

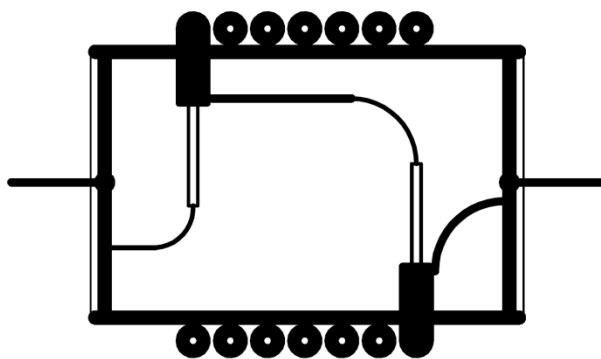
Dvoupásmová anténa pro 160 a 80 m

Uvedený technický článek popisuje jednoduchou dvoupásmovou anténu pro spodní krátkovlnná pásma 160 a 80 m s relativně krátkou délkou ramen přibližně 2x30 m. Zároveň popisuje, jak je možné jednoduše a elegantně vytvořit koaxiální trap, který je možné přepočítat a použít i pro jiná pásma a získat tak dvoupásmový (případně i vícepásmový) dipól pro odlišné kombinace radioamatérských pásem.

Po přestěhování do nového QTH jsem začal budovat antény pro krátkovlnná pásma a vzhledem k mé zálibě ve spodních pásmech nemůže chybět ani anténa pro 160 a 80 m. Vzhledem k rozměrům pozemku, kdy nejdelší rozměr zahrady v uhlopříčce je cca 60 m bylo jasné, že sem plnohodnotný dipól pro TOP band nedostanu a zároveň jsem nechtěl mít pozemek komplet zadrátovaný, a tak jsem hledal, jak vyrobit jednoduchou dvoupásmovou anténu s jedním svodem a jen dvojicí vodičů.

Řešení se nakonec ukázalo být celkem jednoduché a spočívá ve využití rezonančního trapu ve formě paralelního rezonančního obvodu s nastaveným kmitočtem cca 3700 kHz. Tímto dojde díky vysoké impedanci v rezonančním bodě k elektrickému „oddělení“ konců antény, které se tak téměř neprojeví při provozu s pásmu 80 m a zároveň při provozu v pásmu 160 m vlastní indukčnost pomůže elektricky prodloužit zkrácený dipól pro 160 m. Toto je poměrně elegantní řešení a při troše laborování je možné podobným způsobem řešit antény i pro jiné kombinace pásem případně i vícepásmové antény. Takto se antény řeší již celá desetiletí a častým problémem může být vlastní realizace trapu. Tento trap musí vykazovat zvláště při použití QRO vysokou napěťovou odolnost a zároveň je vhodné, aby měl dlouhodobě nízké průchozí ztráty a především v čase vlivem povětrnostních podmínek co nejméně měnil svoje elektrické parametry.

Jedním z mnoha řešení je použití tzv. koaxiálního trapu, který je velmi jednoduchý na výrobu a zároveň je poměrně elektricky robustní, takže při vhodně zvoleném koaxiálním kabelu umožňuje vyrobit kvalitní trap i pro výkony vyšší než 1 kW CW. Hlavním principem je, že každý koaxiální kabel má kromě vlnové impedance i určitou vlastní kapacitu (měřeno mezi středním vodičem a stíněním kabelu) udávanou zpravidla v pF na 1 m délky kabelu. Pokud tento koaxiální kabel navineme na daný průměr a vhodně zapojíme počátky a konce vinutí, tak získáme i potřebnou indukčnost. Paralelním spojením tak jednoduše získáme paralelní rezonanční obvod – koaxiální trap. Vlastní zapojení je patrné z obr. 1.



