

O anténách pro příjem DVB-T (6)

Jindra Macoun, OK1VR

Počítačovou simulací jsme již posoudili vlastnosti několika „nových“ antén pro příjem DVB-T, odvozených z širokopásmových antén typu Yagi (PE-AR 8 až 12/2015). Sortiment prodávaných antén nicméně stále doplňují „klasické“ typy antén z éry analogové, které jsou použitelné i pro příjem DVB-T, i když to výrobci/prodejci antén nepropagují. Přestože jsou jejich vlastnosti známe, podrobili jsme je stejné počítačové simulaci, která ověří, porovná a doplní jejich elektrické parametry.

V sortimentu prodávaných TV přijímacích antén se stále objevují klasické typy antén z éry analogové televize. Kromě Yagiho antén s řadou nenapájených (direktorových) prvků, s jednoduchým nebo úhlovým reflektorem, jsou to antény s prvky napájenými. Všechny jejich aktivní prvky jsou spojeny se svorkami antény, resp. s anténním napáječem (koaxiálním kabelem), a to přímo nebo prostřednictvím symetrisačních/transformačních obvodů.

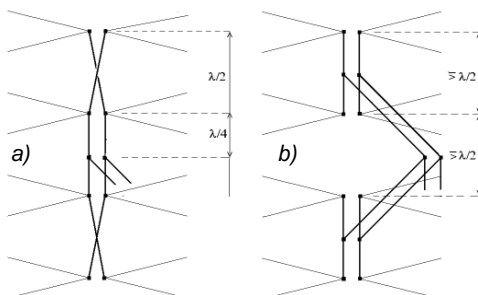
Jsou to soustavy soufázově napájených zářičů a antény logaritmicko-periodické. V obou případech jde o původně krátkovlnné antény, konstrukčně a rozměrově transformované do TV pásma, jako tzv. „síta“ – „matrace“ a „log-per. antény“ – „logara“. Oba typy antén byly již mnohokrát popsány [1, 2, 3]. Jako antény pro příjem TV vykazují jisté specifické vlastnosti.

Soufázové zářiče

Typickým představitelem této TV antény je dvojice nebo čtveřice soufázově napájených zářičů před plošným reflektorem, vytvořeným z rovnoběžných nebo mířivě uspořádaných vodičů. Jejich směrovost přibližně odpovídá ploše soustavy, resp. ploše reflektoru „ozářeného“ širokopásmovými celovlnnými zářiči, uspořádanými $\lambda/2$ nad sebou, přibližně $\lambda/4$ před plošným reflektorem.

Tyto rozměry platí pro vlnovou délku nejvyššího provozního kmitočtu. V (dočasné) současnosti je to stále ještě kmitočt 790 MHz ($\lambda = 380$ mm), kde má anténa obvykle nejvyšší směrovost/zisk.

Nejpopulárnější je varianta se čtveřicí zářičů spojených sérioparalelním symetrickým laděným vedením, napájeným uprostřed mezi „vnitřními“ zářiči (obr. 1). Délka čtyř „laděných“ úseků vedení mezi zářiči a svorkami antény, jejich vlnová impedance (rozteč a průměr vo-



Obr. 1. Sérioparalelní (a) a paralelní (b) napájení čtyřdipólové soustavy

dičů) spolu s rozměry zářičů (dipólů) a vzdáleností od reflektoru ovlivňují impedanci i směrovost celé soustavy.

Původně krátkovlnná anténa je zde používána v relativně širokém TV pásmu s poměrem kmitočtů $790/470 = 1,68$, resp. $0,59$. V tomto poměru se také mění elektrické délky úseků symetrických vedení mezi zářiči.

Je-li na 790 MHz elektrická délka vedení mezi svorkami antény a svorkami zářičů $0,25 \lambda + 0,5 \lambda = 0,75 \lambda$ (prakticky 100 a 200 mm), pak na 470 MHz je to elektricky jen $0,1475 \lambda + 0,295 \lambda = 0,4425 \lambda$. Vnější zářiče jsou tak ke svorkám antény prakticky připojeny dvojicí půlvlnných symetrických úseků, transformující vysokou impedanci celovlnných zářičů na svorky antény. Proto jsou vnější zářiče ke svorkám antény přizpůsobeny lépe než zářiče vnitřní, které tak záření a impedanci za těchto podmínek téměř neovlivňují. Je to zřejmé z pohledu na nerovnoměrné proudové obložení zářičů antény na 470 MHz (obr. 9).

