

Anténa Cobweb pro pásma 14 až 28 MHz

Cobweb antenna for 14 to 28 MHz bands

Aleš Povalač, OK2ALP

Design of a shortwave multiband Cobweb antenna for bands from 20 m to 10 m. The antenna consists of five parallel dipoles bent into a square shape. Impedance is transformed by a 1:4 current balun. The antenna is very suitable for amateur construction.

Pro své QTH s velmi malým pozemkem jsem vybíral vhodnou anténu na krátké vlny. Dipóly, delta loopy a dlouhý drát (LW) jsem vzhledem k prostorovým požadavkům vyloučil rovnou. Typickým řešením jsou vertikály, zejm. Diamond CP-6. Nicméně chuť bastlit převážila, zejména po zjištění aktuální ceny CP-6, jejíž mechanické provedení stejně není právě dokonalé.

Na internetu jsem objevil „sušák na prádlo“, neboli anténu označovanou jako Cobweb. Jedná se o multiband pro pásma 20 m až 10 m, existuje i extra velká verze pro pásma od 40 m. Tu v profi provedení vyrábí MFJ pod označením MFJ-1838 a měl jsem možnost si ji prohlédnout a vyzkoušet u Ondry OK2TOP.

Původní anténa typu Cobwebb (se dvěma „b“) byla vyvinuta Steve Webbem G3TPW a prodávána komerčně. Její impedanční přizpůsobení na 50Ω bylo řešeno systémem skládaných dipólů [1], což značně komplikuje její výrobu a zejména ladění v amatérských podmínkách. Novější konstrukce včetně komerčních MFJ vycházejí z návrhu, jehož autorem byl Steve Hunt G3TXQ (SK 2018). Hlavním zdrojem informací je jeho stránka o Cobweb anténě [2], případně archivovaná verze v Internet Archive. Následující základní informace o anténě volně vychází z jeho popisu.

Anténa typu Cobweb

Cobweb je tvořený pěti paralelně spojenými dipóly ohnutými do tvaru čtverce, které jsou napnuty na nosné konstrukci ze sklolaminátových tyčí. Celkový rozměr je na krátkovlnnou anténu velmi kompaktní, cca $2,7 \times 2,7$ m. Vlivem úpravy dipólů do tvaru čtverce je vyzářovací charakteristika téměř všesměrová, napájecí impedance antény v rezonanci však klesá na cca 12Ω . Přizpůsobení je řešeno impedanční transformací 1:4 pomocí proudového balunu.

Pro správnou funkci antény je třeba dodržet rozumnou výšku montáže nad zemní rovinou, v mém případě nad plochou střechou. Ta by měla být minimálně 4 m, optimálně 6 až 10 m. Má instalace je vzhledem ke konstrukčním omezením ve výšce pouze 2 m, což má vliv na horší přizpůsobení antény.

Pro uchycení na ploché střeše je použita žárově zinkovaná trojnožka výšky 2 m, kterou dodává např. firma Omko Digital [3]. Jako patky trojnožky jsou využity běžné betonové dlaždice. Trojnožka je dostupná i v délce 3 m, což zlepšuje přizpůsobení antény, ale zhoršuje možnosti montáže – nainstalovaná anténa již není dosažitelná přímo ze střechy, je nutné používat žebřík.

Konstrukce antény

Při konstrukci antény jsem vycházel zejména z [2], další inspiraci lze čerpat také z [4] a [5]. Nosná konstrukce bývá vyrobena ze sklolaminátu nebo vodovodních PPR trubek. Ačkoliv jsou PPR trubky snadno dostupné, levné a dobře opracovatelné, je jejich velkou nevýhodou měkkost – výrazně se prohýbají i při použití kotvení. Proto jsou vhodnější sklolaminátové