Obr. 1 Zapojení koaxiálního trapu

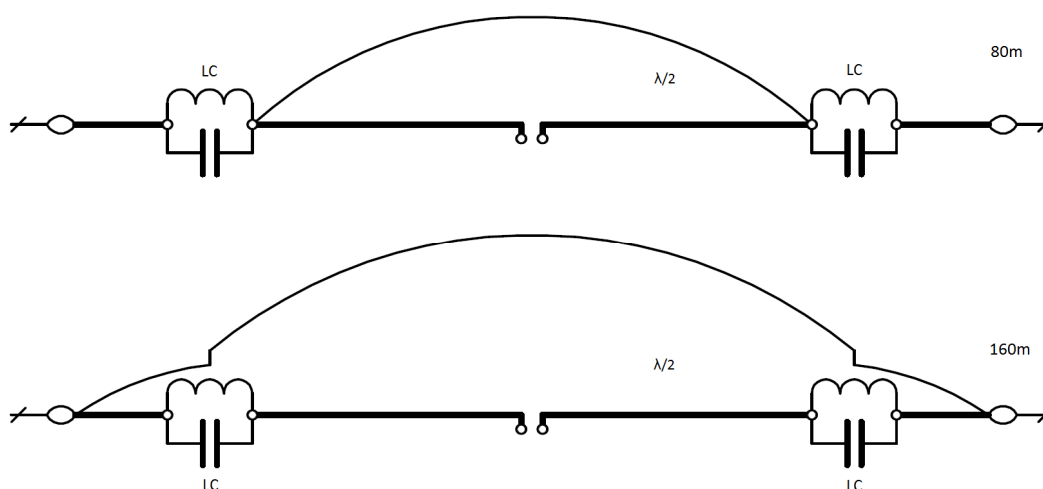
Tyto parametry se dají i jednoduše spočítat, ale výrazně jednodušší je použít vhodný software – například „Coaxial Trap Design“ od Tonyho VE6YP [1].

Ovládání programu je velmi jednoduché a je potřeba jen znát průměr, na který budeme koaxiální kabel vinout a jeho kapacitu danou pF/m. Také je možné vybrat z již některých běžně používaných koaxiálních kabelů. Pro moje řešení trapu jsem použil koaxiální kabel LMR240 [2], který se mi podařilo rozumně sehnat a který zajišťuje dostatečnou elektrickou pevnost. Ideálním řešením z hlediska dlouhodobé stability a velké výkonové zatížitelnosti je použít kvalitní koaxiální kabel s teflonovou izolací – například RG 142. Ale zde je možnou překážkou vysoká cena takového kabelu v řádu několik stovek Kč/m. Na obr. 2 je možné vidět zadávací okno programu s vypočtenými parametry koaxiálního trapu a obr. 3 zobrazuje přibližné proudové obložení podél antény.

Design Parameters	
Frequency:	3.700 MHz
Form Diameter:	6.5 cm
Coax Diameter:	0.61 cm
Capacitance:	79 pF/m
Select coax cable type	

Calculated	
Turns:	13.33
L:	7.801 uH
Coil Length:	8.13 cm
C:	237.19 pF
Coax Length:	300.24 cm
X:	181.35 ohms
End Sensitivity:	6.12 kHz/cm
Turn Sensitivity:	14.73 kHz/cm
Length/Diameter:	1.14