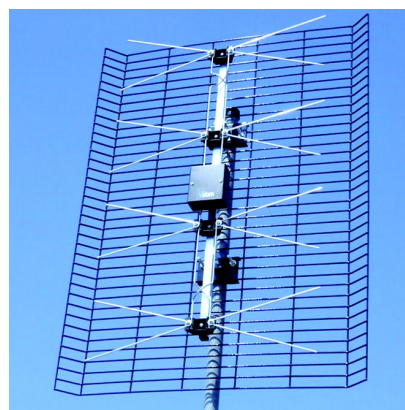
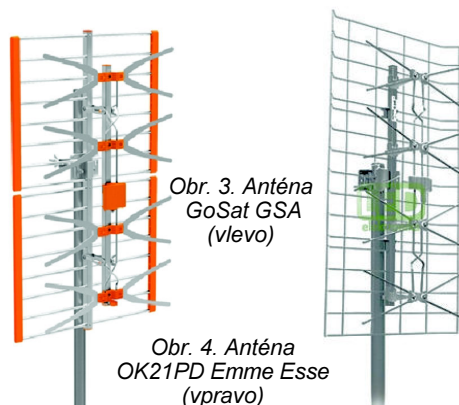
Prakticky se to projeví na elevačním diagramu dvojicí výraznějších postranních laloků (obr. 6a, 7a, 8a), které se uplatní při směrování antény na vertikálně polarizované vysíláče na nižších kmitočtech pásma. Z antény se tak vlastně stává jen dvojice paralelně napájených soufázových dipólů, s nevhodnou (příliš velkou) roztečí $0,885 \lambda$.

Zmíněné nedostatky nenajdeme u anténních soustav, jejichž všechny anténní jednotky jsou napájeny paralelně (obr. 1b). Jsou vždy sestaveny z dvoučlenných, paralelně napájených jednotek. Paralelní napájení odstraňuje kmitočtovou závislost délek symetrických napáječů a umožňuje zvolit mezi dvojicemi zářičů optimální vzdálenost. Pro příjem TV se užívá nejjednodušší varianta – jedna dvojice celovlnných zářičů. K této jednoduché a užitečné anténě se ještě vrátíme.

Nabízený sortiment soufázových antén („sít“) se od sebe výrazně neliší. Antény se stejným počtem tvarově si podobných zářičů mají prakticky stejný zisk.

Zřetelněji se liší celkovým rozměrem (plochou) reflektoru a uspořádáním („hustotou“) jeho vodičů, ovlivňujícími zpětný příjem (F/B) antény. Právě tento parametr pak bývá akcentován v popisu antén.

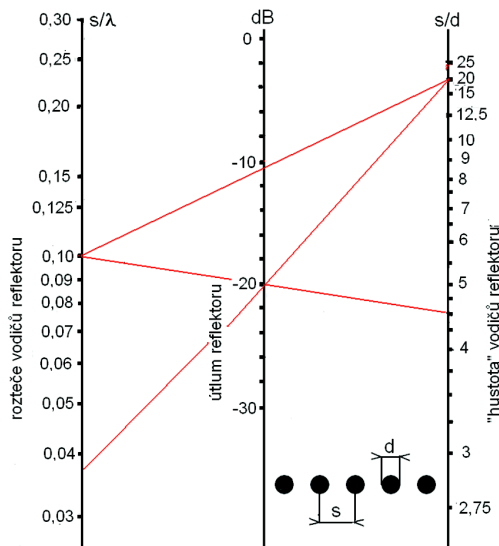
Za zpětný se považuje příjem z opačného směru. Je vyjádřen poměrem intenzity signálů přijímaných hlavním a zpětným lalokem v azimutu 180° v dB. Takto definovaný F/B parametr je sice stručný, ale praxi nevyhovující, protože rušivé od-



Obr. 5. Anténa VATEN-síto husté

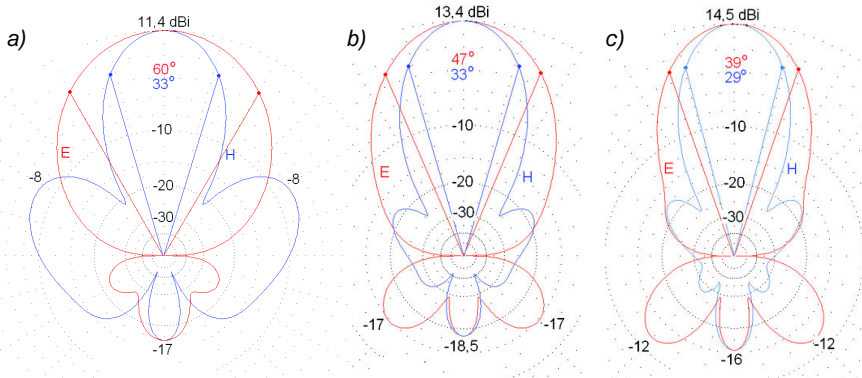
razy nedopadají na přijímací anténu přesně z tohoto azimutu.

