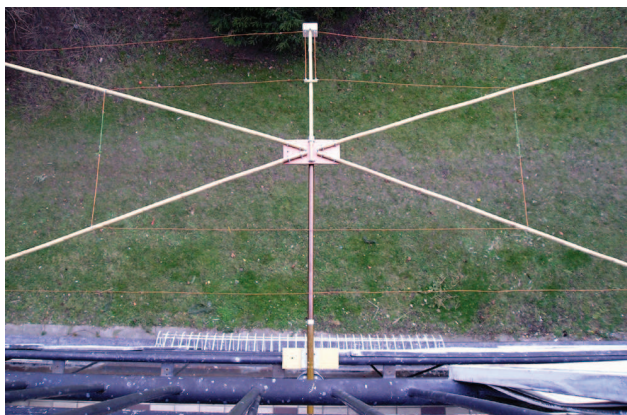


Dvoupásmová anténa Moxon prakticky

Jindra Macoun, OK1VR

Popisuje se pokusná sestava antén Moxon na pásma 28 a 50 MHz (obr. 1), kde bude možné změřit, zda se vypočtené elektrické parametry shodují se skutečnými, a ověřit, jak se tato konstrukční sestava projeví v praktickém provozu.



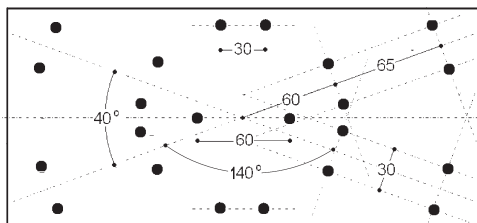
Obr. 1. Anténa Moxon v realu na balkóně (pohled shora)

- Anténou Moxon jsme se v PE-AR zabývali již čtyřikrát. Poprvé v PE-AR 3/2011, kdy jsme anténu představili jako rozměrově malou a konstrukčně jednoduchou 2prvkovou směrovou anténu (tzv. minibeam), vhodnou spíše na vyšší KV pásma. Rozměry antény se snadno určí výpočetním programem MoxGen [1].

- Relativně malé rozměry antény usnadňují její využití při DX provozu, když ji lze snadněji umístit do optimální výšky pro požadovaný dosah radiokomunikace.

- Proto jsme v druhé části, v PE-AR 10/2011 připomněli obecné poznatky o vlivu výšky antén nad zemí na jejich směrové vlastnosti, především na optimální elevační úhel.

- Ve třetí části, v PE-AR 11/2011 jsme tyto obecné poznatky mj. uplatnili při výpočtu směrových vlastností horizontálně polarizované antény Moxon v pásmu 28 MHz, umístěné v různých výškách nad dokonalou a reálnou zemí. Zjištěné údaje jsme znázornili tabulkovou i grafickou formou, takže jsou využitelné i pro jiné typy horizontálně polarizovaných antén.



Obr. 3. Středová deska 300 x 135 x 8 mm (otvory \varnothing 6,2 mm pro deset U-svorníků s roztečí 30 mm a pro stožárovou příchytku s roztečí 60 mm) je nakreslena v poměrném měřítku. Rozvrtání desky je symetrické podle vodorovné a svislé osy středové desky. Osy nosných ráhén upevněných U-svorníky svírají úhly 2x 40° a 2x 140°

- Ve čtvrté části, v PE-AR 1/2012 jsme se pokusili navrhnout dvojici antén Moxon pro pásma 28 a 50 MHz na společné nosné konstrukci, napájenou společným napájecím.

- Tato část by měla být inspirací k praktické realizaci antény pro ověření některých parametrů a praktických provozních poznatků.

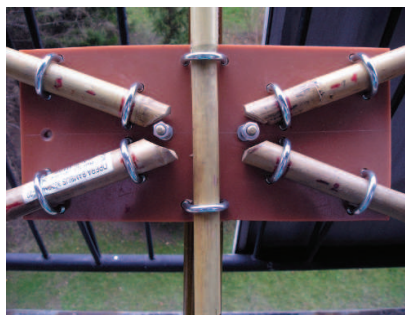
Rozměry popisované nosné konstrukce vycházejí z rozměrové tab. 1.

