

# Elektrotechnické měření (8)

JAN BOCEK, OK2BNG ([jan.bocek@vitkovice.cz](mailto:jan.bocek@vitkovice.cz))  
ING. TOMÁŠ KLIMČÍK, SWL ([tomas.klimcik@vitkovice.cz](mailto:tomas.klimcik@vitkovice.cz))

Mezi mnohé úvahy každého radioamatéra patří i tyto: „Je anténa, kterou mám, skutečně tak dobrá jak si myslím nebo jak se všeobecně tvrdí? Nemohla by být o něco lepší? Anebo si pořídit novou? A jak - koupit nebo udělat?“ Odpovědět si na výše uvedené otázky je vždy těžké. Pomocí za určitých okolností může vhodně zacílené měření. A o takové se dnes pokusíme.

## Měření elektrických vlastností antény HX-B

Měřil: Jan Bocek  
Datum: 17.5.2001

### Proměřovaná anténa:

Pro ověření vlastností jsme si vybrali anténu 2xW zvanou HEXBEAM pro pásmo 28 MHz. Tento typ byl vybrán záměrně. Důvodem bylo nejen to, že se o něm v poslední době hodně mluví, ale také naše zvědavost.

### Cíl:

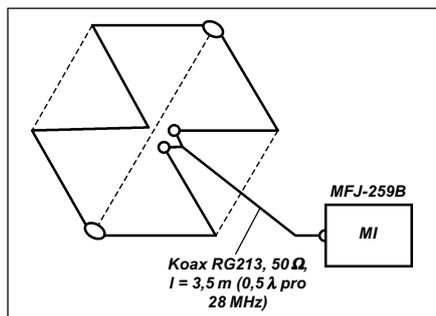
Proměřením některých hodnot získat podklady pro posouzení užitných vlastností výše uvedené antény.

### Použité přístroje:

1. HF analyzátor MFJ-259B pro měření rezistance, reaktance, impedance, fáze, SWR a kmitočtu.
2. Osobní počítač se standardním tabulkovým procesorem MS Excel.
3. Transceiver IC-730
4. SWR-meter SX-100

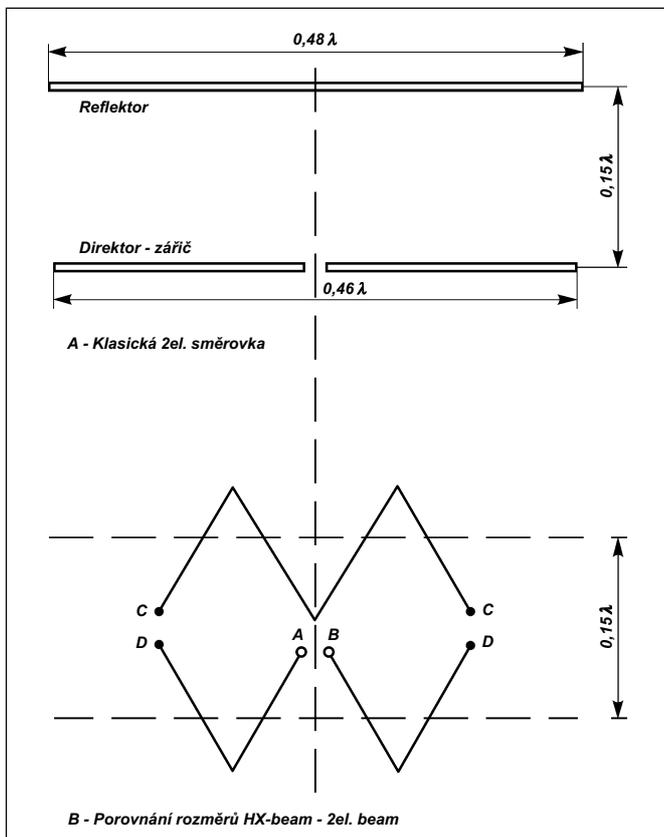
### Postup

Nejdříve nás asi zaujmou mechanické rozměry. Pro názornost je v obr. 1 uvedeno porov-



Obr. 2 - Měření na anténě HEX-BEAM.

Tab. 1 - Naměřené elektrické hodnoty antény HX-B			
Kmitočet $f$ [MHz]	Rezistance $R$ [ $\Omega$ ]	Reaktance $X$ [ $\Omega$ ]	Impedance $Z$ [ $\Omega$ ]
27,5	9	13	16
27,9	11	19	23
28,0	20	32	38
28,2	31	40	50
28,4	45	45	64
28,6	54	47	72
28,8	60	50	80
29,0	66	58	90



Obr. 1 - Dvouelementová směrovka a HX-beam.

nání s klasickou dvouelementovou směrovkou.

