

O vícepásmových anténách (6)

Anténa G5RV

Jindra Macoun, OK1VR

Čtenářské ohlasy k tématu „vícepásmové antény“ připomínají další antény, deklarované jako vícepásmové (G5RV, W5GI apod.), které by měly být také zmíněny. Nejsou sice tak populární jako anténa WINDOM, ale stále se používají, i když dnešní kritéria vícepásmovosti nesplňují a nahrazují je pokročilejší systémy. Nicméně mnohé nové zájemce o amatérské vysílání stále láká jejich snadné a hlavně nenákladné zhotovení. Snad tedy nejen oni najdou užitečné informace v dnešní části, věnované anténě G5RV.

Něco z historie

Autor antény, Louis Varney, G5RV od roku 1928, experimentoval s touto anténou ve 40. letech. Svě poznatky zveřejnil až v roce 1958 v časopise britské radioamatérské organizace – RSGB Bulletinu [1].

Podobná anténa byla v USA nabízena jako kit již v roce 1935. Navrhli ji L. M. Craft a A. Collins, W9CCX, z firmy Collins Radio Company [2]. Tehdy se však údajně pro vysokou cenu a složité sestavování neujala.

V článku nazvaném „G5RV Multiband Antenna Up-to-date“, upozornil L. Varney v roce 1984 [2] na využití antény i na nových WARC pásmech. Volný překlad článku se krátce poté objevil i na stránkách AR [4] jako „G5RV stále moderní“.

Obecně je těmto a podobným, z dnešního pohledu již historickým článkům, společná naprostá absence číselných údajů, které by konkrétněji charakterizovaly elektrické vlastnosti antény. Do jisté míry je to pochopitelné a omluvitelné s přihlédnutím ke znalostem i možnostem, se kterými amatérští nadšenci tehdy disponovali. Vznikly tak mnohé mýty a nepravdy, které dodnes přežívají, mimo jiné i proto, že jsou opakovaně publikovány. Do jisté míry to platí i o anténě G5RV.

Rozvoj výpočetní techniky a související dostupnost modelačních (simulačních) anténařských programů přispívá od počátku 90. let k objektivnějšímu posuzování antén i k revizi původních údajů o anténách historických, jakou je i anténa G5RV. Najde-

me je v literatuře [5, 6, 7, 8] i na internetu [9].

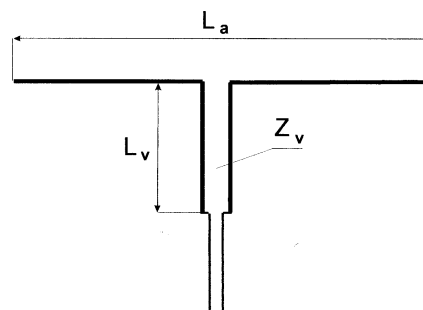
Podobně jako anténa WINDOM vznikala G5RV v době, kdy se vysílalo pouze na klasických amatérských a zároveň harmonických pásmech 1,8 – 3,5 – 7 – 14 – 28 MHz. Tehdy byl jediným kritériem vícepásmovosti požadavek, aby vlastní anténa spolu s běžně používaným vysokoimpedančním symetrickým laděným napájecím byla na těchto pásmech v rezonanci bez dalších dolaďovacích obvodů. Původní anténa G5RV splňuje toto rezonanční kritérium jen na jednom amatérském KV pásmu – na 14 MHz.

Anténou G5RV není jen vlastní zářič – dipól 1,5 λ dlouhý. Její nedílnou funkční částí je půlplnné symetrické vedení s vlnovou impedancí 400 až 600 Ω.

Právě tento úsek symetrického vedení totiž upravuje impedanci antény na dalších pásmech a vytváří tam poněkud příznivější impedanční podmínky pro její napájení běžným koaxiálním napájecím. I když za pomoci anténního přizpůsobovacího obvodu (ATU – Antenna Tuning Unit) na výstupu vysílače. Jeho nezbytné použití autor antény vždy zdůrazňoval.

Napájecí vlastnosti

Rozdílně od ostatních typů jednoduchých „vícepásmových“ drátových antén je G5RV navržena tak, aby v pásmu 20 m pracovala jako horizontální rezonanční dipól 1,5 λ dlouhý (tj. 3x 1/2 λ), který má v místě napájení, tj. uprostřed antény,



Obr. 1. Schéma antény G5RV. $L_a = 1,5 \lambda$, $L_v = 0,5 \lambda$, $Z_v = 470 \Omega$

nízkou vstupní impedancí. Připojené symetrické vedení (L_v) pak jako půlplnné transformuje v pásmu 20 m tuto nízkou vstupní impedanci antény v poměru 1:1, tj. beze změny, na výstup, kam již může být připojen běžný koaxiální napáječ, který by měl mít vlnovou impedanci 75 Ω. Na kmitočtu 14,15 MHz, pro který byla anténa navržena, je $\text{ČSV} < 2$.

