

(TV) anténa Yagi se zalomenými prvky (2)

Jindra Macoun, OK1VR

Druhá část článku o anténách se zalomenými prvky přináší rozměry a elektrické parametry 2- a 3prvkových zkrácených antén Yagi, sestavených na nosné konstrukci (ráhnu) původní TV antény na I. pásmo.

Úvodem znovu připomínáme záměr článku – využít odložených nebo dosud instalovaných a nevyužitých TV přijímačích antén pro I. pásmo na KV pásmu amatérském, kde by si s minimální úpravou skromnými amatérskými prostředky zachovaly mechanické vlastnosti a vzhled původní TV antény.

1prvkové až 5prvkové antény, určené pro příjem na 1. TV kanálu, je možné přeladit na amatérské pásmo 28 MHz prostým prodloužením původních prvků, včetně zářiče – skládaného dipólu, který se změní na dipól bočníkový. Pro přijatelnou rozteč prvků na přibližně polovičním kmitočtu se jeden až dva prvky vynechají. Tato (první) úprava byla popsána v PE 12/2010 [1].

Omezené prostorové podmínky, které často provázejí realizaci klasických nezkrácených antén, pak vedly k použití svisle zalomených prvků, které „vrátily“ plošný (půdorysný) rozměr antény s přímo prodlouženými prvky na původní, menší rozměr „televizní“. Úvodní část těchto úprav byla popsána v PE-AR 01/2011 [2].

Při této úpravě se využívá skutečnosti, že střední (přímé) části prvků vyzařují převážnou část vlnové energie, zatímco zalomené koncové části spíše „dolaďují“ pasivní prvky do potřebné reaktance a aktivní prvky, tzn. zářiče do rezonance. Zisky zalomených antén proto nejsou podstatně menší než zisky antén plnorozměrných, resp. nezkrácených.

Byla vyzkoušena, popsána a v poslední době i namodelována celá řada tvarových modifikací jednoduchých dvouprvkových antén se zalomenými prvky. Některé byly včetně literárních odkazů zmíněny v minulém čísle PE-AR [2].

Anténa YD

Dále popisovaná anténa Yagi Delta (YD) se svisle zalomenými prvky je principiálně shodná s anténou pojmenovanou DD-beam (Double Delta beam), jejíž prvky mají uzavřený deltovitý tvar.

Prvky původního DD-beamu [3, 4] jsou zalomeny a ukotveny nahoru, takže jsou zároveň závěsnou konstrukcí

vodorovných částí prvků. U nově zvoleného uspořádání je nosnou „profilostrukce“ původní (TV) antény, jejíž pevné prvky jsou zalomeny drátovými Cu vodiči dolů a izolovaně ukotveny ke spodní části stožáru. Při tomto uspořádání se vlastní anténa snadněji umístí výše nad zem, resp. na vrchol stožáru, což také příznivě ovlivňuje elevační diagram záření.

Rozměry a elektrické parametry

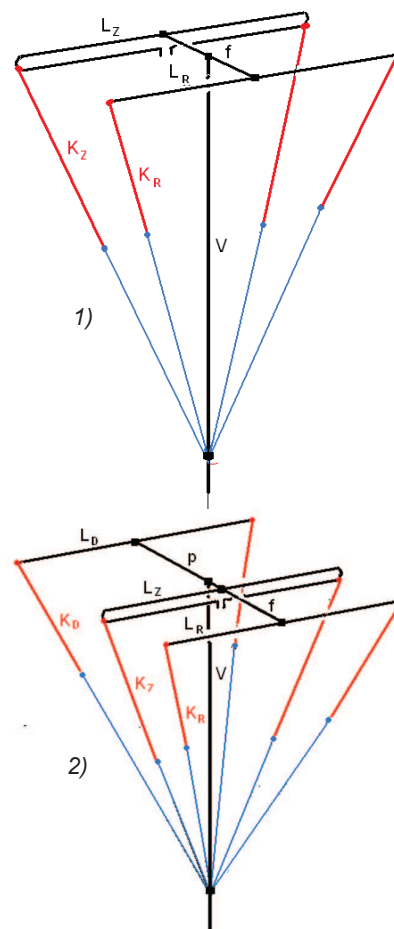
2prvková (2YD) a 3prvková (3YD) anténa Yagi se zalomenými prvky deltovitého tvaru jsou v poměrném měřítku a s označenými prvky pohledově znázorněny na obr. 1 a 2. Pro větší přehlednost nejsou rozměry označených prvků kótovány. Rozměry označených prvků v mm a elektrické parametry antén v tab. 1 a 2 platí v podmínkách volného prostoru.

