

RCD Radiokomunikace spol. s r. o.

ANTÉNY

Skripta RCD Radiokomunikace spol. s r. o.

Určeno pro

systemové inženýry a projektanty rádiových systémů

OBSAH

1	ANTÉNA, ANTÉNNÍ SYSTÉM.....	3
2	TECHNICKÉ PARAMETRY.....	3
2.1	Impedance antény.....	3
2.2	Výkonová zatížitelnost antény.....	3
2.3	Vyzařovací schopnost antény, vyzařovací diagram	4
2.4	Polarizace antény.....	4
2.5	Zisk antény	5
2.6	Šířka hlavního svazku ziskové antény.....	5
2.7	Předozadní poměr směrové antény	5
3	DĚLENÍ ANTÉN	9
3.1	Podle použití	9
3.2	Podle šířky kmitočtového pásma	9
3.3	Podle vyzařovacího diagramu	9
3.4	Podle polarizace.....	9
3.5	Další dělení antén	9
4	SPECIÁLNÍ ANTÉNNÍ SYSTÉMY	10
4.1	Soustavy antén	10
4.2	Anténní systémy pro podzemní prostory	10

1 ANTÉNA, ANTÉNNÍ SYSTÉM

Antény patří k velmi důležitým článkům každého rádiového systému. Rozhodující měrou určují kvalitu pokrytí daného prostoru rádiovým signálem s ohledem na jeho úroveň a čistotu.

Anténu je možno si představit jako spotřebič vf energie pro vysílač, nebo jako zdroj vf energie pro přijímač.

Z hlediska **vysílače** je tedy nutné zajistit u antény správnou, přizpůsobenou impedanci v daném kmitočtovém pásmu, výkonovou zatížitelnost a vhodnou konstrukci pro montáž do konkrétního prostředí spolu s klimatickou odolností a ochranou před úderem blesku.

Protože u antény přijímací a vysílací platí vztah reciprocitu, tytéž vlastnosti má anténa pro **přijímač**, kde se musí navíc řešit i její umístění vzhledem k okolnímu rušení a případně doplnit anténní systém filtrací nežádoucího rušení. Tyto doplňky, jako jsou různé filtry, sdružovače, duplexery atd. rovněž spadají do anténní techniky a spolu s anténou nebo soustavou antén tvoří anténní systém.

Správná volba anténního systému, jeho umístění, způsob a kvalita montáže jsou rozhodující pro stabilitu spojení v průběhu celé životnosti systému. Výstavba a montáž anténního systému je ekonomicky i stavebně velmi náročná část radiokomunikační investice, a proto je nutné jí věnovat patřičnou pozornost.

2 TECHNICKÉ PARAMETRY

2.1 Impedance antény

Impedance antény musí být v celém pásmu vyzařovaných kmitočtů přizpůsobena jmenovité impedanci přívodního kabelu. Při shodné impedanci antény a přívodního kabelu je zaručeno, že je veškerý výkon přiveden až do antény a neodráží se zpět do kabelu. Čím větší je nepřizpůsobení antény kabelu, tj. čím větší jsou rozdíly v impedancích antény a kabelu, tím větší část vf výkonu se odráží zpět do kabelu a tím menší jeho část zůstává v anténě a může být vyzářena do okolního prostředí.

Antény se vyrábějí se jmenovitou impedancí shodnou se jmenovitou impedancí běžně vyráběných kabelů. Obvyklé hodnoty jsou 50 Ω , 75 Ω , 150 Ω , 300 Ω .

Poznámka: Impedance antény je určena nejen při její výrobě, ale ve značné míře je ovlivněna i způsobem montáže a vlastnostmi svého nejbližšího okolí, např. materiálem podhledů apod. Projektant proto musí počítat s tím, že po namontování antény je nutné provést její přeměření a dostavení podle přiloženého předpisu.

2.2 Výkonová zatížitelnost antény

Tento parametr udává, jak velký vf výkon je schopna anténa vyzářit, aniž by došlo k jejímu poškození.