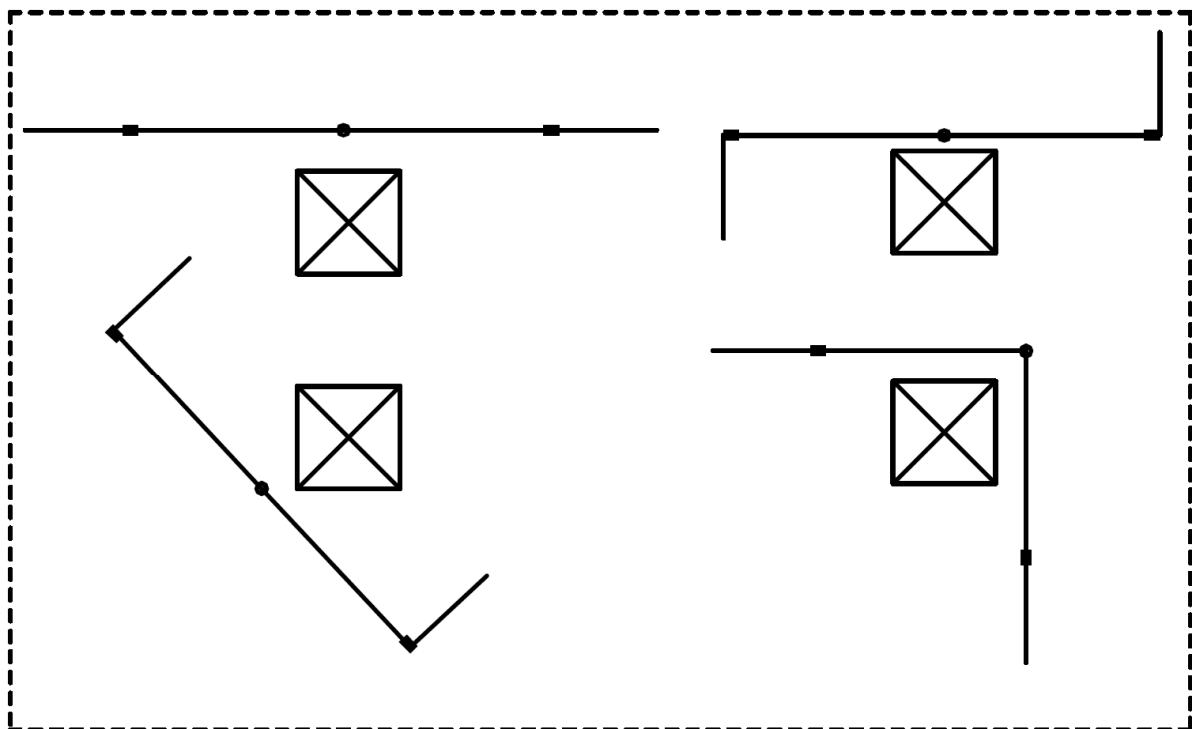
Obr. 2 Zadávací okno softwaru s vypočtenými parametry trapu



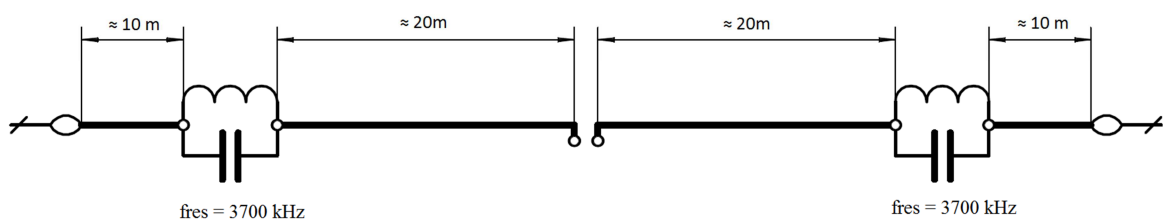
Obr. 3 Nastíněné proudové obložení podél antény

Praktická realizace antény a trapu:

Jak bylo uvedeno v úvodu, tak hlavním cílem bylo především rozměrově úsporné řešení dvojpásmové antény s délkou ramen přibližně 2x30 m. Pokud máme pozemek menší, tak je možné anténu s určitým kompromisem geometricky modifikovat za cenu mírného zhoršení vyzařovacího diagramu. Samozřejmě to bude mít i vliv na vstupní impedanci antény, ale pořád je lepší mít v prostorově omezených podmínkách alespoň nějakou anténu na TOP band, než žádnou ☺. Možné řešení geometrického uspořádání naznačuje následující obrázek číslo 4. Přibližné geometrické rozměry jsou naznačeny na obr. 5, kdy nemá smysl vycházet z přesných rozměrů, protože je potřeba si uvědomit, že na celkové délce anténního vodiče se podílí celá řada dalších parametrů, jako je například materiál a tloušťka izolace anténního lanka, výška antény nad zemí nebo například vodivost půdy. Proto je mnohem důležitější anténu na daném místě naladit na požadovaný kmitočet, kdy napřed zkracováním 20 m úseků nastavíme co nejnižší odraz v pásmu 3,7 MHz a následně stejným způsobem v pásmu 1,8 MHz na 10 m úsecích. Celková délka antény tak vyjde mírně kratší než 2x 30 m v případě ladění spíše do SSB segmentů pásma.