Původní rozměry: $L_a = 31,1 \text{ m}$, $L_v = 10,3 \text{ m}$, \varnothing antény a vedení – 2 mm, rozteč vodičů symetrického vzdušného vedení $s = 50 \text{ mm}$, $Z_v = 470 \Omega$.

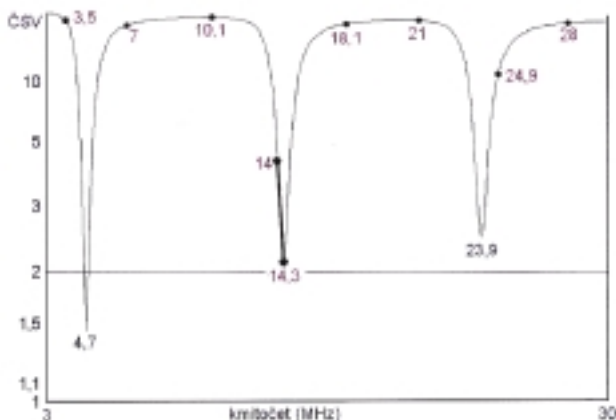
Při zachování uvedených rozměrů má být anténa použitelná i na dalších KV pásmech.

Přizpůsobení na dalších pásmech, které autor neuvádí, je možné měřit a nastavovat až na sestavené anténě. Dnes je při posuzování návrhu antény účelnější použít výpočet.

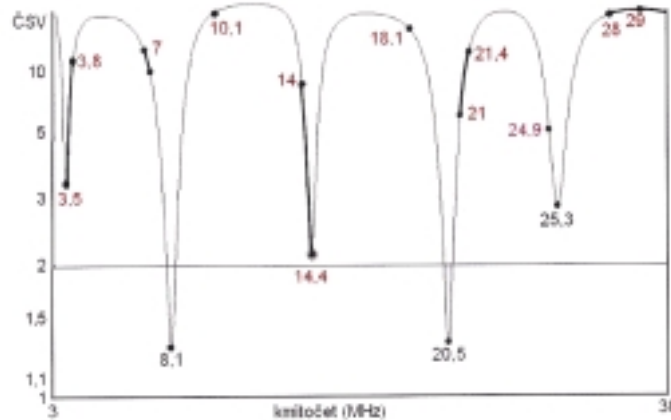
Proto jsme nejdříve vypočetli napájecí vlastnosti (přizpůsobení - ČSV) antény G5RV v původním rozměrovém uspořádání na NEC modelu programem EZ-NEC. Shodné výsledky poskytují i dostupné programy 4NEC2 a MMANA.

● Graficky vyjádřený průběh ČSV (obr. 2) na svorkách zářiče - dipólu, vykazuje kromě předpokládané rezonance v pásmu 14 MHz (přesněji na 14,3 MHz) ještě rezonance na 4,7 a 23,9 MHz, tzn. na lichých harmonických kmitočtech s maximem proudové stojaté vlny uprostřed antény, v místě napájení. Elektrická délka antény tam činí 0,5 λ a 4,5 λ.

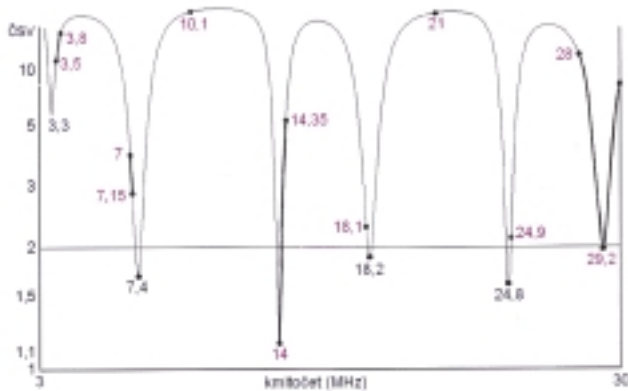
Hodnoty ČSV, vztažené na 50 Ω, se na rezonančních kmitočtech zvyšují v souladu s vyšší impedancí antény (77 Ω, 100 Ω a 120 Ω) na harmonických