Pro veškeré další úvahy se neobejdeme bez znalosti impedance antény včetně její reálné a jalové složky. Proto k anténě připojíme HF analyzátor MFJ-259B pomocí koaxiálního kabelu 50  $\Omega$  o délce 0,5  $\lambda$  (pro uvažovaný kmito-

čet 28,5 MHz je to 3,5 m) - viz obr. 2. Jen tak zaručíme, že budeme měřit pouze anténu. Proměříme R, X a Z pro kmitočty od 27,5 do 29 MHz a vše zapišeme do tabulky 1. Podíváme-li se pozorněji na naměřené hodnoty, zjistíme, že ačkoliv v oblasti kolem 28 MHz vychází impedance blízká 50  $\Omega$ , není dosaženo optimálního stavu, protože obsahuje vysokou jalovou složku. A jak z předchozích měření víme, potřebujeme, aby anténa měla pouze ohmickou složku rovnou impedanci koaxiálního kabelu. Proto je vhodné jalovou složku impedance X

vykompenzovat a provést impedanční transformaci.

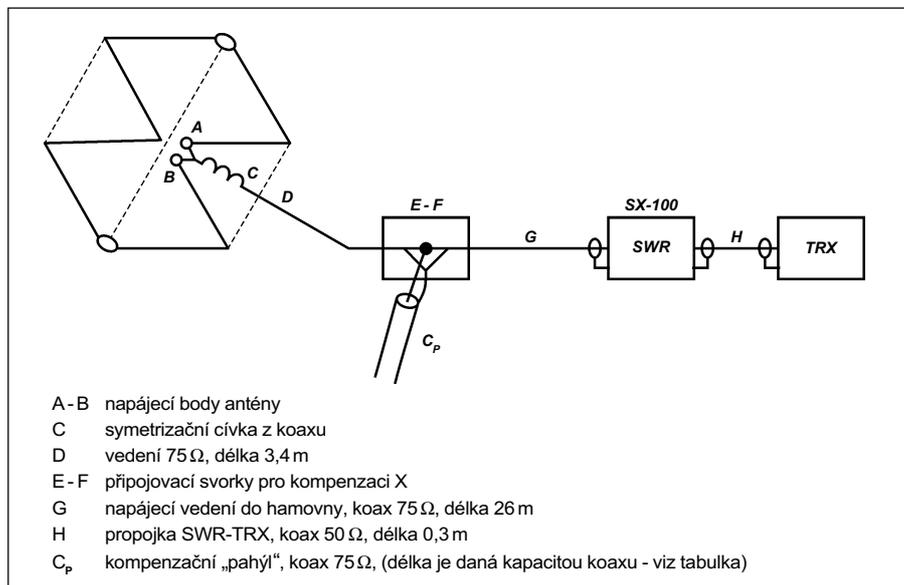
Vycházet budeme z názorného schématu na obr. 3. Pro vlastní kompenzaci v místě svorek E-F je možné použít několik způsobů realizace - pomocí sériové kapacity či indukčnosti nebo paralelní kapacity či indukčnosti. Na obr. 4 je naznačena i možnost použití kousků koaxiálních kabelů pro paralelní kompenzaci. V zájmu jednoduchosti jsme použili paralelní kompenzační kapacitu z otevřeného kousku koaxu. Její hodnotu jsme zjistili pomocí nám již z dřívějšíka známého programu *Lineimp.xls* (dostupný na [www.radioamater.cz](http://www.radioamater.cz)). Výpočty jsme provedli pro několik variant jak pro koax o impedanci 75  $\Omega$ , tak i pro 50  $\Omega$  a jsou v tabulkách 2 a 3. Tučně jsou hodnoty použité při realizaci.

O nezbytnosti přizpůsobit další části vedení (G, H na obr.3) snad s ohledem na předchozí díly této rubriky netřeba diskutovat.

Na závěr v zapojení pro provoz proměříme v uvažovaném kmitočtovém rozsahu SWR. V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty pro stav bez kompenzace (SWR1), a pro obě tučně zvýrazněné varianty z tabulek 2 a 3 (SWR2 a 3). Vše je graficky znázorněno na obr. 5.

## Závěr

Cílem měření bylo získání části podkladů pro jakési vyhodnocení dané antény. V oblasti exaktních hodnot jsme výše popsaným způso-



Obr. 3 - Zapojení antény HEX-BEAM v provozu.