Obr. 4 Možné geometrické uspořádání dvojpásmového dipólu



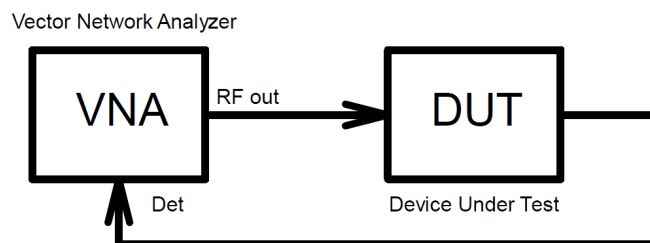
Obr. 5 Přibližné geometrické rozměry dvojpásmové antény

Vlastní koaxiální trap je tvořen přibližně 13 závitů koaxiálního kabelu LMR240, který je navinut a vhodně fixován na průměru přibližně 65 mm tvořeném plastovou vodovodní trubkou. Vineme závit vedle závitů a zajistíme vhodné vyvedení konců. Před pronikáním vody jsou konce fixovány vhodnou záslepkou. Jedno z možných provedení je patrné z následujícího obrázku obr. 6.

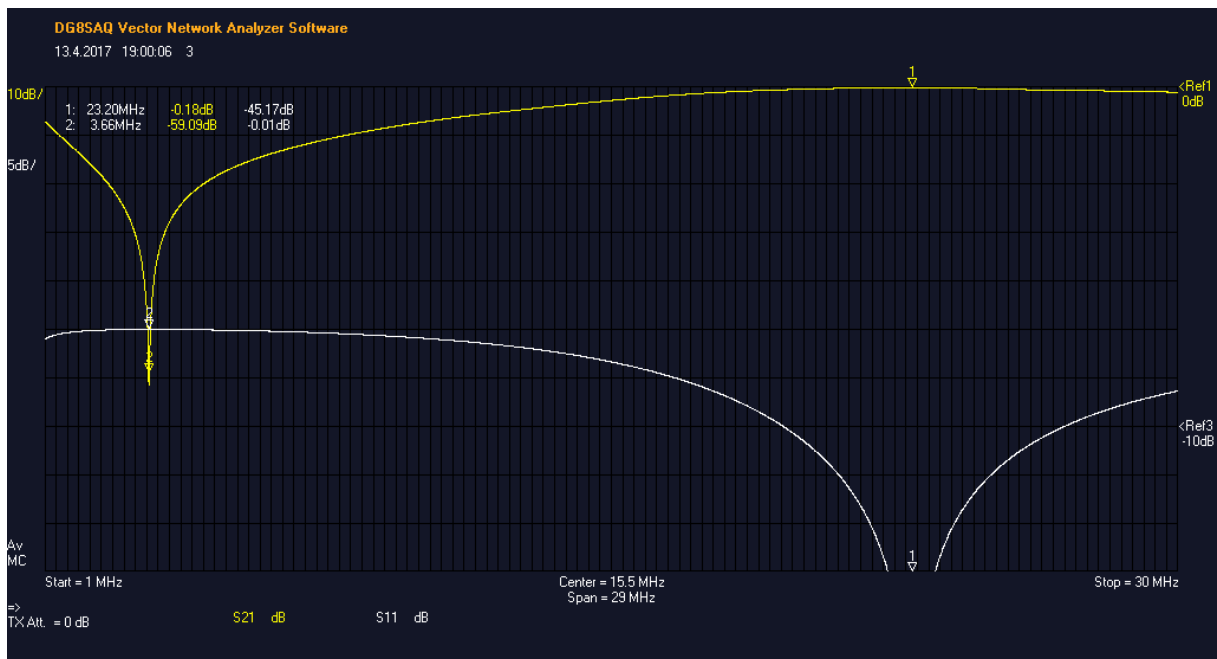


Obr. 6 Jedno z možných řešení provedení koaxiálního trapu

Velmi důležitě je změření rezonančního kmitočtu trapů a porovnání obou trapů, aby jejich rezonanční kmitočet byl stejný. Nejjednodušeji je to možné provést například pomocí VNA, kdy měříme přenosový parametr S_{21} . Ale existuje celá řada jiných řešení. Možné zapojení změření přenosu je patrné z obrázku obr. 7 a výsledek měření přenosu S_{21} je zobrazen na obr. 8. Dobře patrné jsou obě rezonance (paralelní i sériová) a je možné u obou trapů změřit podobné vlastnosti v případě pečlivé konstrukce.



