

Antény pro příjem digitálního rozhlasu DAB+ (2)

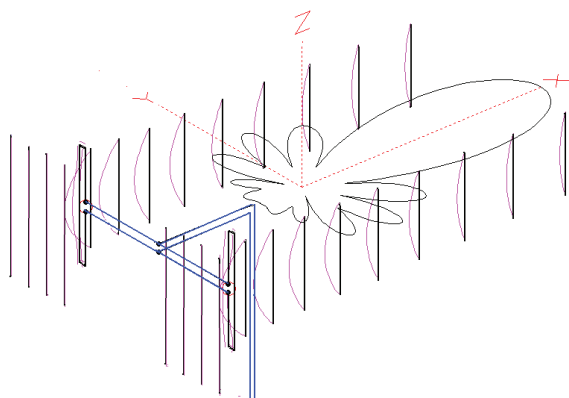
Jindra Macoun, OK1VR

Článek informuje o směrových anténách pro příjem digitálního rozhlasu DAB+ v pásmu 174 – 230 MHz, které usnadní příjem v méně příznivých podmínkách, popř. umožní příjem vzdálenějších stanic zahraničních. K tomuto účelu lze téměř bez úprav využít TV antén pro III. pásmo, které ještě nabízí firma Kovoplast.

Antény Kovoplast a jejich úprava

V internetovém katalogu (tab. 1) známého českého výrobce TV antén nacházíme 5prvkové, 8prvkové a 14prvkové antény pro skupiny DAB kanálů K5 – K7,

K8 – K10, K10 – K12 s uváděným ziskem 6,5 dB, 7,5 dB a 12 dB. Jde zřejmě o původní antény na skupiny TV kanálů III. pásma, K6 – K7 (174 – 190 MHz), K8 – K9 (190 – 206 MHz) a K10 – K12 (206 – 230 MHz), přepočtené z šesti 8 MHz širokých OIRT TV kanálů na sedm současných, 7 MHz širokých kanálů DAB rozhla-



Obr. 1. Počítačové schéma anténní soustavy sestavené z dvojice souřadově napájených, vertikálně polarizovaných antén TA 1411. Proudové obložení anténních prvků a azimutální směrový diagram platí na kmitočtu 230 MHz při vzájemné rozteči antén 130 cm. Shoduje se se směrovým diagramem na obr. 2b

Tab. 1. Katalogové parametry antén fy Kovoplast pro pásmo 174 – 230 MHz (nyní DAB+)

Typ	Kanály	Kmitočet [MHz]	Počet prvků	Zisk [dB]	F/B [dB]	Θ_{3E}	Θ_{3H}	Hmotnost [kg]	Skladem [ks]
S 0507 GL	5-7	174-198	5	5-6,5	12	73°-62°	117°-80°	1,2	>50
S 0509 GL	8-9	190-214	5	5-6,5	12	73°-62°	117°-80°	1,2	>50
S 0511 GL	10-12	206-230	5	5-6,5	12	73°-62°	117°-80°	1,2	6
S 0807 GL	5-7	174-190	8	7,5	18	57°	72°	1,6	>50
S 0809 GL	8-9	190-206	8	7,5	18	57°	72°	1,5	>50
S 0811 GL	10-12	206-230	8	7,5	18	57°	72°	1,5	>50
S 1407 GL	5-7	174-190	14	12	28	37°	55°	3,7	44
S 1409 GL	8-9	190-206	14	12	28	37°	55°	3,6	45
S 1411 GL	10-12	206-230	14	12	28	37°	55°	3,6	>50
M9 Mech.	5-12	174-230	9	7-10	19-24	46°	56°	-	-

(Skladované počty platily k 1. 7. 2016.) Původní značení typů podle www.kovoplast.cz/download/ant.pdf (uvedené v tab. 1) bylo změněno. Nyní platí podle <http://kovoplast.cz/20-anteny/72-tv-pasmo-iii> značení nové. Např. místo S 1411 GL je nyní TA 1411. Do tab. 1 a 2 je přidána anténa M9 (fy Mechanika), která se již neprodává.