Obr. 1: Anténa typu Cobweb

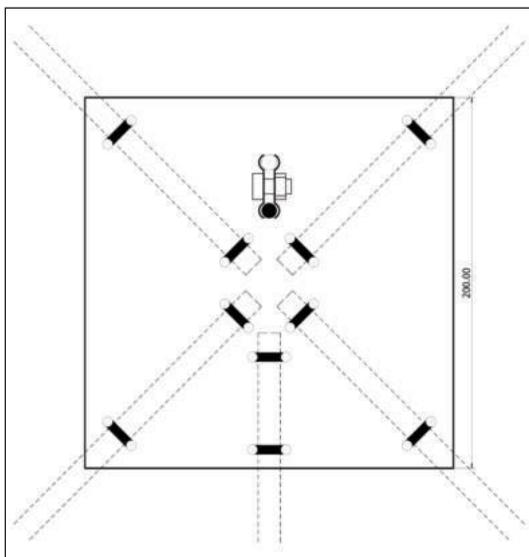
trubky. Doporučované rybářské pruty se mi nepodařilo objevit v požadované délce, tuhosti a ceně, navíc je třeba hlídat materiál, který by neměl obsahovat uhlíková vlákna. Ta se často používají pro zvýšení pevnosti, ale jsou elektricky vodivá a podle některých zdrojů degradují vlastnosti antény.

Nakonec tedy volba padla na sklolaminátové tyče, primárně určené k rajčatům či elektrickým ohradníkům, označené Extol Premium 82524.

V balení za cca 800 Kč je 10 ks tyčí průměru 12 mm a délky cca 2 m, pro konstrukci využijeme 5 ks.

Drát, kterým jsou jednotlivé dipóly natažené, musí mít zejména izolaci dlouhodobě odolnou UV záření.

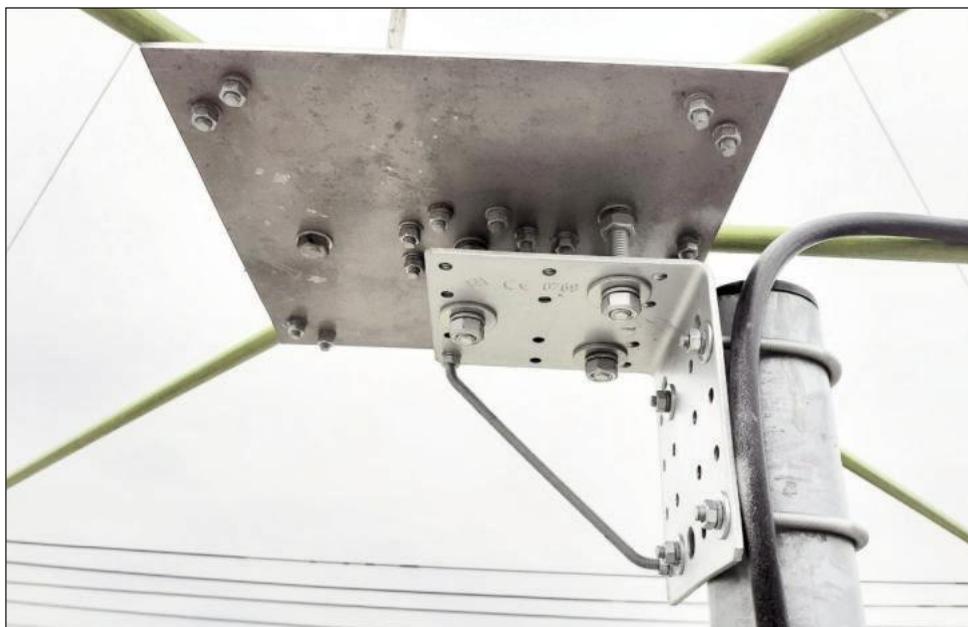
Průřez drátu pro běžné výkony není kritický, volí se kompromis mezi hmotností a měkkostí. Využil jsem HELUTHERM 145 – pocínované měděné lanko 1 mm² s izolací z polyolefinu černé barvy, který je nehořlavý, odolný vůči působení UV záření a ozonu a jako bonus se výborně pájí. Drát je stejně jako řada dále použitých komponent běžně dostupný v TME.