Obr. 7 Schéma měření rezonančního kmitočtu trapu



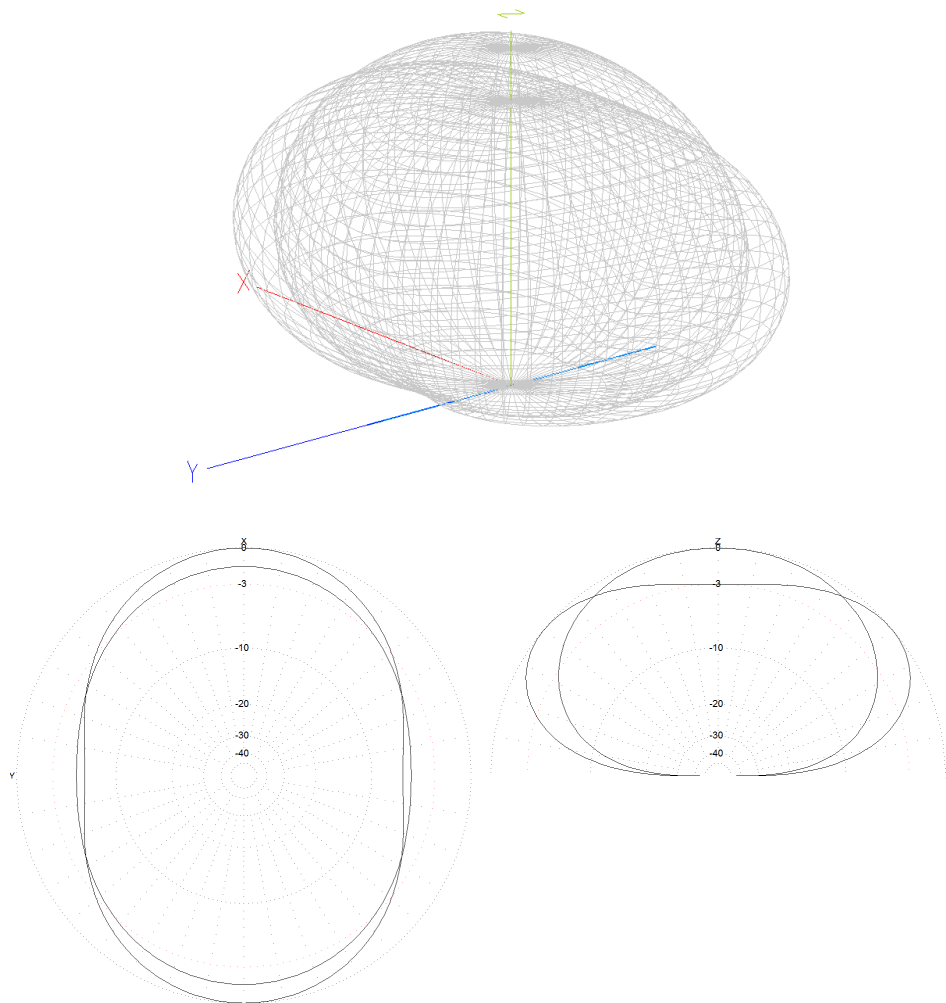
Obr. 8 Změřená paralelní i sériová rezonance trapu v pásmu 1 – 30 MHz.

