

# Začínáme s EME (4)

ZDENĚK SAMEK, OK1DFC

Omlouvám se za výpadek v minulém čísle a doufám, že dnešní pokračování „ukojí“ zvědavost mnohých z vás, kteří mi mejlují a volají, jak to bude dál a co „s těma hroznejma hráběma, který sou k tý srandě potřeba“. Dnes bychom si měli říci něco o jednom z nejdůležitějších článků řetězce EME zařízení, a to o anténě. Není cílem zde popsat některou z antén, ale spíše se globálně porozhlédnout po tom, co se dá použít. Zájemci si prameny technických podkladů jistě najdou.

Při čtení tohoto článku možná získáte pocit, že vše je marné. Budete mít pocit, že jedno plus na jedné straně ihned maže mínus na druhé straně. Tyto pocity mělo již mnoho nadšenců, kteří tomuto provozu propadli před vámi. Vše je však dáno mírou péle a snažení dosáhnout maxima s minimem vynaložených prostředků, protože extrémní záležitosti jsou zde vykoupeny extrémními náklady. Doufám, že vás tato slova neodradila a pustíte se dál do čtení.

## Požadavky na anténní systém pro EME

Vzhledem k tomu, že útlum na trase ze Země na Měsíc a zpět je obrovský, jsou na anténní systém pro EME kladeny vysoké požadavky. Protože na vysílací straně jsme limitováni rozumně dosažitelným výkonem, jediným řešením je zvyšovat zisk na straně antény. Právě zde platí, že anténa je nejlepší zesilovač, a čím rozsáhlejší anténní systém jsme schopni vybudovat, tím lépe. Ne každý samozřejmě postaví 38-metrové monstrum, které používala expedice OX2K, ale parabola do 10 m je realizovatelná.

## Parabolu nebo Yaginy?

Velikost a zisk anténního systému je samozřejmě dán kmitočtem, kde chceme anténu provozovat. Z mnoha praktických i teoretických důvodů je od kmitočtu 220 MHz nejlépe použít anténu parabolickou. Jak je však všeobecně známo, na 432 MHz se běžně používají klasické Yagi antény, sdružované do sestav od čtyřčete až po 48-násobná monstra.

V pásmu 144 MHz se parabolické antény nepoužívají, protože pro dosažení potřebného zisku bychom potřebovali parabolu o průměru 20 m. Na 70 cm by parabola měla mít průměr 7 m, což je vlnový násobek 10-krát, i když spojení se dají dělat i s menší anténou. Já jsem s relativně slušným výsledkem experimentálně vyzkoušel na 432 MHz mojí 3,8 m parabolu, kterou normálně používám na 23 cm Protistanice s nejmenším anténním systémem, se kterou jsem pracoval, byl EA3DXU s 2x38 elementů a 1500 W out. Mohu zde zcela zodpovědně prohlásit, že i takto malá parabola je použitelná velmi dobře a nespornou výhodou je snadná změna polarizace použitím rotačního ozařovače.

Chystáte-li se používat antény s horizontální polarizací, měli by jste předem volit ziskovější systém. Tento dodatečný zisk je potřebný k překonání ztrát, které na signálu vzniknou stočením polarizace. Jinak nebude možno pracovat se stanicemi s malým výkonem. Proto, jak již bylo zmíněno výše, je ideální parabolická anténa, ve které je možno instalovat takzvaný rotační zářič. Tato věc nám umožní přijímat i signál se stočením polarizace řádově až desítky stupňů. Popřípadě vybavit anténní pole možností otáčení v polarizační rovině, jako používá Ian G3SEK.

## Šumová teplota

Velmi významným parametrem EME anténního systému je takzvaná šumová teplota. Je to parametr v EME komunikaci velmi často používaný a jeho hodnota se udává ve stupních Kelvina. Vlastní šum, který můžeme naší anténou zachytit, přichází z kosmického prostoru a je kombinací šumu Slunce, Země, hvězd a dalších vesmírných objektů. Nezanedbatelnou hodnotu tvoří rovněž šum, který produkují člověkem vytvořené zdroje, jako osvětlení v noci, elektrárny a různé průmyslové objekty.