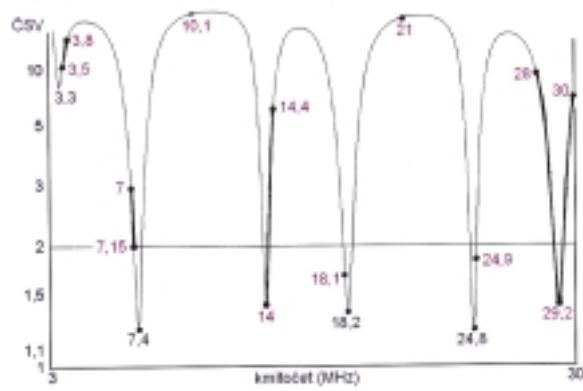
Obr. 2. Průběh $\text{ČSV}_{50\Omega}$ na svorkách zářiče - dipólu 1,5 λ v pásmu 3 až 30 MHz. Platí pro $L_a = 31,1 \text{ m}$, Cu vodič $\varnothing 2 \text{ mm}$ a výška 15 m nad reálnou zemí ($S = 0,005$, $\epsilon = 13$)



Obr. 3. Průběh $\text{ČSV}_{50\Omega}$ na svorkách symetrického vedení antény G5RV dle obr. 1 v pásmu 3 až 30 MHz. Platí pro $L_a = 31,1 \text{ m}$, $L_v = 10,3 \text{ m}$. Ostatní jako dle obr. 2



Obr. 4. Průběh ČSV_{50Ω} na svorkách symetrického vedení antény G5RV (podle obr. 1) v pásmu 3 až 30 MHz. Platí pro $L_a = 28,8$ m, $L_v = 13,2$ m. Ostatní jako dle obr. 3



Obr. 5. Průběh ČSV_{75Ω} za stejných podmínek jako na obr. 4

pásmech. Z průběhu ČSV v okolí rezonančních kmitočtů je patrná impedanční úzkopásmovost, typická pro štíhlé drátové antény.

Je zřejmé, že bez dalších úprav nelze anténu provozovat na žádném dalším amatérském KV pásmu.

Zdánlivě je to překvapivé na 28 MHz, protože tam je jak vlastní zářič ($L = 3 \lambda$), tak i symetrické vedení (1λ) v rezonanci.

Vysvětlení je jednoduché. Dipól antény G5RV je na 28 MHz dlouhý 3λ , tj. $6 \times 0,5 \lambda$, takže má uprostřed, v místě napájení napětové maximum, resp. proudové minimum a tím i maximální impedanci. V anténářské praxi se tato rezonance nazývá antirezonancí. Proto je tam maximální ČSV.

● Průběh ČSV na obr. 3 měřený na svorkách symetrického vedení platí pro původní uspořádání antény G5RV dle obr. 1. Přizpůsobení v pásmu 14 MHz se nezměnilo a vlivem symetrického vedení se ve skenovaném pásmu objevily tři rezonance (ze čtyř), které se více či méně ztotožňují s amatérskými pásmy 3,5 MHz, 24,9 MHz, 21 MHz, jejichž kmitočty lze „dopřizpůsobit“ pomocí ATU.

V původním uspořádání tedy splňuje anténa deklarovanou napájecí vícepásmovost, omezeně na polovině uvažovaných pásem. K podobnému závěru docházejí další autoři, i když jinými postupy.

● Podstatně příznivější je průběh ČSV na obr. 4, měřený za stejných podmínek, ale s poněkud jinými rozměry antény i vedení ($L_a = 28,8$ m, $L_v = 13,2$ m). Ve skenovaném pásmu je šest rezonancí a v pěti amatérských pásmech je přizpůsobení příznivé. Platí to o klasických pásmech 7 MHz, 14 MHz, 28 MHz a o WARC pásmu 18,1 MHz a 24,9 MHz. Také v tomto uspořádání bude nutné použít ATU při

přeladování v jejich širším kmitočtovém rozsahu.

Na pásmech 10,1 MHz, 21 MHz, ale také na pásmu 3,5 MHz je anténa „nepoužitelná“.

● Průběh ČSV na obr. 5 se liší od předchozího jen změnou vlnové impedance z 50 na 75 Ω, ke které se vztahuje ČSV. Napájení antény koaxiálním kabelem s vlnovou impedancí 75 Ω je také podle předpokladu příznivější.

Z uvedených průběhů je zřejmý rozhodující vliv rozměrů L_a a L_v na přizpůsobení vícepásmové antény.