2.3 Vyzařovací schopnost antény, vyzařovací diagram

Dosud zmíněné parametry antény patří mezi důležité obvodové parametry, ale nevypovídají o její vyzařovací schopnosti, tedy nejdůležitější vlastnosti antény. Hlavním určením antény není spotřebovat co nejvíce energie z vysílače, ale tuto energii přetransformovat do okolního prostředí – čili vyzářit, a navíc vyzářit ve vhodných směrech. Vyzařovací schopnosti antény jsou dány hlavně její geometrickou stavbou a velikostí.

Vyzařovací vlastnosti antény nejlépe charakterizuje její **vyzařovací diagram**, který zobrazuje intenzitu vyzařování do různých směrů celého prostoru.

Antény všesměrové vyzařují do všech směrů přibližně se stejnou intenzitou.

Antény směrové vyzařují v různých směrech s různou intenzitou. Další podrobnější dělení je určeno tvarem vyzařovacího diagramu.

Vyzařovací diagram zpravidla znázorňuje relativní velikost intenzity elektrického pole v různých směrech k maximální intenzitě v hlavním směru. Vyzařovací diagram může být nakreslen v lineárním měřítku nebo v dB.

Protože polarizace antény (viz bod 2.4) je určena směrem elektrického vektoru elektromagnetického pole E , je vyzařovací diagram v této rovině nazýván diagramem v rovině E .

V rovině kolmé je vyzařovací diagram nazýván podle magnetické složky H .

Poznámky:

Každý vodivý útvar, jehož rozměry jsou srovnatelné s vlnovou délkou, má schopnost zářit. Z tohoto hlediska i různé součástky ve vf zařízeních, jejichž rozměry jsou relativně srovnatelné s vlnovou délkou, také vyzařují, a to způsobuje nemalé problémy s nežádoucími vazbami.

Tvar vyzařovacího diagramu je dán hlavně geometrickým tvarem antény a je ovlivněn jejím umístěním v okolním prostředí a přítomností a kvalitou země.

Přítomnost země a velikost okolních předmětů se musí posuzovat relativně vzhledem k vlnové délce. Antény, které pracují v oblasti středních či krátkých vln, nelze proto nikdy posuzovat jako izolované ve volném prostoru (vzdálenost antény od země je řádově srovnatelná s vlnovou délkou), naopak vlastnost antén na VKV či UKV je možné popisovat jako ve volném prostoru (vlnová délka je zanedbatelná vzhledem k obvyklé vzdálenosti antény od země).

2.4 Polarizace antény

U vyzařovaného elektromagnetického pole se musí kromě intenzity rozlišovat i jeho polarizace (ta je určena směrem elektrického vektoru). To znamená, že existují antény s vyzařováním s vertikální nebo horizontální polarizací či kombinace obou polarizací. Známe jsou i antény, které vyzařují eliptickou nebo kruhovou polarizaci.

2.5 Zisk antény

Tím, že antény do některého směru soustředují své vyzařování a naopak do některých směrů vyzařují velmi málo, vzniká zisk záření do hlavních směrů, čili anténní systém má svůj zisk.

Zisk antény se udává jako poměr intenzity vyzařování dané antény v hlavním směru záření k intenzitě ideální všesměrové antény vyjádřený v dB; označuje se jako **dBi**.

Někdy se zisk antény udává jako poměr intenzity vyzařování dané antény v hlavním směru záření k intenzitě záření dipólu $\lambda/2$ vyjádřený v dB; označuje se zkratkou **dBd**.

Vztah mezi oběma hodnotami je:

$$\text{dBi} = \text{dBd} + 2,15$$

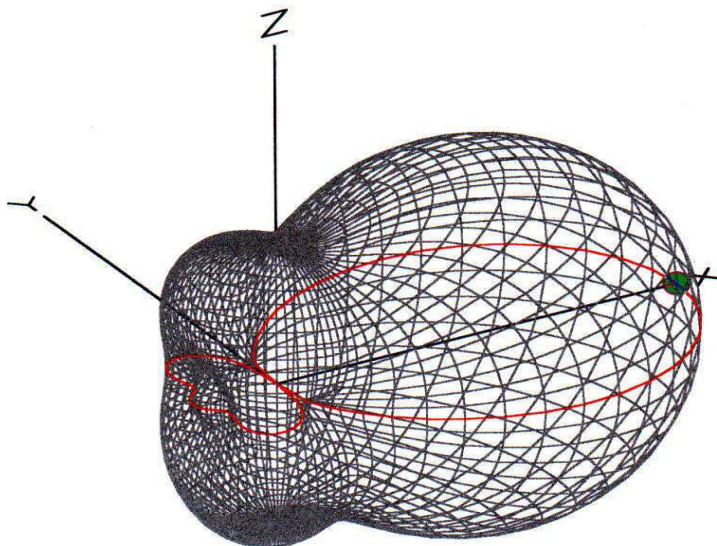
2.6 Šířka hlavního svazku ziskové antény

U vyzařovacích diagramů směrových antén se v obou rovinách udává šířka hlavního svazku. Je to úhel mezi dvěma směry vyzařování, kde intenzita záření klesne na hodnotu -3dB oproti hlavnímu směru.

2.7 Předozadní poměr směrové antény

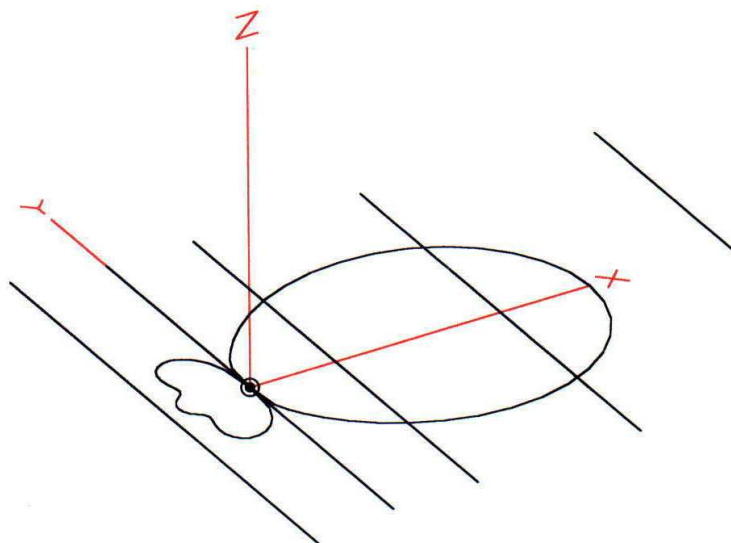
Předozadní poměr záření je poměr intenzity záření v definovaném zadním prostorovém sektoru k intenzitě v hlavním směru záření vyjádřený v dB.

Obr. 1



Prostorový vyzařovací diagram pětivrčkové YAGI antény.

Obr. 2



Vyzařovací diagram v rovině E pětivrčkové YAGI antény. Je to řez prostorového diagramu z obr. 1 rovinou XY (rovinou prvků antény).

Obr. 3

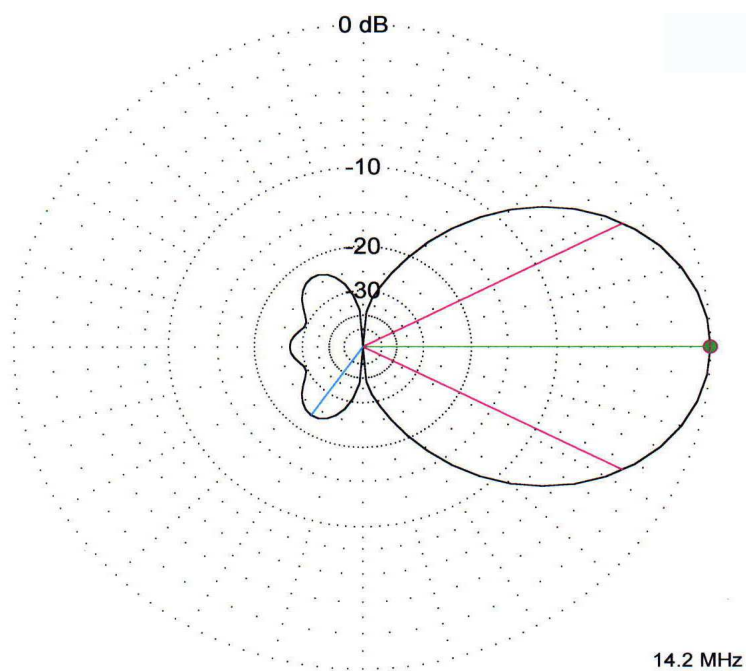


Diagram v E rovině pětivrčkové antény.