Obr. 2: Základna pro uchycení prvků antény



Obr. 3: Detail uchycení prvků antény



Obr. 4: Detail uchycení základny antény na stožár

Základna pro upevnění sklolaminátových tyčí je vyrobena z 3 mm duralu, do kterého jsem vyvrtány otvory podle výkresu na obr. 2. Spojuje čtyři kusy dlouhých tyčí pro uchycení drátu, jednu kratší tyč pro uchycení balunu, dále vertikální kus sloužící pro ukotvení tyčí a zároveň jako improvizovaný hromosvod (náhodný jímač) a nakonec masivní pozink úhelník pro uchycení na stožár. Sklolaminátové tyče by bylo ideální zajistit vhodnými objímkami nebo třmeny, z nedostatku jiného materiálu jsem využil do oblouku vytvarovanou závitovou tyč. Vertikální část je tvořena kusem 8 mm AlMgSi drátu, upevněného hromosvodovou svorkou. Duralová základna je na úhelník uchycena pomocí tří šroubů, které zajišťují snadnou možnost vyrovnání celé antény ve vodorovné rovině. Všechny potenciálně rezavějící části jsou přestříknuty zinkovým sprejem.

Sklolaminátové tyče jdou velmi dobře řezat i vrtat, ačkoliv vznikající prach určitě není příliš zdravý na dýchání. Práce tedy není vhodné provádět v uzavřeném nevětraném prostoru. Po několika pokusech o vhodné upevnění drátu na tyče jsem nakonec zvolil variantu provrtání tyče 3 mm vrtákem a protažení drátu. To zároveň konstrukci velmi efektivně zpevnilo. Přesto se 12 mm sklolaminátové tyče ukázaly jako příliš měkké a vlivem vlastní váhy se značně prohuly. To by sice na funkci antény nejspíš nemělo zásadní vliv, ale nakonec jsem se rozhodl konce ramen ukotvit pomocí lana na hromosvodový drát, vertikálně vztyčený ze základny.

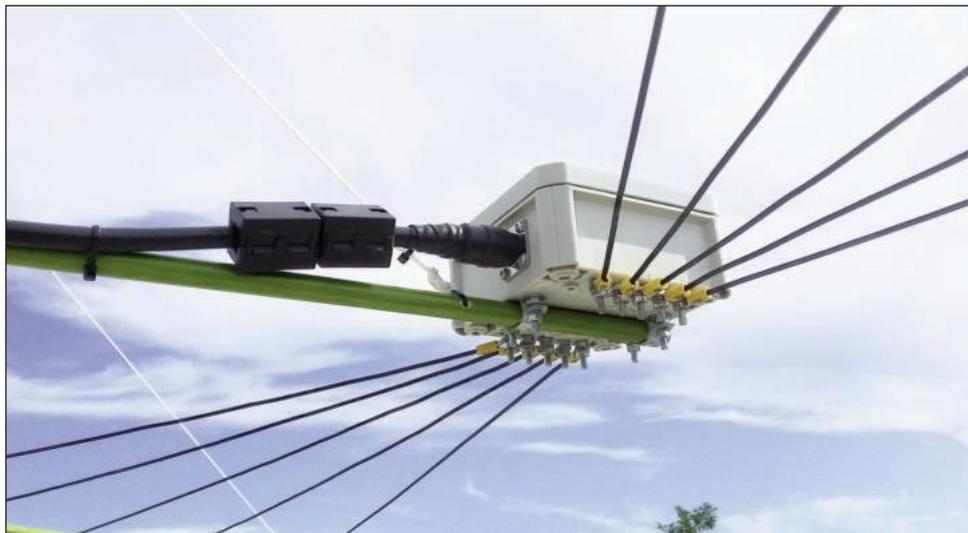
Pro ladění antény na jednotlivých pásmech se využívá změna délky příslušného dipólu. Dipóly se navzájem ovlivňují, ale pouze minimálně. Mezeru jsem realizoval nevodivým PPR lanem, které jsem pomocí svorek přišrouboval k drátům. Dráty jsem pak při ladění postupně symetricky zkracoval a svorky posouval. Velmi orientačně odpovídá zkrácení o 2× 5 cm přeladění rezonance asi o 300 kHz výše. Základní rozměry antény vycházející z [2] přepočítané z imperiálních jednotek jsou uvedeny v tabulce 1. K délce drátu je přidána rezerva 15 cm, aby bylo možné pohodlně zkracovat. Uvedená délka je pro jedno rameno dipólu, potřebujeme tedy vždy dva kusy. Celkem je využito cca 40 m drátu.