Tab. 2. Rozměry upravených antén

Délky	L _R	L _Z	L _{D1}	L _{D2}	L _{D3}	L _{D4}	L _{D5}	L _{D6}	L _{D7}	L _{D8}	L _{D9}
S 05.. GL	2x 880	730	605	580							
S 08.. GL	2x 880	730	605	595	580	560	540				
S 14.. GL	4x 880	730	605	595	585	575	565	555	545	535	525
M9 Mech.	2x 940	730	615	595	570	570	550	530			
Rozteče	p _Z	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉	
S 05.. GL	0	300	360	660							
S 08.. GL	0	300	380	580	805	1055	1330				
S 14.. GL	0	300	380	580	805	1055	1330	1630	1955	2305	2680
M9 Mech.	0	290	365	540	965	1358	1763	2173	2305		

Délky (L) a rozteče skládaných dipólů (p_Z) a direktorů (p_n) jsou měřené od roviny reflektoru L_R. Rozměry platí pro průměry anténních prvků \varnothing 6 mm (Kovoplast) a \varnothing 8 mm (Mechanika). Prodloužené délky reflektorů (L_R) a zkrácené délky direktorů (L_D) 5-, 8- a 14prvkových antén (dle tab. 1) jsou upraveny tak, aby vyhovely v celém pásmu 174 – 230 MHz. Jejich původní poloha, vyjádřená délkou (p) se na předvrtaných ráhnech nemění. Prodloužené reflektorové délky jsou modré, zkrácené direktorové prvky červené

su, z původních sedmi CCIR TV kanálů. Původním dělením na dvou- až tříkanalové skupiny (6 – 7, 8 – 9 a 10 – 12) se usilovalo o optimální a vyrovnané elektrické parametry na sousedních TV kanálech III. pásma.

Pro příjem vysílačů rozhlasu DAB jsou z této katalogové nabídky první volbou antény pro kanály K10 – K12, označené S ... 11 GL (nyní TA ... 11). Počítačová simulace ukazuje, že jsou beze změny použitelné na celém DAB pásmu, s poněkud horším činitelem zpětného příjmu (F/B = -5 dB) na počátku pásma. Prodloužením reflektorových prvků (\varnothing 6 mm) trubičkovým nástavcem na délku 880 až 900 mm se tento nedostatek odstraní. Provozní pásmo se tak rozšíří na celé DAB pásmo větším „vzájemným rozladěním“ reflektorových a direktorových prvků. Max. zisk se prakticky nezmění

U 14prvkových antén (S 1411 GL) s plošným čtyřprvkovým reflektorem se mohou vynechat oba vnitřní reflektorové prvky bez zřetelného vlivu na úroveň zpětného příjmu (F/B).

Zkrácením direktorů dle tab. 2 pak lze jednoduše upravit i antény na kanály nižší (S 0507, S 0509, S 0807, S 0809, S 1407 a S 1409). Délku skládaných dipólů není nutné měnit vzhledem k jejich širokopásmovosti (i když se tím poněkud zhorší přízpusobení). Jejich optimální délka by měla činit kolem 730 mm.

V ochranném krytu je ke svorkám každé antény připojen klasický feritový symetrizační člen („TV elevátor“), transformující svorkovou impedanci 300 Ω na výstupních 75 Ω pro připojení koaxiálního kabelu.

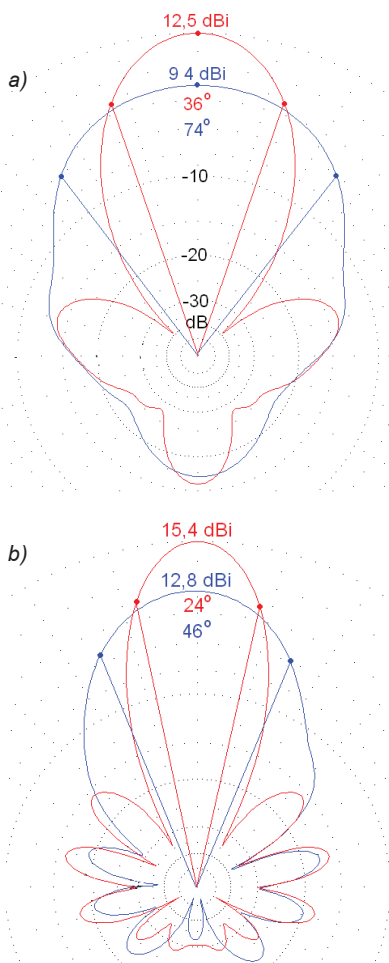
Anténní soustava 2x TA 1411 (obr. 1)

Instalaci delších ‚yagin‘ komplikuje při vertikální polarizaci nevhodné upevnění stožáru v těžišti antény, přibližně uprostřed direktorové řady. Svislý stožár mezi svislými (vertikálně polarizovanými) direktory snižuje účinnost direktorové řady a tím i zisk antény.

