve spodní části antény a pohybujte celou anténou nahoru nebo dolů, dokud nedosáhnete nejnižšího WFS. Pro usnadnění ladění je mechanismus vybaven stupnicí, aby si uživatel mohl poznamenat optimální polohy pro jednotlivá pásma (foto A.2). Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce A.1. Nejvýhodnější poloha připadla na spodní část cívky. V pásmech 10 a 6 m bylo po přesunu do spodní polohy nutné zkrátit teleskopickou část o 15 až 25 cm.

Rozsah přizpůsobení pro WFS < 2 je v pásmu 40 m široký 50 kHz a pro vyšší frekvence se rozšiřuje. U radiostanic vybavených automatickým anténním boxem není získání dobré shody zásadním problémem. To platí zejména pro pásma 40 a 30 m.

Maximální přípustný výkon je 125 W, což je sotva omezení pro 100 W vysílače při provozu s vyzařováním SSB. Pro digitální vysílání s pevnou obálkou, jako je FT8, se však doporučuje vysílaný výkon snížit.

Anténa se dobře osvědčila při práci v terénu s vyzařováním SSB a FT8 v pásmu 20 m za nepříznivých podmínek šíření. Výsledky v pásmu 40 m byly o něco horší, ale to se dalo vzhledem k její krátké délce očekávat.

Antény malých rozměrů jsou vždy kompromisem mezi velikostí a účinností, ale MFJ-1898 se ukázala jako úspěšný kompromis. Další výhodou je její odolná konstrukce.

Tabulka A.1

Ladění antény MFJ-1898 (měření WB8IMY, neověřeno v laboratoři ARRL)

Frekvence [MHz]	WFS	Pitch
7,18	2	12,9
10,1	1,8	6,7
14,1	1,2	3,3
18,1	1,4	2,7
21,1	1,4	1,9
24,9	1,4	1,2
28,4	1,5	0 (zkrácená teleskopická část)
50,125	1,3	0 (zkrácená teleskopická část)

[A.1] 'MFJ-1898 Portable HF 6-Meter Antenna', Steve Ford, WB8IMY, QST 8/2023 p45.

Literatura a adresy

Ročenky 2019 - 2024 World Radio, Funkamateura, CQDL, QST, QEX a QSP
Webové stránky uvedené na konci kapitol.

V řadě "Biblioteka polskiego krótkofalowca" (Knihovna polského krátkovlnného pracovníka) byly dosud vydány tyto publikace:

- č. 1 - "Příručka D-STAR", vydání 1 (2011), 2 (2015), 3 (2019) a 4 (2021)
- č. 2 - "Programová příručka D-RATS" č. 3 -
- "Technika slabých signálů" 1. díl č. 4 -
- "Technika slabých signálů" 2. díl
- č. 5 - "Digitální komunikace na krátkých vlnách" 1.
- díl č. 6 - "Digitální komunikace na krátkých vlnách"
- 2. díl č. 7 - "Paketové rádio"
- č. 8 - "APRS a D-PRS".
- No. 9 - "Elektronická pošta na krátkých vlnách" Volume 1, Issue 1 (2012)
- Č. 10 - "Elektronická pošta na krátkých vlnách" Roč. 2, č. 1 (2012) Č. 11 -
- "Německo-polský a anglicko-polský slovník" Roč. 1
- Č. 12 - "Radiostanice a přijímače s digitálním zpracováním signálu" 1.
- díl Č. 13 - "Radiostanice a přijímače s digitálním zpracováním
- signálu" 2. díl Č. 14 - "Radioamatérská astronomie".
- č. 15 - "Přenos dat v systému D-STAR".
- Č. 16 - "Amatérská radiometeorologie", 1. vydání (2013) a 2. vydání
- (2017) Č. 17 - "Radiolokátory malých výkonů".
- č. 18 - "Komunikace na dlouhých
- vlnách" č. 19 - "Příručka Echolink"
- Č. 20 - "Arduino v krátkovlnném rádiu" 1. díl
- Č. 21 - "Arduino v krátkovlnném rádiu" 2. díl
- Č. 22 - "Protokol BGP v Hamnetu".
- Č. 23 - "Technologie slabého signálu" Ročník 3, vydání 1 (2014), 2 (2016) a 3
- (2017) Č. 24 - "Raspberry Pi v ham radio".
- č. 25 - "Nejoblíbenější mikrovlnná pásma", vydání 1 (2015) a 2 (2019)
- č. 26 - "Příručka DMR" vydání 1 (2015), 2 (2016) a 3 (2019), č. 326 - zkrácené vydání (2016).
- č. 27 - "Hamnet Handbook" 1. vydání (2015) a 2. vydání
- (2021) č. 28 - "We Build Iler" 1. díl
- č. 29 - "Stavíme Iler" svazek 2 č.
- 30 - "D-Star Structures".
- Č. 31 - "Radiostanice a přijímače s digitálním zpracováním signálu"
- Svazek 3 Č. 32 - "Antény, které lze snadno skrýt".
- č. 33 - "Amatérská telemetrie", vydání 1 (2017) a 2 (2022)
- č. 34 - "Průvodce systémem C4FM", vydání 1 (2017), 2 (2019) a 3 (2021)
- č. 35 - "Licence a co bude dál" svazek 1
- č. 36 - "Digitální zpracování signálu" č.
- 37 - "Amatérská televize".
- Č. 38 - "Technologie slabých signálů" Svazek 4, vydání 1 (2018), 2 (2020) a 3
- (2022) Č. 39 - "Světelné komunikace".
- Č. 40 - "Rozhlasové stanice a přijímače s digitálním zpracováním
- signálu" Svazek 4 Č. 41 - "Licence a co dál" Svazek 2
- No 42 - "Miernictwo" Volume 1
- No 43 - "Miernictwo" Volume 2
- č. 44 - "Měření" svazek 3 č. 45
- "Zkoušky zařízení" svazek 1
- č. 46 - "Zkoušky zařízení"
- svazek 2
- č. 47 - "Licence a co bude dál" svazek
- 3 č. 48 - "Ionosféra a šíření vln"
- č. 49 - "Krátkovlnné antény" Ročník 1, číslo 1 (2020) a 2 (2023)
- č. 50 - "Ultra-nízkofrekvenční antény" Ročník 1, číslo 1 (2020) a 2 (2022)
- č. 51 - "Krátkovlnné antény" Ročník 2, číslo 1 (2020) a 2 (2023)
- č. 52 - "Ultraširokopásmové antény" Ročník 2, číslo 1 (2020) a 2 (2023) č.

53 - "Mikrovlnné antény"

- č. 54 - "Jednoduché amatérské přijímače" 1. díl
- č. 55 - "Jednoduché amatérské přijímače" 2. díl
- č. 56 - "Jednoduché amatérské vysílače" 1. díl
- č. 57 - "Jednoduché amatérské vysílače" 2. díl
- č. 58 - "Mini- a mikropočítače v ham rádiu" 1. díl č. 59 -
"Mini- a mikropočítače v ham rádiu" 2. díl č. 60 - "DX v
C4FM"
- č. 261 - "Příručka DMR" svazek 1, z č. 26, číslo 1 (2021)
- č. 262 - "Příručka DMR" svazek 2, z č. 26, vydání 1 (2021) č.
63 - "Testy zařízení" svazek 3
- č. 64 - "Elektronická pošta na krátkých vlnách", z čísel 9 a 10, vydání 2 (2022) č. 65 -
"Testy zařízení" svazek 4
- č. 66 - "Company mix" 1. díl č. 67 -
"Company mix" 2. díl č. 68 - "LoRa
system"
- č. 69 - "Digitální hlasový průvodce"
- č. 70 - "Anténní struktury"

- č. 356 - "Slovník historických pojmů z elektroniky a radiotechniky".