Pásmo	Délka drátu jednoho ramene vč. rezervy 15 cm	Vzdálenost středu od rohu dipólu na diagonále
20 m	525 cm	183 cm
17 m	415 cm	144 cm
15 m	358 cm	123 cm
12 m	305 cm	102 cm
10 m	270 cm	88 cm

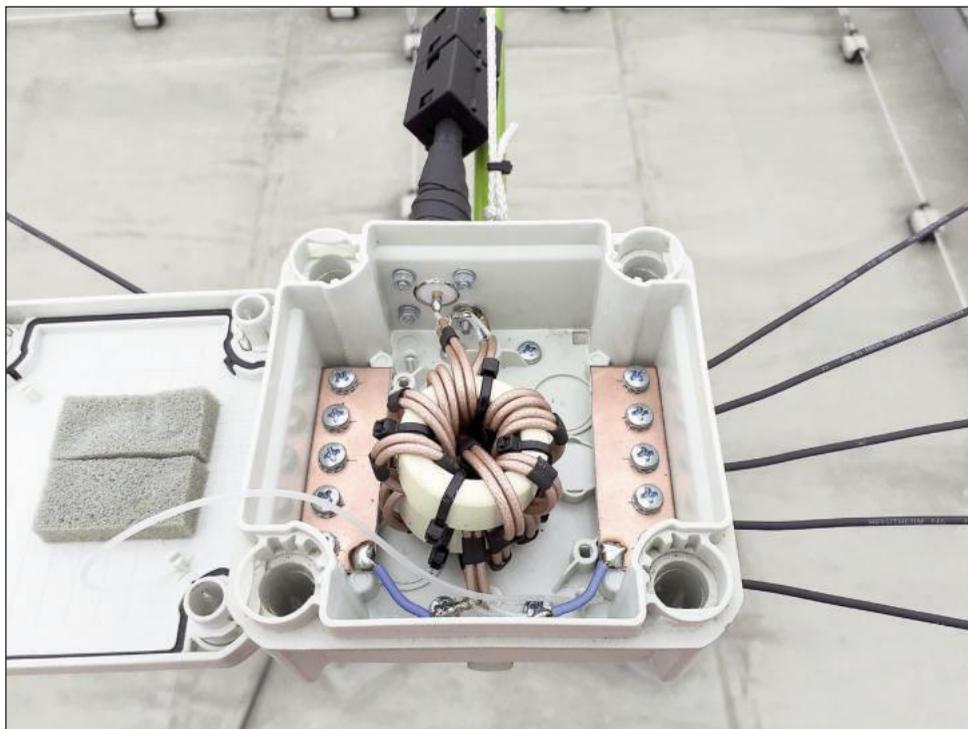
Tab. 1: Rozměry pro konstrukci Cobweb antény

Výroba balunu

Konce jednotlivých dipólů se sbíhají do dvou společných bodů, všech pět dipólů je tedy zapojeno paralelně. Pro lepší manipulaci a mechanickou odolnost je vhodné dipóly spojit až v rámci boxu s balunem. Ten jsem umístil do krabice OBO BETTERMANN typ T 60 OE (rozměry 114 x 114 x 57 mm, krytí IP66). Na krabici je namontovaný běžný PL anténní konektor.



Obr. 5: Box s balunem a připojenými dipóly



Obr. 6: Detail konstrukce balunu v boxu

Důležitým prvkem pro přizpůsobení antény je správně vyrobený impedanční transformátor, zde proudový balun s transformací 1:4. Balun se skládá ze dvou částí, každá z nich je namotaná paralelně spojenou dvojicí miniaturního koaxu RG316 (impedance 25 Ω) na feritovém jádru, jedna strana koaxů je spojena sériově (50 Ω), druhá paralelně (12,5 Ω). Podrobný popis výroby balunu je uvedený v [2].