Přímým šumem, který vyzařuje Země, dochází k ovlivnění celého anténního systému, zvláště pak u antén typu Yagi s malým počtem reflektorů a nízkou hodnotou předozadního poměru, kdy při zvedání antény v elevaci Země takzvaně přišumuje do antény zezadu.

## Na EME není místo pro kompromisy

Na EME platí jedna důležitá zásada: to, co je dobré pro provoz tropo, na EME neobstojí. EME provoz není pro operátory libující si v kompromisech. Kvalitní napájecí kabely, konektory, rozbočovače a další materiál jsou prvním z předpokladů úspěchu. Použitím kvalitního materiálu je možno zachránit mnoho desetin dB ztrát, které rozhodují o tom zda QSO uděláme, nebo ne. Mnohdy desetina dB, rozhodne o tom, zda slyšíme, nebo ne.

Nejvíce nových zájemců o EME provoz skončí právě proto, že na první pokus nejsou schopní dělat ihned řady stanic a jeví se jim vynaložená práce a finanční prostředky zbytečné. Nejdůležitější však je, odstranit všechny ty „nedorazy“, jako tady desetinka decibelu na kabelu, tady na konektoru, tady na ozařovači a tady na šumovém čísle předzesilovače. To vše do hromady má za následek odstranění například takto uměle vloženého útlumu v řádech jednoho i více decibelů, což má u EME přirozeně smrtící účinek. Smrtící tím, že slyším anebo neslyším, což vede k tomu, že buď stanice dělám, nebo nedělám.

Rovněž tak je potřeba používat moderní antény, které přinesou větší zisk. Ze známých a velmi dobře použitelných designů Yagi antén je to design DL6WU, který vyprojektoval a odmodeloval výkonné antény pro pásma 144 a 432MHz. Tyto antény se vyznačují tím, že na celé jejich délce se mění postupně délka prvků tak, že když se na takovou anténu podíváte svrchu, jeví se jako sinusovka. Dalším neméně významným znakem této antény je její konstrukce. Všechny prvky, včetně dipólu, jsou uloženy izolovaně nad boomem antény. Je to hlavní rozdíl proti anténě DJ9BV a dalším, kde prvek prochází ráhmem a je uložen izolovaně. Zkuste si spočítat obvod boomeru a porovnat ho s násobkem vlnové délky. Zajímavé, že? Taková smyčka nakrátko, buzená dostatečným výkonem... Jde o velmi velký problém, mnoha lidmi bagatelizovaný, v praxi však zcela zásadní. Stejný princip se objevil i u systému K1FO a moderních, profesionálně vyráběných antén M<sup>2</sup>.

Další zvyšování zisku anténního systému je možné kombinací antén do sestavy. Tady plat, že z jedné na dvě antény je přínos teoreticky 3dB, prakticky 2,5dB. Z jedné antény na čtyři je to tedy +5dB a z jedné na šestnáct získáme +10 dB. Vždy však bude platit že čtyřce je dobré, ale šestnáct antén je výrazně lepších. Pro zajímavost zde najdete fotku systému W5UN, který používal 48 ks 17el. Yagi antén. Nyní však k jednotlivým pásmům.