Anténní sestava

Základním stavebním prvkem sestavy je středová deska (kovová nebo izolační, viz obr. 3 a 4), ke které jsou pomocí U-svorníků upevněna čtyři paprskovitě orientovaná izolační ráhna a pomocné izolační ráhno s ochranným krytem anténních svorek. Na spodní straně desky je upevněna stožárová příchytky.

Pro snadnou dostupnost se při pokusné konstrukci použila poměrně levná bambusová ráhna (\varnothing 18 až 22 mm). Namísto původně plánovaného Cu vodiče \varnothing 2 mm byl použit lakovaný Cu vodič \varnothing 1 mm.

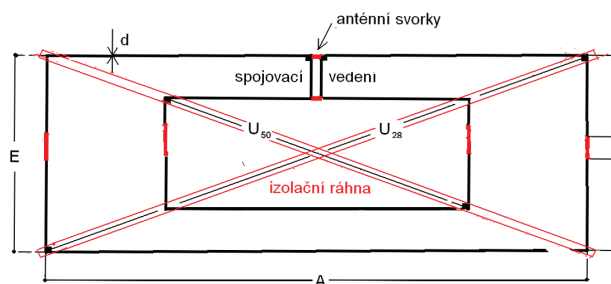
Do ráhén, upevněných ke středové desce, jsou v místech zalomení dráto-



Obr. 4. Střed sestavené antény

Rozměr	28,2 MHz		50,1 MHz	
A	3866	3866	2170	2170
B	578	578	318	170
C	110	110	70	224
D	724	724	408	402
E	1412	1412	796	796
U_{28}	4114	4114		
U_{50}			2312	2312
$\varnothing d$	2		2	

Tab. 1. Původní rozměry single antén (vlevo) a jejich opravené hodnoty na společné konstrukci (vpravo) jsou zakroužleny na 2 mm. U antény pro 28,2 MHz se původní rozměry nemění



Obr. 2. Schéma dvoupásmové antény Moxon s rozměry podle tab. 1. Červeně jsou znázorněny tyto izolační části: spojovací/napájecí prvky mezi zalomenými konci zářičů a reflektorů; distanční rozpěrky symetrického spojovacího vedení; izolační nosná ráhna. Z rozměrů A, E, U_{28} a U_{50} lze navrhnout nosnou konstrukci antény

vých anténních prvků, tzn. na koncích úhlopříčných roztečí U_{28} a U_{50} provlečeny šrouby, zajištěné matkami M4.

Na přesahující části šroubů se při konečném sestavování antény navlečou a zajistí další matkou M4 kabelová oka, připájená na konce přímých a zalomených úseků anténních prvků (obr. 5).

Každý anténní prvek je tedy sestaven ze tří nebo čtyř (napájený prvek) samostatných drátových vodičů, jejichž délky (včetně připájených kabelových ok) se shodují s rozměry A, B a D na každém z obou pásem. Rozměr A přímé části napájeného dipólového zářiče zahrnuje rozteč anténních svorek, kde je zářič přerušen izolátorem, připevněným k pomocnému ráhnu. Zářič 28MHz pásma je přerušen ochranným plastovým krytem anténních svorek z TV antén. Rozteč anténních svorek, resp. rozteč spojovacího vedení je 50 až 60 mm. Jeho délka je dána rozměry E_{28} , E_{50} a činí 308 mm.

Volné konce (k sobě) zalomených úseků B a D jsou ukončeny drátovými oky, kterými se nakonec provleče izolační napájecí lanko úseku C.

Postup práce

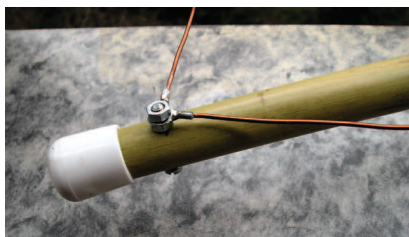
Nejprve se na spodní stranu rozvrtané středové desky (obr. 3) připevní stožárová příchytky a na horní stranu izolační ráhna, do kterých se podle roztečí U_{28} a U_{50} , tzn. v místech zalomení anténních prvků, vyvrtají otvory pro upevňovací šrouby se zajišťovacími matkami M4, a to kolmo k rovině antény. Při instalaci drátových anténních prvků se nejprve mezi ráhna svírající úhel 140° upevní kabelovými oky oba shodné úseky přímé části zářiče a reflektorů (rozměr A). Jejich koncová kabelová (pájecí) oka se navléknou na vyčnívající šrouby M4 zároveň s kabelovými oky na koncích zalomených úseků