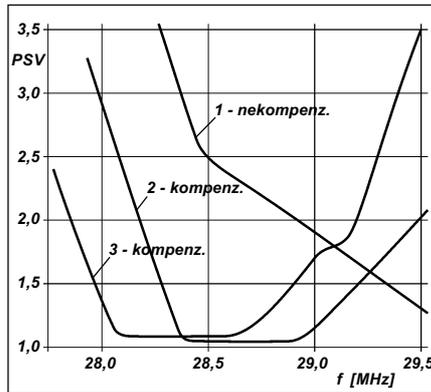
- A - B napájecí body antény
- C symetizační cívka z koaxu
- D vedení 75  $\Omega$ , délka 3,4 m
- E - F připojovací svorky pro kompenzaci X
- G napájecí vedení do hamovny, koax 75  $\Omega$ , délka 26 m
- H propojka SWR-TRX, koax 50  $\Omega$ , délka 0,3 m
- C<sub>p</sub> kompenzační „pahýl“, koax 75  $\Omega$ , (délka je daná kapacitou koaxu - viz tabulka)

Tab. 2 - Hodnoty kompenzačních prvků pro napájecí kabel 75Ω			
$R_L$ na anténě = 45Ω		$Z_0$ napáječe = 75Ω	
$X_L$ na anténě = 45Ω		$Z_{trx}$ = 50Ω	
Kompenzace v místě vedení:			
1.	0,054λ (0,4m)	$R_S = 76,1$ $X_S = 70,3$	$C_S = 79$ pF $L_S = 0,39$ μH
2.	0,234λ (1,625m)	$R_S = 74,7$ $X_S = -69,7$	$L_S = 0,39$ μH $C_S = 80$ pF
3.	0,302λ (2,10m)	$R_p = 75,5$ $X_p = -80,8$	$C_p = 69$ pF $L_p = 0,45$ μH
4.	<b>0,484λ (3,36m)</b>	<b><math>R_p = 75,2</math></b> <b><math>X_p = 80,7</math></b>	<b><math>L_p = 0,45</math> μH</b> <b><math>C_p = 69</math> pF</b>

Tab. 3 - Hodnoty kompenzačních prvků pro napájecí kabel 50Ω			
$R_L$ na anténě = 45Ω		$Z_0$ napáječe = 50Ω	
$X_L$ na anténě = 45Ω		$Z_{trx}$ = 50Ω	
Kompenzace v místě vedení:			
1.	0,188λ (1,3m)	$R_S = 50,2$ $X_S = -47,2$	$C_S = 117$ pF $L_S = 0,27$ μH
2.	0,509λ (3,53m)	$R_S = 50,2$ $X_S = 47,8$	$L_S = 0,27$ μH $C_S = 116$ pF
3.	0,258λ (1,78m)	$R_p = 50,7$ $X_p = -52,8$	$C_p = 106$ pF $L_p = 0,29$ μH
4.	0,439λ (3,1m)	$R_p = 50,7$ $X_p = 52,7$	$L_p = 0,29$ μH $C_p = 106$ pF

berm obdrželi průběhy v obr. 5. Jsou pěkným důkazem elektrické „ovladatelnosti“ antény - tj. že se dá zařídit, aby se do éteru dostalo maximum energie z transceiveru. Pokud by se použil pro kompenzaci otočný kondenzátor, lze zajistit kvalitní SWR pro jakýkoliv kmitočt daného pásma.

Hodnotit však musíme i méně exaktně. Platí zásada, že anténu je vždy třeba posuzovat vůči jiné anténě, přičemž nezanedbatelnou roli hrají i ostatní podmínky (shodnost umístění a výška obou, okamžité podmínky šíření atd.). Lze uplatnit i jiné technicko-ekonomické pohledy. My jsme se pokusili o porovnání s tříprvkovou a dvojprvkovou směrovkou a shrnutí našeho pozorování najdete v tabulce 5.



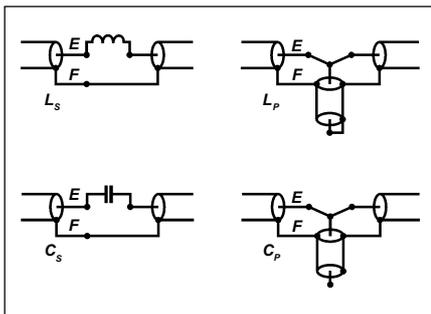
Obr. 5 - Průběh PSV u antény HEX-BEAM.

A co říci úplně na závěr? Měřením se potvrdily dobré elektrické vlastnosti posuzované antény HX-B. Vzhledem k jednoduchosti její konstrukce byly až překvapivé. A pokud opravdu hledáme odpovědi na otázky v úvodu tohoto článku, bude na nás určitě působit „přítulně“ i malá prostorová náročnost.

A až manželka zjistí, že se na ni dá všesť prádlo...