## 144MHz

Začneme v současnosti asi nejoblíbenějším pásmem, a to je pásmo 144 MHz. Minimální zisk anténního systému, použitelného pro seriózní práci EME, je cca 21dB. Takovýto zisk zaručí čtyři 17-elementové antény. Musí to však být antény dobře provedené a fázovací vedení vyrobeno z dobrého koaxiálního kabelu s kvalitními konektory. Máme-li k dispozici dostatečný výkon, slyšíme své odrazy i s takovýmto anténním systémem. Při menším výkonu je nutno úměrně zvětšit počet antén a rozměr anténního systému. Rovněž nám takovýto systém bude stačit pro prvních pár spojení. Předpokládá se samozřejmě, že bude použit design podle výše popisovaných kritérií a antény budou vyrobeny co nejpečlivěji. Rovněž je u takovýchto systémů nutno počítat s mechanickou stránkou věci. Systém, který se po zvednutí k Měsíci rozeběhne všemi směry, není nejvhodnější. Proto již v návrhu dimenzujeme rovněž takzvané „Háčko z dostatečně silného a kvalitního materiálu. Velkou roli zde hraje rovněž nastavení SWR, které je potřeba měřit a nastavit velmi pečlivě vzhledem k zamýšlenému použití QRO. V opačném případě se na koaxiálním kabelu objeví bubliny, vyplněné roztaveným dielektrikem. Není to tím, že by výkonu bylo mnoho, vždyť ani na TV vysílači se bubliny nedělají, ale je to tím, že odražený výkon se holt někde musí zužitkovat. Jak je to u našeho hobby obvyklé, zužitkuje se nejméně vhodným způsobem na nejméně vhodném místě.

## 432 MHz

V pásmu 432 MHz je, jak jsem psal již výše, použití paraboly životaschopné. Minimální zisk soustavy používané na tomto pásmu je 24 dB. Z Yagin se používají většinou antény K1FO, nebo DJ9BV s 22 prvky. Takovýto zisk nám přinesou i čtyři M antény po 38 elementů. Obrázek takového systému byl publikován někdy v minulosti na obálce Radiožurnálu.

## 1296MHz

Na pásmu 1296 MHz je použití Yagi antén holým nesmyslem. Je to dobré tak pro experimenty, i když na světě je několik stanic, které i s takovýmto typem antény experimentují, jako například JL1ZCG nebo DJ5MN. Monstrum je to však obrovské, jak po shlédnutí obrázku sami asi potvrdíte. Jedná se o 45-elementové Yagi DL6WU jejichž udržení ve směru i při slabém větru je zážitek pro silné nervy. Jsou zde však velmi dobře použitelné a z praxe to mohu potvrdit antény pro satelitní příjem v pásmu 4GHz o průměru 3,6 až 6 metrů. Taková anténa již na 23 cm zajistí více jak 30 dB zisku a je možno s takovouto anténou velmi spolehlivě pracovat. Zisk takové 3,6 m antény je však popravdě řečeno základní minimum pro práci via EME. Stinnou stránkou těchto antén však je, že jejich po měř F/D je nevyhovující a je potřeba řešit dobrý anténní ozařovač tak, aby bylo možno veškerou plochu antény efektivně využít. Nejlépe se osvědčily ozařovače se septum polarizační výhybkou. V OK používají tento systém stanice OK1CA, OK1UWA a OK1DFC. Ve světě W3SZ, protože ostatní nám zatím nevěří, HI. Tento ozařovač bude letos publikován ve sborníku EME konference 2002 a jednou již byl popsán ve sborníku ze setkání na Studnici. Věcí týkající se ozařovačů parabolických antén v současné době zpracovává Franta OK1CA a doufám, že v budoucnu dojde na navázání na mnou uveřejněný článek o konstrukci a výpočtu parabolických antén.

## Vyšší pásma

Obdobné parametry, které jsme si popsali u 23cm, platí i pro pásma 13, 9 a 6cm. Zde se však kladou vyšší požadavky na přesnost směřování a tvarovou přesnost zrcadla paraboly.

10 a 24 GHz již tvoř samostatnou kapitolu a použitelných antén s potřebnou kvalitou se u nás mnoho nenachází. Ve světě jsou používány paraboly od 2,5 do 5 m od firmy Andrew, ale cena takové antény i za hranicemi naší republiky a jak se říká z druhé ruky, jde do výše tisíců EUR. Takovou profi anténu, zděděnou po „sovětských vojscích“, má například DC6UW.

Pásma nad 13cm však mají svá další specifika, o kterých si povíme zase někdy příště.