Proto se delší antény upevňují ke stožáru výložným ramenem (bývá příslušenstvím některých DAB antén, např. Multika AV 12), které by mělo vzdálit svislý stožár mimo direktorovou řadu přibližně o půl vlny (asi 0,6 m).

Této „komplikace“ lze využít při sestavě dvoučlenné anténní soustavy z vertikálně polarizovaných ‚yagin‘, spojených rozpěrnou tyčí, upevněnou k původním stožárovým příchýtkám (viz obr. 2 v PE--AR 08/2016). Stožár se tím dostane mimo řady svislých direktorů a spolu s výrazně „štíhlejší“ diagramem bude mít tato 2členná anténní soustava až o 3 dB vyšší zisk při optimální vzdálenosti (ráhnové rozteči) základních (dílčích) antén. Rozteč antén závisí na směrovém diagramu (úhlu příjmu) základní (dílčí) antény v rovině řazení. Čím je tento úhel menší, tzn. čím je zisk větší, tím větší by měla být optimální rozteč. U dlouhých ‚yagin‘ obvykle vyhovuje rozteč shodná s polovinou až celou délkou ráhna antény.

Zvolená 130cm rozteč dvojice antén TA 1411 zabezpečuje 2,5 až 3 dB při-



Obr. 2. Směrové diagramy vertikálně polarizovaných antén TA 1411 na 174 MHz (2a) a 230 MHz (2b) v azimutální rovině (v rovině otáčení), tzn. v rovině kolmé na prvky (rovina H) (jedna anténa, dvojice antén)

růstek směrovosti (resp. zisku při bezztrátovém přizpůsobení a soufázovém napájení soustavy), jak to znázorňují směrové diagramy na obr. 2 a 3.

Do obr. 1 je zakresleno názornější schéma soufázového napájení spojením stejnoúhelných anténních svorek symetrickým napáječem (dvoulinkou).

Stejná podmínka musí být splněna i při doporučeném koaxiálním napájení dílčích antén stejně dlouhými úseky dvojice 75Ω koaxiálních kabelů za feritovými elevátory 300/75 Ω. Uprostřed této dvojice je připojen společný koaxiální napáječ celé soustavy.

Paralelním spojením dílčích napáječů, resp. 75Ω impedancí se zde „objeví“ impedance 37,5 Ω. Nejjednodušší, tzn. bezprostřední připojení společného napáječe – 75Ω koaxiálního kabelu (T-koaxiální konektorovou spojkou) tam zapříčiní (mírně) nepřizpůsobení (SWR 2), které sníží zisk celé soustavy asi o -0,5 dB. Tato zdánlivá nevýhoda je kompenzována jednoduchou a bezproblémovou instalací „neladěných“ napájecích kabelů, které lze vést od anténních svorek podél ráhna, podél rozpěrné tyče a pak i podél stožáru k přijímači.

Přizpůsobení anténní soustavy lze za koaxiální T-spojkou zlepšit čtverlínovým transformátorem, zhotoveným z koaxiálního kabelu o impedanci 50 Ω. S přihlédnutím k činiteli zkrácení 0,67 (platí pro plně PE dielektrikum) bude na 212,5 MHz (střední kmitočet pásma DAB) činit tato délka 235 mm včetně konektorů.

Závěrem ještě poznámka ke krátkým 3- až 5prvkovým „yaginám“:

Charakteristickou vlastností vertikálně polarizovaných krátkých (3- až 5prvkových) „yagin“ je menší směrovost ve vodorovné rovině (kolmé k vertikálním prvkům), projevující se poměrně „širokým“ maximem. Krátké „yaginy“ mají **vždy** větší rozdíl v obou šířkách směrového diagramu.

Poměrně „široké maximum“ vertikálně polarizované antény snižuje nároky na optimální nasměrování, což není důvodem ke špatnému hodnocení antény. Výhodou krátkých vertikálních „yagin“ je naopak snadnější upevnění antény za reflektory.