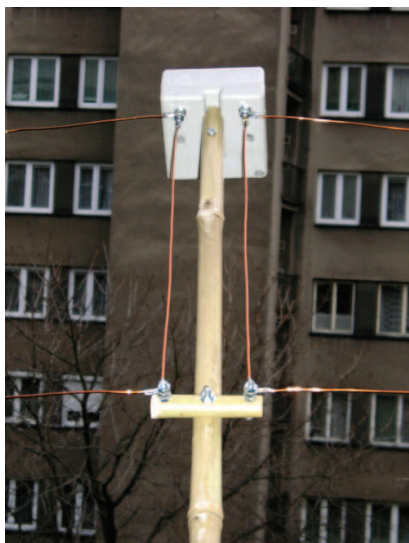
a dobře zajistí maticemi M4. Vytvarovanými drátovými oky na volných koncích zalomených úseků se provléknou stahovací izolační pásky (provázky), kterými se celá anténa „vypne“ do konečného tvaru.

Zvolené uspořádání zabezpečuje geometrii celé sestavy podle vypočtených (a co nejpřesněji realizovaných) rozměrů A, B, D, E a zároveň usnadňuje eventuální korekce délek zalomených prvků, které ovlivňují směrové i impedanční vlastnosti antény.

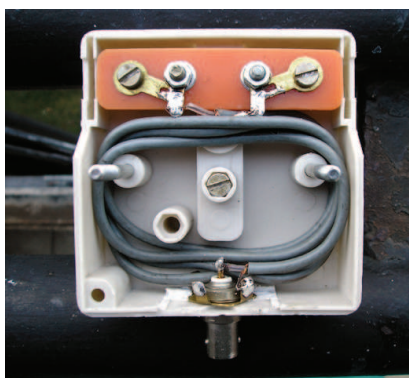
Užitečnou pomůckou pro nastavení přesné délky jednotlivých úseků je dřevěná lať, do které jsou ve vzdálenostech, shodných s délkami jednotlivých úseků, zavrtány šrouby M4. Postupně se na ně navléknou kabelová oka s provlečenými a poněkud prodlouženými vodiči, které se v napnutém stavu k okům připájejí, a pak se přechýlající konce odštípnou.



Obr. 5. Detail spojení drátových úseků v místech zalomení



Obr. 6. Symetrické spojovací vedení upevněné na podpůrném ráhnu s ochranným krytem anténních svorek



Obr. 7. Proudový balun z koaxiálního kabelu v ochranném krytu anténních svorek

Pro trvalou instalaci antény ve venkovním prostředí bude možná výhodnější použít nedělených drátových prvků, které se v místech zalomení jen obtočí kolem šroubů, popř. provlečou očky, zavrtanými do izolačních ráhén, pokrytých vhodným ochranným nátěrem.

Nicméně výše popsaná „stavebnicová sestava“ je ověřenou alternativou, kterou lze na těchto pásmech realizovat v amatérských podmínkách „na kolenech.“ Usnadňuje také sestavení i rozebrání antény při portablovém vysílání. Další konstrukční varianty se najdou na desítkách webových stránek antény Moxon z celého světa.

Ověření elektrických parametrů

Program MoxGen [1] vygeneruje jen základní rozměry (A, B, C, D a E), nezbytné ke zhotovení antény ze zvolených vodičů (\varnothing drátů, tyčí, trubek) na daném kmitočtu (pásmu), tam pak má anténa optimální směrové a impedanční vlastnosti. U antény Moxgen je to minimální ČSV a vysoký činitel zpětného záření.

Teprve následná simulace antény některým z dostupných modelačních anténních programů (MMANA, 4NEC2, EZNEC) vygeneruje na daných kmitočtech její elektrické parametry v číselné a/nebo grafické podobě.

Zkušenosti ukazují, že se takto vypočtené elektrické parametry velmi dobře shodují s parametry skutečné antény, podaří-li se ji realizovat shodně s anténou simulovanou. Neshodné výsledky jsou obvykle způsobeny nevhodným měřicím postupem, nepřesností měřicích přístrojů v daném kmitočtovém rozsahu nebo její špatným uspořádáním.