Úplný diagram záření charakterizuje kromě hlavního laloku i několik vedlejších (postranních a zadních) symetricky uspořádaných laloků, jejichž úhlová orientace i úroveň v dB se s kmitočtem mění.

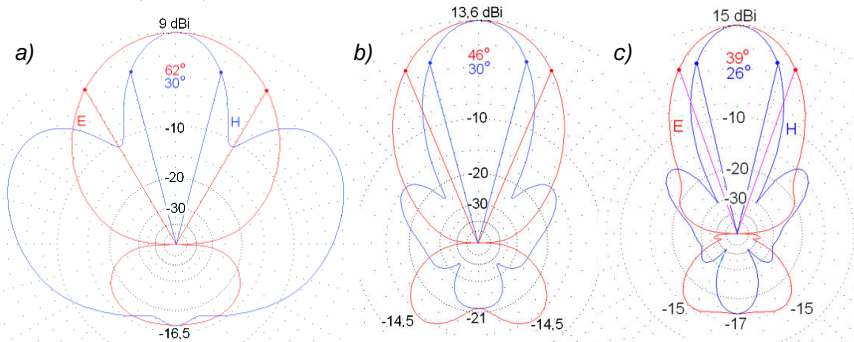


Obr. 2. Nomogram pro účinnost plošného reflektoru. Výkon pronikající reflektorem závisí na rozteči a průměru rovnoběžných vodičů.

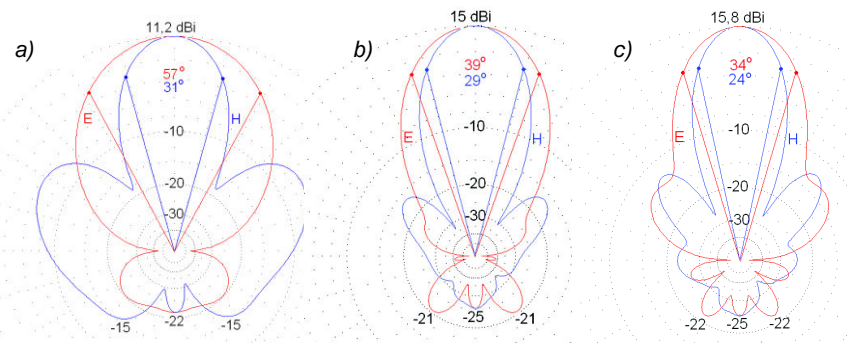
Příklad: Je-li $s = 0,1 \lambda$ a $s/d = 24$, prochází reflektorem 10 % výkonu (-10 dB). Při stejné rozteči lze pronikání snížit na 1 % (-20 dB) přibližně 5x větším průměrem vodičů. Např. při $f = 750$ MHz ($\lambda = 0,4$ m) je útlum (zpětný příjem) ČZZ, resp. F/B = -10 dB při $s = 40$ mm a $d = 2$ mm, nebo -20 dB při stejné rozteči $s = 40$ mm, ale d musí být 9 mm. Pro $d = 2$ mm a -20 dB musí být rozteč $s = 15$ mm



Obr. 6a, b, c. Směrové diagramy antény GoSat GSA: a) 470 MHz; b) 700 MHz; c) 790 MHz



Obr. 7a, b, c. Směrové diagramy antény OK21PD Emme Esse: a) 470 MHz; b) 700 MHz; c) 790 MHz



Obr. 8a, b, c. Směrové diagramy antény Vaten-sito husté: a) 470 MHz; b) 700 MHz; c) 790 MHz

Charakter i úroveň zpětného příjmu (záření) proto nejlépe znázorní vypočtené diagramy v obou polarizačních rovinách, popř. prostorové (3D) diagramy na několika kmitočtech pásma. Zdůrazňujeme vypočtené, protože pro měření diagramů s přesným určením zpětných záření malých úrovní (> 20 dB) je nezbytná nákladná bezodrazová komora nebo vyhovující polygon terénní.

Úroveň zpětného příjmu ovlivňuje především rozteč a průměr reflektorových prvků, polarizovaných shodně se zářiči, a pak i přesah reflektoru za okrajové rozměry soustavy zářičů.

Utlum záření pronikajícího reflektorovou řadou rovnoběžných zářičů lze odečíst ze spojnicového diagramu (obr. 2).

Simulace antén potvrdila, že úroveň zpětného záření ovlivňuje především rozměrové uspořádání rovnoběžných, polarizačně shodných vodičů. Zpevnění reflektoru kolmými prvky již výrazněji zpětné záření neovlivňuje.