2prvková anténa 2YD je sestavena na ráhnu původní 3prvkové TV antény S 301 KL. 3prvková anténa 3YD je sestavena na ráhnu původní 5prvkové antény S 501 KL, resp. S 501 KLL (viz PE 12/2010).

Průměr všech vodorovných částí prvků zůstává původních 16 až 18 mm. Zalomené části (K_R , K_Z , K_D) jsou z Cu vodičů \varnothing 2 mm.

Spolehlivé galvanické připojení zalomených vodičů lze řešit připájenými kabelovými oky, která jsou ke koncům pevných prvků připevněna zavrtanými nebo provlečenými šrouby (M4 x 25). Ke skládanému dipólu se připevní stejným způsobem ve spodní čtvrtině spojovacích oblouků jeho obou prvků. Spodní konce svislých drátových vodičů se zakončí oky a nastaví izolačními lankami, která se ukotví ke stožáru ve vzdálenosti V (3,5 m) od místa, kde je ráhno antény uchyceno ke stožáru.

Izolační lanka mohou být také natažena po celé délce od konců pevných prvků až ke společnému kotvení dole na stožáru. Drátové vodiče (K) se kolem nich pak spirálovitě s velkým stoupáním obtočí. Usnadní to jejich (pokusnou) instalaci a případnou změnu délky na spodních volných koncích.



Obr. 1. a 2. Pohledové schéma s označenými rozměry 2prvkové (2YD, obr. 1) a 3prvkové antény (3YD, obr. 2). Zalomené úseky horizontálních prvků, zhotovené z drátových vodičů (červené), jsou izolovaně (modře) ukotveny do společného bodu na anténním stožáru ve vzdálenosti V od ráhna antény. Původní TV anténa je tedy „černá“

Pro snadnější simulaci modelů antén mají vodorovné části prvků stejnou délku (L_R a L_D) jako skládaný dipól $L_Z = 2760$ mm (osová rozteč obou jeho trubek je 120 mm). Zalomené vodiče reflektoru a direktoru včetně kotevních lanek antény 3YD pak svírají se stožárem (upevněným co nejbližše středu ráhna) shodný úhel.

U antény 2YD svírají se stožárem ve středu ráhna shodný úhel zalomené vodiče bočníkového dipólu a reflektoru.

Jiné než tabulkové délky pasivních prvků L_R a L_D (např. původní „televizní“ délky) vyžadují korekci délek svislých drátových vodičů K_R a K_D tak, aby se celková délka $(L + 2K)$ pasivních prvků podle tab. 1 nezměnila. Pak budou dále platit uvedené elektrické parametry.

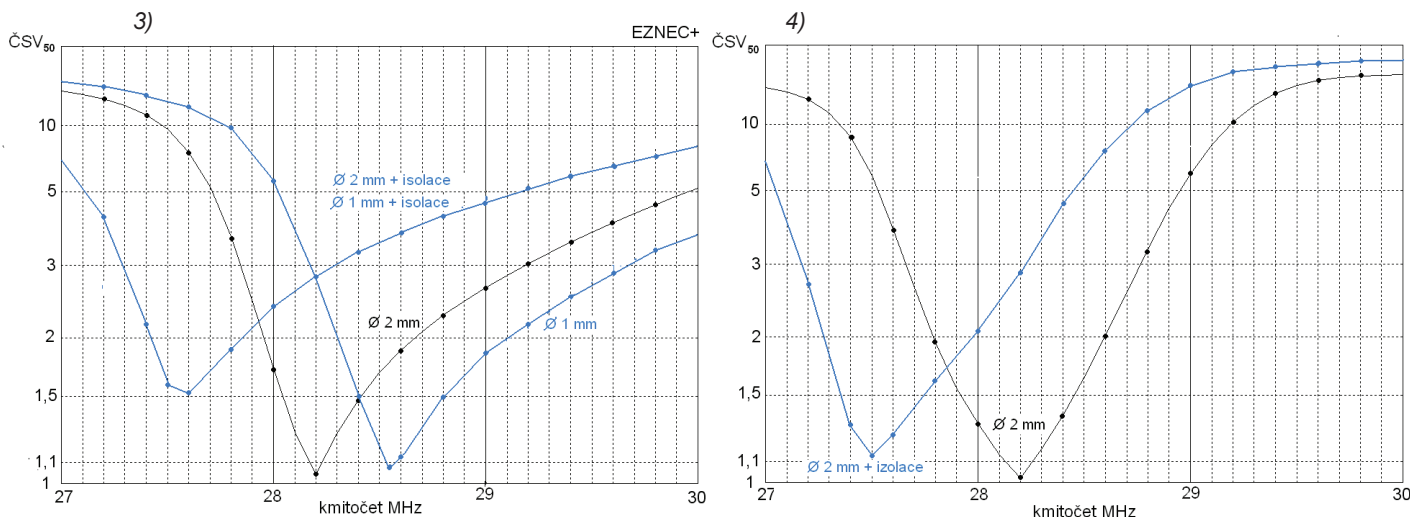
Délky platí pro holé Cu vodiče o průměru 2 mm. Použije-li se stejně dlouhých vodičů izolovaných, posune se vlivem zkrácení v dielektrické izolaci optimalizované kmitočtové pásmo směrem k nižším kmitočtům. Nejzřetelněji to ovlivní impedanci, jak ukazují křivky ČSV antény 2YD na obr. 3.