Azimutální diagram

Úhel elevace 0,0 deg.

Vnější kružnice 9,84dBi

Kurzor Az 0,0 deg.

Zisk 9,84dBi

0,0 dBmax

RCD Radiokomunikace spol. s r. o.

3D max. prostorový zisk	9,84dBi
Max. zisk v E rovině	9,84dBi @ Az úhel = 0,0 deg.
Předožadní poměr	26,73
Šířka svazku v E rovině	54,2 deg; -3dB @ 332,9, 27,1 deg.
Zisk postranního laloku v E rovině	-13,33dBi @ Az úhel = 235,0 deg.
Rozdíl zisků předního k postrannímu laloku	23,17dB

Obr. 4

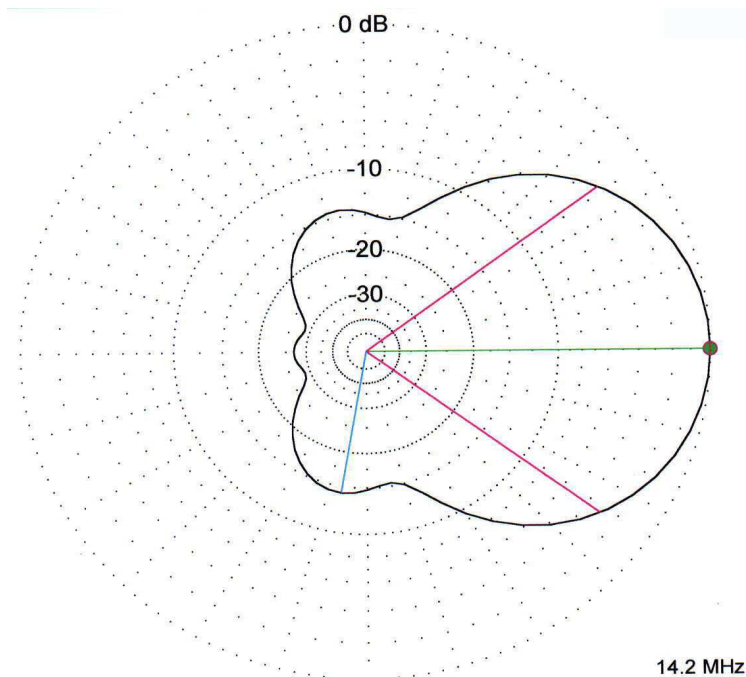


Diagram v H rovině pětiprvkové antény.

Elevační diagram

Úhel azimutů

	0,0 deg.
--	----------

Vnější kružnice

	9,84dBi
--	---------

Kurzor elev.