Některé parametry však nelze na skutečné anténě prakticky vůbec změřit. Platí to zejména pro směrové vlastnosti antén na nižších KV pásmech instalovaných nad zemí.

Přesnější výsledků se dosahuje při měření směrových vlastností otočných směrovek na pásmech KV, jsou-li při měření splněny podmínky srovnatelné s podmínkami v bezodrazovém prostředí profesionálního anténního pracoviště [2], tj. ve volném rovinném terénu bez budov a porostů.

Příznivější jsou podmínky u měření vlastností napájecích, tzn. přizpůsobení antény. Nároky na měřicí prostor tam nejsou nespílitelné, a to ani v amatérských podmínkách.

Využilo se jich při kontrole přizpůsobení popisované antény Moxon.

Jak ukazují snímky (obr. 1), byla anténa upevněna jen 40 cm před kovovým zábradlím panelákové lodžie. Průběh i naměřené hodnoty ČSV se prakticky shodují s vypočtenými (viz PE-AR 3/2011, s. 31, obr. 3) i při relativně malé vzdálenosti kovové tyče zábradlí od shodně orientovaných anténních prvků. Prakticky se tím potvrzuje působení účinného anténního reflektoru antény Moxon, který vliv shodně polarizovaného, tzn. rovnoběžného zábradlí eliminuje. Potvrdilo se to při svislé orientaci antény. Přizpůsobení se nezměnilo, i když se tím vliv rovnoběžného zábradlí odstranil.

Anténu Moxon, upevněnou výše zmíněným způsobem na zábradlí panelákové lodžie, lze využít i při praktickém provozu,



Obr. 8. Pohled na sestavenou anténu Moxon, upevněnou na zábradlí panelákové lodžie, před vysunutím do definitivní polohy

nejsou-li obvyklému umístění na otočném střešním stožáru nakloněny „místní okolnosti“. Půjde sice jen o jednosměrné vysílání, ale vzhledem k relativně značným výškám paneláků a tím i nízkým elevačním úhlům záření nicméně výhodné pro DX provoz, bude-li anténa směřovat do volného nebo v nejbližším okolí nezastavěného prostoru. Zároveň je možné experimentovat s polarizací antény, upevněné na vodorovném a snadno otočném stožáru na zábradlí balkónu/lodžie.

Při měření ČSV se použilo anténního analyzátoru MFJ-249B na konci 5 m dlouhého koaxiálního kabelu RG 58, spojeného s konektorem na ochranném krytu.

Pro potlačení povrchových proudů na koaxiálním napájecí je uvnitř krytu, mezi anténními svorkami a výstupním konektorem zapojen proudový balun z 85 cm dlouhého miniaturního (\varnothing 3 mm) koaxiálního kabelu 50 Ω , stočeného do 4,5závitové cívky (obr. 7) s indukční reaktancí +j450 Ω na pásmu 28 MHz a > +j650 Ω na pásmu 50 MHz a vlastní rezonanci na 53 MHz.

Impedance, naměřené na konci koaxiálního kabelu, se po přepočtu přes **elektrické délky** napájecího kabelu (752 cm) plus balunu (128 cm) prakticky shodují s vypočtenými na svorkách antény.

Seznam součástek

- Středová deska ~135 x 300 x 10 mm z izolačního materiálu (novodur, texgumoid), popř. dural 4 až 5 mm;
- bambusové tyče \varnothing 16 – 22 mm (koupěno v OBI jako bambusová podpora \varnothing 20 – 22 mm x 300 cm, a 35 Kč) – 4 ks;
- U-svorníky M6 s matkami – 10 ks;
- šrouby M4 x 25 mm, matky, podložky;
- kabelová (pájecí) očka \varnothing 4 mm;
- Cu vodič holý nebo lakovaný, \varnothing 1 – 2 mm, celkem 10 m;
- izolační stahovací pásky mezi konce zalomených prvků;
- ochranný kryt (TV) anténních svorek;
- stožárová (TV) přichytka;
- plastové zátky na konce ráhén.

Literatura

- [1] <http://www.qsl.net/ac6la/moxgen.html>
 [2] Procházková, M.: Antény, encyklopedická příručka. 3. rozšířené vydání. BEN-technická literatura, Praha 2005, s. 218 až 227 – Měření elektrických parametrů antén (tuto kapitolu obsahuje i 1. vydání).