Tab. 1. Základní rozměry v mm podle obr. 1 a 2. (Označení rozměrů se také shoduje s označením v PE 12/2010.)

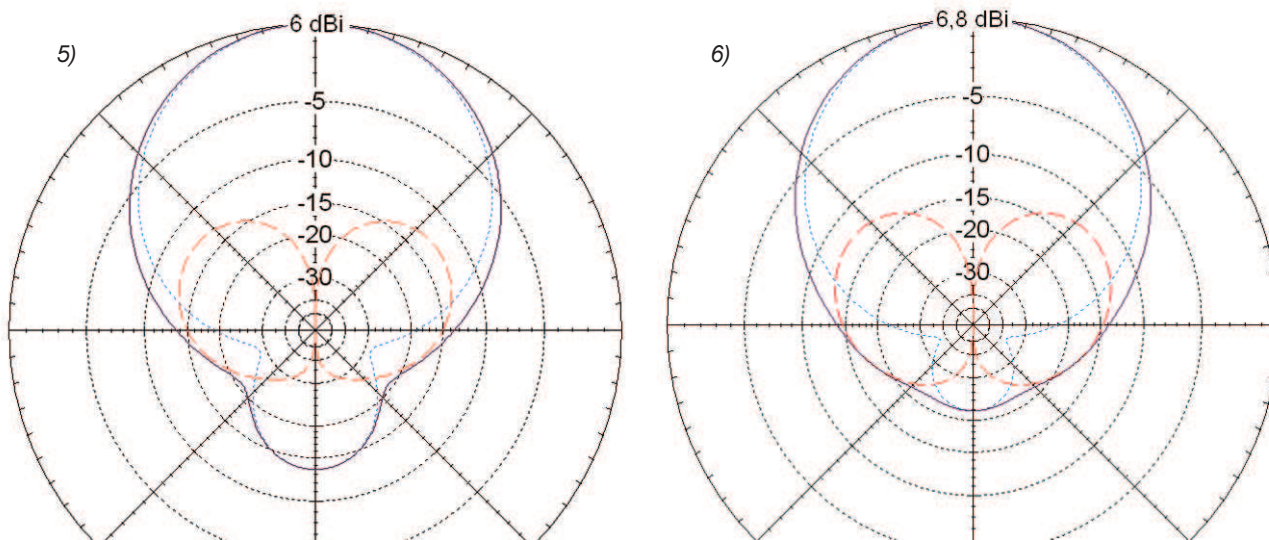
| typ | L_Z | K_Z | f | L_R | K_R | p | L_D | K_D | V |
|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 1YD | 2760 | 1820 | | | | | | | 3500 |
| 2YD | 2760 | 1695 | 1500 | 2760 | 1475 | | | | 3500 |
| 3YD | 2760 | 1730 | 1240 | 2760 | 1485 | 1730 | 2760 | 1485 | 3500 |

Tab. 2. Elektrické parametry (vpravo). (Údaje zaokrouhleny na desetiny, resp. celá čísla.)