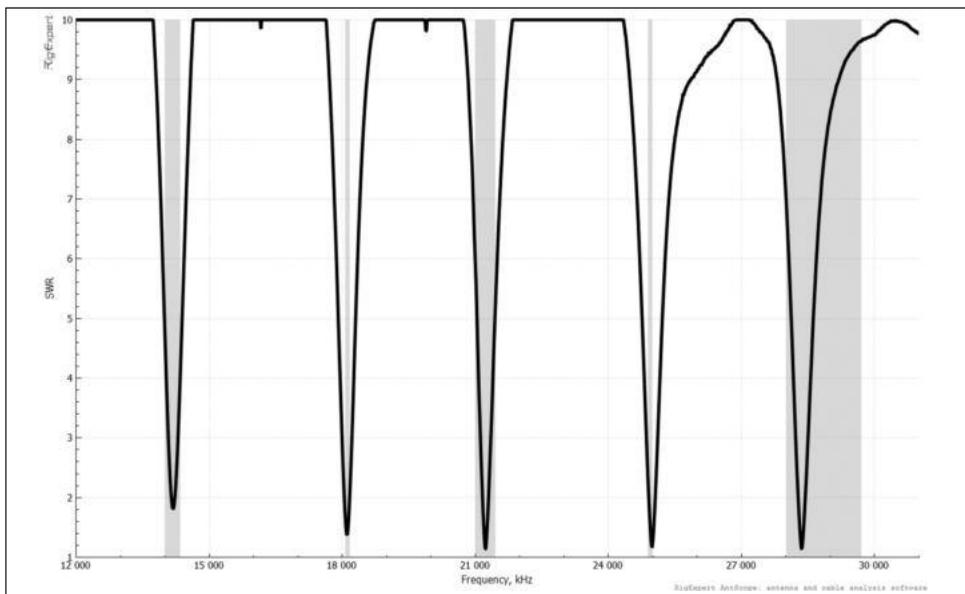
Ačkoliv lze balun namotat i s využitím kabelu RG174, důrazně to nedoporučuji. S kabelem RG316 lze teoreticky využít vyšších vysílacích výkonů, ale zejména se s ním nesrovnatelně lépe pracuje, protože je vyrobený z teflonového materiálu, který se při pájení netaví. Koax RG316 je běžně dostupný např. ve zmíněném TME (HELUKABEL 40203), za podstatně nižší cenu jej lze objednat přes eBay. Feritová jádra Amidon FT140-61 lze nahradit v Evropě dostupnějším ekvivalentním typem FERROXCUBE TX36/24/15-4C65.

Balun můžeme otestovat připojením zátěže 12,5 Ω (8x 100 Ω paralelně) a změřením přizpůsobení. PSV by měl být přes všechna krátkovlnná pásma blízký 1,0. Propojení na jednotlivé anténní dipóly je řešeno pomocí delších šroubů M4.

Samotný svod antény je realizovaný kabelem RG213, konektor PL je zaizolovaný samovulkanizační páskou. Konec kabelu je opatřen dvojicí naklapávacích feritů FERROCORE FLF-100B.

Měření parametrů antény

Konstrukce antény je jednoduchá a v případě správného zapojení balunu na ní nemá co nefungovat. První hrubé naladění jsem provedl na zahradě, anténa vztyčena na dočasně konstrukci ve výšce necelého 1,5 m. Pro ladění jsem využíval PSV analyzátor MFJ-259B. Ladění antény probíhá výhradně souměrným zkracováním vodičů jednotlivých dipólů, tj. zvětšováním mezery.



Obr. 7: Měření PSV antény

Finální doladění proběhlo po instalaci antény na 2m stožár, umístěný na ploché střeše. Výsledek ladění změřený analyzátozem RigExpert AA-55 je na obrázku 7. Na každém pásmu je vidět rezonance příslušného dipólu. Měření proběhlo až na konci napájecího kabelu RG213 délky cca 14 m, dosažený PSV je tedy poměrně špatný, což je dáno zejména nízkou instalační výškou. Na střeše je navíc instalovaný hromosvod, který pod anténou prakticky tvoří závit nakrátko. V kombinaci s interním anténním tunerem transceiveru je však anténa velmi dobře použitelná.