Názornější vzhled do této problematiky nabízí obr. 6.

Znáznorňuje rozložení napětových stojatých vln na pásmech 3,5 – 7 – 14 – 21 a 28 MHz podél antény a symetrického vedení méně obvyklým způsobem. (Typické sinusové stojaté vlny jsou pro větší přehlednost znázorněny jako trojúhelníky, což nemá vliv na rozložení maxim a minim podél vedení, které ovlivňuje výslednou impedanci na konci vedení, tzn. v místě připojení nízkoimpedančního napáječe.)

Anténu, přesněji její zářič, zde představuje symetrické vedení $L_a/2$, které navazuje na symetrický úsek L_v . Za těchto podmínek se nemění původní rozložení stojatých napětových i proudových stojatých vln podél anténní struktury G5RV s „rozevřeným zářičem“. Na každém pásmu začíná napětovým maximem (a proudovým minimem), tedy stejně jako na konci „rozevřeného“ zářiče. Tak lze v kterémkoli místě odhadnout charakter impedance. Bude vysoká v maximu napětové stojaté vlny a nízká, tzn. vhodná pro nízkoimpedanční napájení, v minimu stojaté napětové vlny. Minimální by tedy měla být na konci vedení, a to pokud možno na několika pásmech. Ovlivní to celková délka

obou vedení, tzn. délka zářiče L_a + délka symetrického vedení L_v .

Zároveň se musí brát v úvahu transformační vlastnosti vedení L_v , které se uplatní tehdy, když se jeho délka bude blížit čtvrtlně. Tam pak může být vysoká impedance transformována na přijatelnou hodnotu díky vysoké vlnové impedanci symetrického vedení. (Tak je např. ovlivněno ČSV na 28 MHz na obr. 4 a 5.) Impedanci na jednotlivých pásmech ovlivňuje v místě napájení (na konci symetrického vedení L_v) i poměr obou délek, tzn. délky anténního zářiče (L_a) a délky symetrického vedení (L_v).

Závěrem lze konstatovat, že přijatelného přizpůsobení na uvedených pásmech (dle obr. 4) bylo dosaženo s délkou $L_v + L_a = 1,96 \lambda$ ($13,2 + 28,8 = 42$ m) na 14 MHz, tzn. při poměru $L_a : L_v = 2,18$ ($28,8 : 13,2$), takže $L_v = 0,616 \lambda$ na 14 MHz. Délka L_v platí pro vzdušné dielektrikum. Při užití dostupného „okénkového“ symetrického napáječe s impedancí 450 Ω a zkrácením 0,91 bude $L_v = 0,56 \lambda$. Uvedených hodnot je možno využít při přepočtu na jiná pásma.

(Pokračování)

Literatura

- [1] Varney, Louis, G5RV: An effective multiband aerial of simple construction. RSGB Bulletin, July 1958, s. 19 - 20.
- [2] Varney, Louis, G5RV: G5RV multiband antenna Up-to-date. Radio Communication, 1984, s. 572 - 575.
- [3] Krischke, Alois, DÚ0TR/OE8AK: Rothammels Antennenbuch. DARC Verlag, 12. vydání.
- [4] „AO“: G5RV stále moderní. Amatérské radio č. 12/1984.
- [5] Hawker, P.: Potential of the G5RV antenna. Radio Communication, May 1982, s. 412 - 413.
- [6] Austin, B., ZS6BKW: Computer-aided design of multiband dipole – based on the G5RV design. Radio Communication, August 1985, s. 614 - 617 a 624.
- [7] Orr, B., W6SAI: The G5RV antenna revisited – again. CQ, November 1992, s. 74 - 81.
- [8] Belrose, J. S.; Bouliane, P.: On center-feed multiband dipoles. Is the G5RV really an allband antenna? QST, March 1994, s. 34 - 36.
- [9] Cebik, L., B., W4RNL: www.cebik.com/wire/g5rv/html

Obr. 6. Rozložení napětových půlvln podél celé anténní struktury antény G5RV na pásmech 3,5 – 7 – 14 – 21 a 28 MHz. Vlastní zářič – dipól $1,5 \lambda$ dlouhý je znázorněn vedením polooviční délky, které navazuje na symetrické vedení L_v . Sinusové půlvlny jsou nakresleny jako trojúhelníky, což nemění původní rozložení maxim a minim, které výrazně ovlivňuje impedanci na konci symetrického vedení. Pro větší přehlednost není zakresleno rozložení na WARC pásmech, které lze snadno interpolovat mezi pásma zakreslená