| Typ | G [dBi] | ČZP [dB] | θ_{3E} | θ_{3H} | Z [Ω] |
|-----|---------|----------|---------------|---------------|----------------|
| 1YD | 1,4 | 0 | 90° | 360° | 100 |
| 2YD | 6,0 | 13,5 | 84° | 130° | 50 |
| 3YD | 6,8 | 22 | 79° | 110° | 50 |



Obr. 3. a 4. ČSV na svorkách antén 2YD a 3YD v pásmu 27 až 30 MHz, vztažený k impedanci 50 Ω. Zatím co u antény 3YD je křivka „symetrická“, tak u antény 2YD je zřetelný vliv „ostře“ laděného jediného pasivního prvku – reflektoru, který více ovlivňuje impedanci, resp. ČSV na nižších kmitočtech, kde je křivka strmější. Vliv průměru a izolace drátových vodičů na průběh ČSV znázorňují modré křivky



Obr. 5. a 6. Azimutální diagramy záření antén 2YD a 3YD na 28,2 MHz v podmínkách volného prostoru jsou složeny z horizontální (modré) a vertikální (červené) složky elmag. pole, kterou vyzářují vertikálně zalomené části prvků. Ty pak vyplňují minima v diagramu horizontálního pole

Budou-li např. u antény 2YD všechny zalomené 2mm vodiče pokryty 1 mm silnou PVC izolací ($\epsilon = 3,5$), posune se oblast optimálního přizpůsobení z kmitočtu 28,2 MHz na 27,6 MHz. Bude-li stejnou izolací pokryt vodič $\varnothing 1$ mm, posune se oblast optimálního přizpůsobení také na 27,6 MHz, tzn. zdánlivě stejně, ale optimální přizpůsobení antény s holým vodičem $\varnothing 1$ mm bude na kmitočtu 28,55 MHz, takže se jeho izolací rezonance posune k nižším kmitočtům o 0,95 MHz. Pak bude nutné zkrátit délky vodičů K_R , K_Z v poměru uvedených kmitočtů, tzn. 0,978x.

Použije-li se naopak holých vodičů průměru 1 mm, bude je nutné prodloužit 1,012x, protože se jeví jako „elektricky“ kratší než původně navržené dvoumilimetrové.

Z průběhu ČSV na obr. 3 lze odhadnout, jak se tyto změny projeví v přizpůsobení antény na jiných kmitočtech pásma.

Ztráty v nekvalitním PVC dielektriku nepatrně sníží zisk antény. Použitá verze výpočetního programu EZNEC však

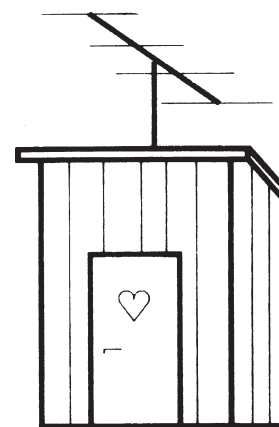
velikost těchto dielektrických ztrát vyčíslit neumí.

Neobvyklá délka $(L_Z + 2K_Z) = 0,58 \lambda$ „půlvlnného zářiče“ – zalomeného bočníkového dipólu zabezpečuje požadovanou impedanci antény – 50 Ω, bez dalších přizpůsobovacích obvodů. Žádoucí symetrizaci koaxiálního napáječe s vlnovou impedancí 50 Ω umožní jednoduchý, několikazávitový proudový elevátor, stočený z miniaturního koaxiálního kabelu, nebo („koaxiální“) napájecí kabelem, provlečeným k anténním svorkám jedním ramenem skládaného dipólu z místa jeho upevnění k anténnímu ráhnu.

Literatura

- [1] Macoun, J., OK1VR: (TV) anténa Yagi pro pásmo 28 MHz. PE 12/2010.
- [2] Macoun, J., OK1VR: (TV) anténa Yagi se zalomenými prvky. PE 01/2011.
- [3] Dodd, P., G3LDO: Wire beam antennas and the evolution of the G3LDO Double-D. RadCom 6, 7/1980.

- [4] Dodd, P., G3LDO: Further evolution of the G3LDO Double-D antenna. RadCom 4/1990.



I'm QRV around the clock!

Dekorační obrázek převzat z QSL-lístku Petera Johna, DL7YS, z Berlína