Pásmo	OK2ALP				G3TXQ	
	Rezonance [kHz]	PSV [-]	šířka [kHz] pro PSV<3	šířka [kHz] pro PSV<5	PSV [-]	šířka [kHz] pro PSV<3
20 m	14190	1,8	219	398	1,0	362
17 m	18110	1,4	227	394	1,0	299
15 m	21220	1,1	238	409	1,0	293
12 m	24980	1,2	257	554	1,0	271
10 m	28350	1,1	282	498	1,2	337

Tab. 2: Změřené parametry antény

Tabulka 2 shrnuje dosažené PSV a šířky pásma a srovnává je s originální konstrukcí G3TXQ, instalovanou ve výšce cca 8 m. V oblasti 28 MHz je třeba anténu doladit na vhodný cílový kmitočet, stejně jako celá řada dalších konstrukcí, ani Cobweb nedokáže pokrýt celé, poměrně široké 10m pásmo.

Ochrana proti přepětí

Anténa je instalována na novostavbě, která má hromosvod vyřešený podle současných standardů. Pro ochranu před bleskem se předpokládá využití oddálených jímačů, které poskytují ochranu také pro televizní a satelitní anténu, případně vnější jednotku klimatizace, tepelného čerpadla apod. Oddálené jímače však z logiky věci nelze využít pro ochranu krátkovlnných antén, protože jsou rozměrné a potřebujeme je instalovat co nejdříve. Samotný stožár antény je tedy rozhodně nutné uzemnit na hromosvod.

Anténní svod by měl být následně ochráněnbleskojistkou na vstupu do objektu, tj. na rozhraní zón LPZ 0 a LPZ 1. Použitábleskojistka výrobce BrOK [6] je typ SPKO-U-350-0,5G-B/F-F, tj. širokopásmová koaxiální přepěťová ochrana pro kmitočtové pásmo do 0,5 GHz, provedení pro výkon do 350 W s PL konektory. Instalace je provedena v podomítkovém rozvaděči u prostupu ze střechy do objektu, do rozvaděče je dále přivedený ochranný vodič PE, který je napojen přímo do hlavního ekvipotenciálního pospojování domu.

Sebelepší amatérská konstrukce obvykle neochrání připojenou elektroniku proti přímému úderu blesku. Dokáže však minimalizovat ztráty, zamezit riziku požáru a ohrožení osob, a ochránit zařízení v případě nepřímého úderu blesku v okolí. Rozvaděč je také vhodným místem pro manuální odpojení anténního konektoru v případě, že se blíží silná bouřka.



Obr. 8: Instalace bleskojistky

Závěr

Anténa typu Cobweb je velmi dobře zhotovitelná v amatérských podmínkách. Na krátkovlnnou anténu vyniká prostorovou nenáročností a variabilitou instalační výšky. V případě potřeby lze doplnit dipóly i pro pásma 30 m a 40 m, rozměry kříže antény však narostou přibližně na dvojnásobek. Jelikož jednotlivým pásmům odpovídají konkrétní dipóly, není ladění antény záležitostí magie jako u jiných konstrukcí, ale s vhodným měřicím vybavením příjemnou činností s opakovatelným výsledkem.

Odkazy

- [1] <https://www.kerryamateurradiogroup.com/resources/Cobwebb%20Design.pdf>
- [2] <http://www.karina.net/g3txq/cobweb/>
- [3] <https://www.omko.cz/trojnozka-k-ploche-strese-2m/>
- [4] <http://www.m0pzt.com/cobweb-aerial/>
- [5] <http://www.g4ztr.co.uk/amateur-radio/hf-aerials/cobwebb/>
- [6] <https://www.prepeti.cz/cs/anteny-hromosvody-a-prepetove-ochrany-v-praxi/koaxialni-prepetove-ochrany>
- [7] Blog autora: <http://blog.alpov.net/>