#### Použitá literatura:

- [1] Štefan Horecký, OM3JW: Ostrov Bouvet; Rádiožurnál 1/01, str. 26
- [2] Ostrov Bouvet; Radioamatér 2/01, str. 29
- [3] <http://www.qsl.net/wd4ngb/3y0.htm>
- [4] Imrich Ikrényi: Amatérské krátkovlnné antény
- [5] Jan Bocek, OK2BNG: Stavební návody - anténa HX-B



Obr. 4 - Způsoby kompenzace v místě E - F.

Tab. 4 - Závislost SWR na kmitočtu u antény HX-B			
f [MHz]	SWR 1	SWR 2	SWR 3
27,9	10	10	1,7
28,0	8	3	1,3
28,1	7	2,5	1,1
28,2	4	1,7	1,1
28,3	3,5	1,3	1,1
28,4	3,0	1,1	1,1
28,5	2,5	1,1	1,1
28,6	2,4	1,1	1,1
28,7	2,3	1,1	1,2
28,8	2,2	1,1	1,3
28,9	2,0	1,1	1,5
29,0	1,8	1,2	1,7
29,1	1,7	1,3	1,8
29,2	1,6	1,5	2,0
29,3	1,5	1,7	2,5
29,4	1,4	1,8	3,0
29,5	1,3	2,0	3,5

SWR 1 - kabel 75Ω libovolné délky připojený na svorky A - B  
 SWR 2 - kabel 75Ω o délce D s kompenzací  $C_p = 70$  pF  
 SWR 3 - kabel 75Ω o délce D s kompenzací  $C_p = 100$  pF

Tab. 5 - Shrnutí a porovnání užitečných vlastností			
Parametr	3el. beam	2el. beam	HX-beam
Jednoduchost konstrukce	skládačka	relativní	jednodušší
Časová náročnost realizace	malá	větší	menší
Finanční náklady na realizaci	10 000 Kč	6 000 Kč	1 000 Kč
Nastavení a seřízení	žádné	pracné	jednoduché
Hmotnost	14,5 kg - 125 %	100 %	30 %
Poloměr otáčení	100 %	100 %	60 %
Nároky na rotátor	100 %	100 %	25 %
Odolnost proti větru	dobrá	dobrá	lepší
Vstupní impedance	50Ω	20Ω	50Ω
Průběh impedance	dobrý	dobrý	lepší
Transformace impedance	není nutná	nutná	není nutná
Kompenzace reaktance	není nutná	nutná	nutná
Předozadní poměr	> 20 dB	13 dB	až 20 dB
Zisk v horizontální rovině vyzařování (azimut)	6 - 7 dBd	3 - 4 dBd	3 - 4 dBd
Vertikální vyzařování pod nízkým úhlem (elevation)	slušné	dobré	lepší
Vlastnosti antény při příjmu (subjektivně posuzováno)	velmi dobré	dobré	dobré
Vlastnosti antény při vysílání (subjektivně posuzováno)	velmi dobré	dobré	dobré

## Hexbeam - nový typ smerovej antény na KV

Anténu uviedla na trh americká firma TRAFIC TECHNOLOGY a informácie nájdete na ich web stránke <http://www.hexbeam.com>. Ide o modifikáciu dvojprvkovej antény X-beam. Anténa je jednodu- chá, viacpásmová a ľahko zmontovateľná.

Hoci je hexbeam na trhu len krátku dobu, používali ho už expedičné stanice 3Y0C, FO0MAC, KA4IST/ KH5. Pre jeho malú hmotnosť sa dá uchytit' aj na ľahký stožiar s lepším TV rotátorom. Hmotnosť jed- nopásmovej antény na 20 m je asi 3,5 kg. Pre verziu 20-17-15-12-10 m je základom antény šesť sklola- minátových palíc, dlhých asi 3 metre, ktoré sú upevnené pomocou stredového držiaka na nosnú rúrku. Prvky antény sú z holého medeného drôtu a na sklolaminátové palice sú prichytené pomocou umelohmot- ných prichytiek. Anténa je napájaná koaxiálnym káblom 50Ω.

Technické údaje výrobcu		
Anténa pre pásma:	10 - 12 - 15 - 17 - 20 m	40 - 30 m
Vstupná impedancia	50Ω	50Ω
Minimálne PSV	1:1,5	1:1,5
Šírka pásma pre PSV 1:2	3 %	3 %
Zisk antény	4,7 dBd	4,7 dBd
Predozadní pomer F/B	30 - 10 dB	> 20 dB
Hmotnosť antény	asi 8,5 kg	asi 20 kg
Polomer otáčania	asi 2,9 m	asi 5,8 m