V rámci konstrukce antény byly odsimulovány oba vyzařovací diagramy pro 80 i 160 m pásmo pro umístění v daném místě, kdy byla uvažována průměrná vodivost půdy a výška antény nad zemí přibližně 15 m. Oba vyzařovací diagramy jsou zobrazeny na obr. 9. Zároveň po praktické montáži a ladění bylo změřeno vstupní přizpůsobení na obou pásmech a výsledek je vidět na obr. 10. Jen připomenou, že hodnota činitele stojatého vlnění ČSV=1,5 odpovídá přibližně 3 % odražené energie zpět k vysílači ☺ . Výkonová zatížitelnost antény je daná především provedením trapů a měla by bez problému vyhovět pro výkony do cca 1 kW (při krátkodobých testech trapy přežily výkon cca 3x větší v obou pásmech). Samozřejmě nezapomeneme na výstupní svorky antény umístit kvalitně provedený balun 1:1 pro omezení vyzařování koaxiálním kabelem. Stejný postup realizace koaxiálních trapů je množný použit i pro jiná kmitočtová pásma a je tak možné realizovat vícepásmové antény i pro odlišné kmitočty. Hodně radosti a co nejmenší QRM přeje OK1GTH.

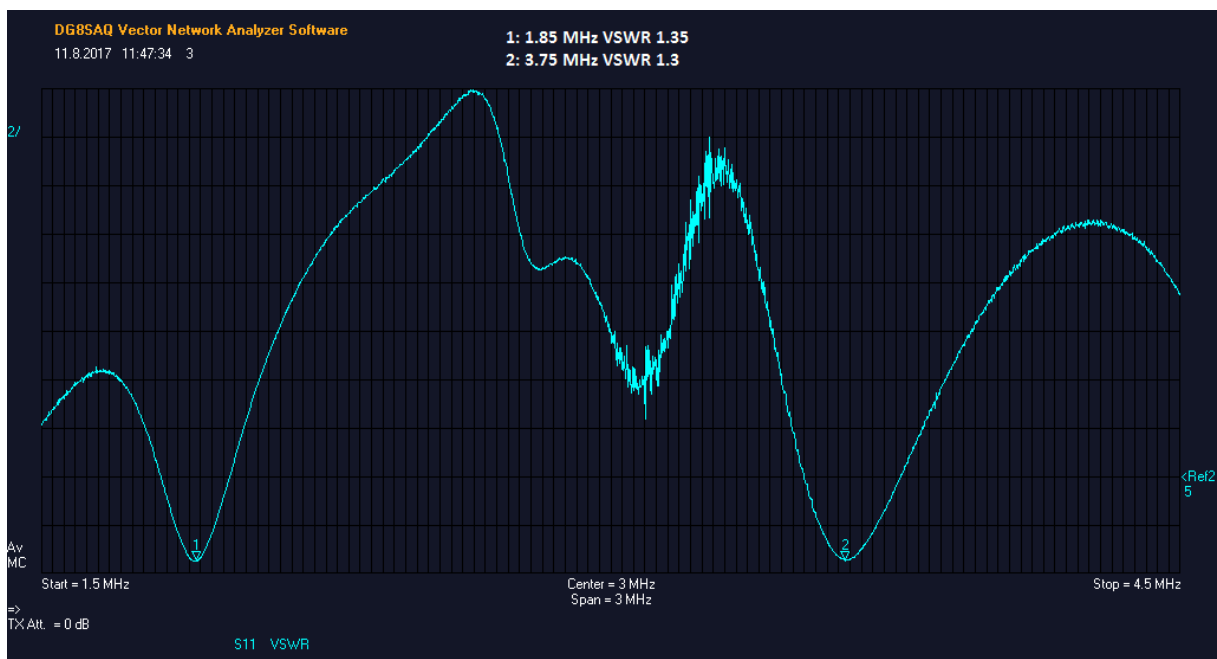
Odkazy:

[1] <http://www.qsl.net/ve6yp/>

[2] <https://www.timesmicrowave.com/documents/resources/LMR-240.pdf>



Obr. 9 Vyzářovací diagramy ve 3D a v obou polarizačních rovinách v pásmech 160 a 80 m



Obr. 10 Změřený průběh ČSV v pásmu 1,5 – 4,5 MHz