3 souřazové antény

Dále uvedené informační popisy antén, jak je prezentují obchodníci (e-shopy), bývá neúplný i matoucí. Webové

stránky i katalogové listy výrobců nabízejí užitečnější informace.

● – Doplnující počítačové parametry antény.

Anténa GoSat GSA-Universal LTE

Kanály 21 – 60, počet prvků 4, zisk 14 dB, F-konektor, délka (výška): 800 mm.

„Tato klasická širokopásmová anténa s vestavěným LTE filtrem je vhodná pro příjem DVB-T signálu v normách HD MPEG 4, MPEG 2. Celohliníková pevná konstrukce zajišťuje stabilitu. Má excelentní příjmové vlastnosti. Zpracování antény umožňuje velmi snadné složení a instalaci.“

● $G_{max} = 14,5 \text{ dBi}$, $F/B = 16 - 20 \text{ dB}$.

Anténa OK21PD Emme Esse-síto

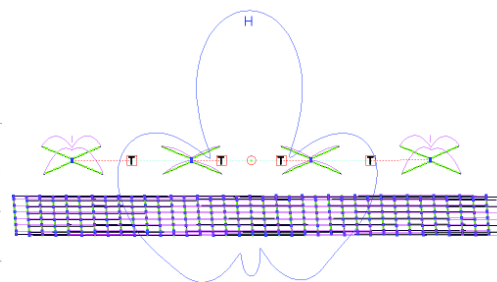
Kanály 21 – 69, počet prvků 4, zisk 10 – 13 dB, předozadní poměr 22 dB, délka (výška) 600 mm.

„Vynikající značková panelová anténa se ziskem až 13 dB pracující v uvedeném rozsahu UHF.“

● $G_{max} = 15 \text{ dBi}$, $F/B = 14 - 22 \text{ dB}$.

Anténa VATEN-síto velké husté

Kanály 21 – 60, provozní zisk 10 – 12,8 dB, rozměr 800 x 580 mm.



Obr. 9. Anténa VATEN-síto husté s nerovnoměrným proudovým obložení anténních prvků a směrovým diagramem v rovině H na kmitočtu 470 MHz

„Širokopásmová televizní anténa pro příjem kanálů 21 – 60 (470 – 790 MHz) s provozním ziskem 10 – 12,8 dB. Upevňovací trženy M6 lze upevnit na stožár o průměru trubky do 51 mm. Anténa má hustší reflektorovou stěnu pro zlepšení předozadního poměru a je vhodná do míst s členitým terénem. Povrchová úprava reflektorů je speciálním černým plátem s UV stabilizátorem ISO 4892.“

● $G_{max} = 15,8 \text{ dBi}$, $F/B = 20 - 25 \text{ dB}$.

Směrové parametry

hodnocených antén lze odečíst z diagramů záření na obr. 6, 7, 8. Pro každou z antén jsou znázorněny 3 směrové diagramy v rovině prvků (E) a v rovině kolmé na prvky (H) na kmitočtech 470, 700 a 790 MHz. Kmitočet 700 MHz byl zvolen pro očekávané omezení UHF TV pásma do K50, takže naznačuje, jak tyto antény bez úprav vyhoví v zúženém UHF TV pásmu.

U každého diagramu jsou číselné údaje o zisku (G [dBi]), úhlu příjmu v rovinách E a H (tj. šířce diagramu pro 3dB pokles přijímaného signálu [°]) a zpětném příjmu (F/B v [dB]) v rozsahu azimutů $120^\circ - 240^\circ$, resp. $180^\circ \pm 60^\circ$.

Vypočtený zisk je v podstatě směrovostí vyjádřenou v dB, určenou z rozměrů antény. Se skutečným, přesněji provozním ziskem se shoduje jen u přizpůsobené antény.

Impedance dříve simulovaných antén, odvozených z antén Yagi s jediným napájeným prvkem, se v téměř celém UHF pásmu přibližují požadovaným 300Ω . U těchto sériově-paralelně napájených čtyřdipólových přijímacích antén s relativně úzkopásmovými zářiči kolísá svorková impedance přibližně mezi 150 a 300Ω , takže ČSV se přibližuje hodnotám ČSV > 2. Odpovídající ztráta tak snižuje uváděný zisk antény o 0,5 až 1,5 dB.

Literatura

- [1] Amatérská radiotechnika. II. díl, s. 69 – 74, Naše vojsko 1954.
- [2] Šimíček, B.: Antény pro televizní a rozhlasové vysílání na VKV. NADAS 1989.
- [3] Macoun, J.: Logaritmicke-periodické antény. PE-AR 2, 3, 4, 5, 6, 8/2013.



Čtenářům PE-AR posílá Olda, OK2ER