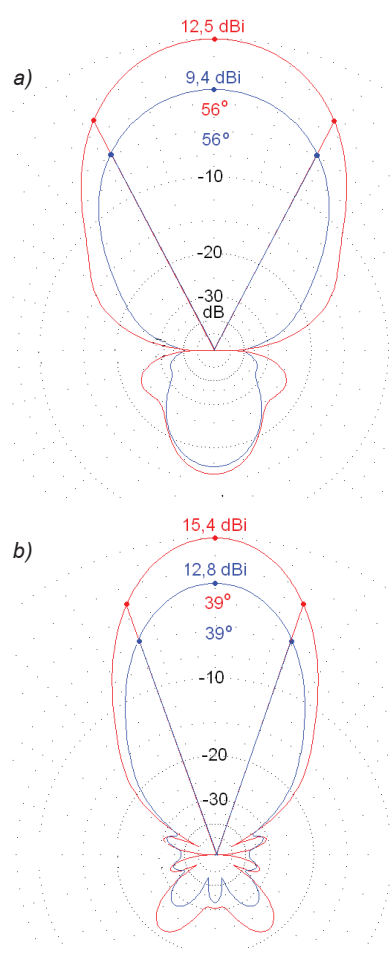
Kanály, kmitočty a vlnové délky pásma DAB+ (tab. 3)

1. Označení („číslo“) kanálu (kmitočtového bloku A, B, C, D).
2. Střední kmitočet kanálu (kmitočtového bloku A, B, C, D).
3. Střední kmitočet kanálů (kmitočtových bloků A, B, C, D).
4. Vlnová délka středního kmitočtu kanálu.

Tab. 3. Kmitočtová tabulka DAB kanálů

1	2	3	4
Kanál	f_s [MHz]	$f_{s\ A-D}$ [MHz]	$\lambda_{s\ A-D}$ [m]
5A	174,928		
5B	176,640	177,496	1,69
5C	178,352		
5D	180,064		
6A	181,936		
6B	183,648	184,504	1,63
6C	185,360		
6D	187,072		
7A	188,928		
7B	190,640	191,496	1,57
7C	192,352		
7D	194,065		
8A	195,936		
8B	197,648	198,504	1,51
8C	199,360		
8D	201,072		
9A	202,928		
9B	204,640	205,496	1,46
9C	206,352		
9D	208,064		
10A	209,936		
10B	211,648	212,504	1,41
10C	213,360		
10D	215,072		
11A	216,928		
11B	218,640	219,496	1,37
11C	220,352		
11D	222,064		
12A	223,936		
12B	225,648	226,504	1,32
12C	227,360		
12D	229,072		
13A	230,784		
13B	232,496		
13C	234,208	234,992	1,28
13D	235,776		
13E	237,448		
13F	239,200		

- 1,536 MHz je šířka kanálu;
- 0,176 MHz je mezera mezi kanály;
- 7,008 MHz je šířka skupiny kanálů (kmitočtového bloku) A, B, C, D, resp. odstup kanálových skupin;
- 5D, 10D, 11C, 12B – aktuální kanály regionálních sítí;
- 12C – kanál celoplošné sítě;
- 13A – 13F nepoužívané kanály



Obr. 3. Směrové diagramy vertikálně polarizovaných antén TA 1411 jsou ve vertikální rovině, tzn. v rovině prvků (rovina E) na kmitočtech 174 MHz (3a) a 230 MHz (3b) „tvarově shodné“ (mají stejné úhly příjmu), ale liší se maximálním ziskem

Informaci o vlnové délce (λ_s) odpovídající střednímu kmitočtu kanálové skupiny (kmitočtového bloku) A, B, C, D lze využít při výpočtu Yagiho antén podle starších empiricky odvozených tabulkových rozměrů (délek a roztečí prvků) podle [1, 2].

Použitou terminologii doplňuje ČTÚ:

Do jednoho TV kanálu se vejdou 4 kanály TDAB (nebo 4 kmitočtové bloky A, B, C, D). **Výraz kmitočtový blok se používá u jakýchkoliv digitálních signálů, protože tam není výrazný nosný kmitočet jako u analogových signálů.** Proto se také udává střed kanálu (bloku). U DVB-T se zřejmě z historických důvodů zachoval spíše výraz kanál a nepoužívá se blok.

Literatura

- [1] Procházka, M.: Antény – encyklopedická příručka. 3. rozšířené vydání. BEN-Technická literatura, 2005, s.183.
 [2] Macoun, J., OK1VR: Yagiho směrové antény pro VKV a UKV. AR-B 1/1982, s. 11.
 [3] Macoun, J., OK1VR: Antény a anténní soustavy. AR-B 1/1984.

„Historické“ publikace (modrá čísla AR-B [2] a [3] naskenované na disku „DVD Amatérské radio 1952 až1995. AMARO 2007“ nejsou v rozporu se současnými poznatky.