	0,0 deg.
--	----------

Zisk

	9,84dBi
--	---------

0,0 dBmax

3D max. prostorový zisk

	9,84dBi
--	---------

Max. zisk v H rovině

	9,84dBi @ elev. úhel = 0,0 deg.
--	---------------------------------

Předožadní poměr

	26,73
--	-------

Šířka svazku v H rovině

	72,6 deg; -3dB @ 323,7, 36,3 deg.
--	-----------------------------------

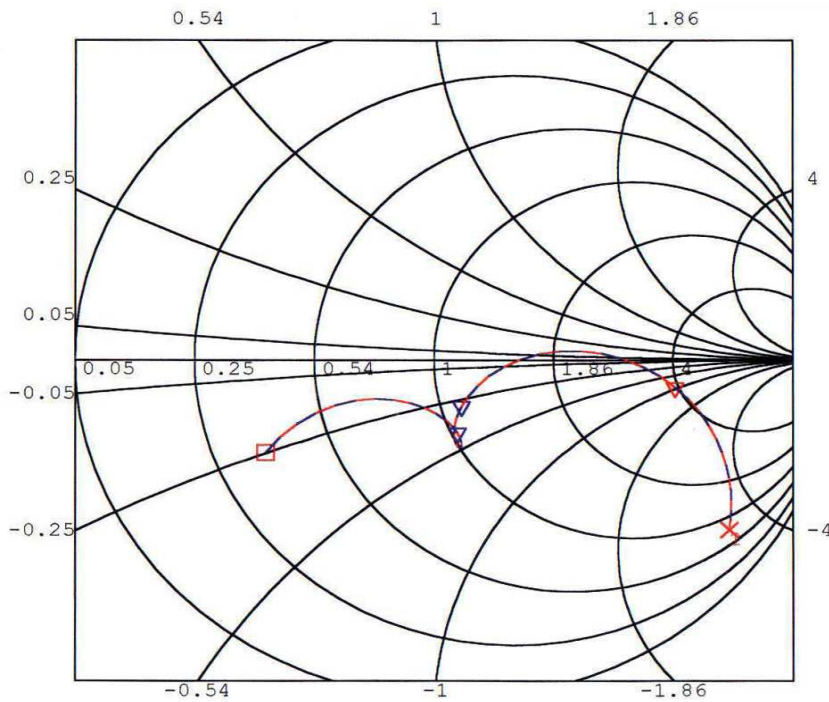
Zisk postranního laloku v H rovině

	-4,34dBi @ elev. úhel = 260,0 deg.
--	------------------------------------

Rozdíl zisků předního k postrannímu laloku

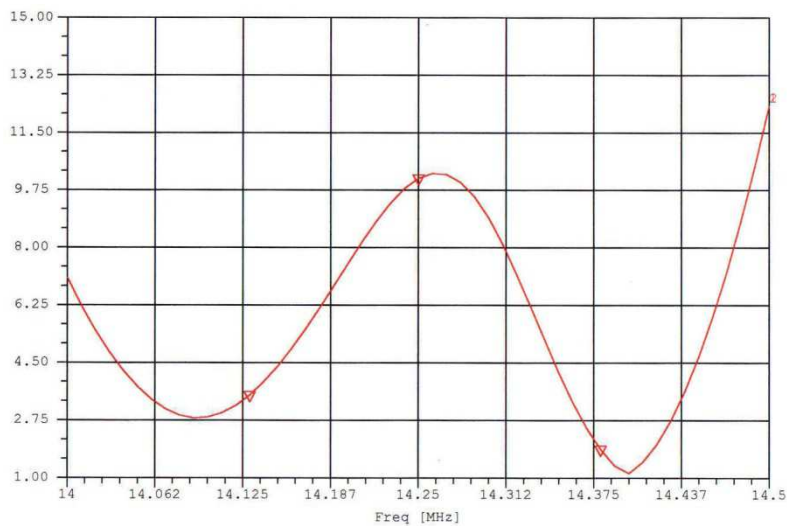
	14,17dB
--	---------

Obr. 5



Velmi rozšířené znázornění impedance ve Smithově diagramu. Lze odečíst jak amplitudu, tak i fázi koeficientu odrazu, rovněž i obě hodnoty komplexní impedance v průběhu kmitočtového pásma.

Obr. 6



Další používané znázornění obvodových vlastností – tzv. napěťový činitel stojatých vln. Ve stejném kmitočtovém pásmu jako na obr. 5 je znázorněn průběh poměru stojatých vln (dále PSV) nebo činitele stojatých vln (dále ČSV).

$$\text{ČSV} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

Γ - absolutní hodnota koeficientu odrazu.

3 DĚLENÍ ANTÉN

Z dosavadních poznatků vlastností antén dělíme antény podle různých kritérií.

3.1 Podle použití

- antény základnové
- antény mobilní
- antény přenosné

3.2 Podle šířky kmitočtového pásma

- úzkopásmové
- širokopásmové

Poznámka: Každá anténa má svoji vstupní impedanci v závislosti na kmitočtu. Přizpůsobení této impedance k nominálním hodnotám (50 Ω , 75 Ω , 300 Ω) se často vyjadřuje tzv. poměrem stojatých vln, což je dáno poměrem impedance antény k jmenovité hodnotě impedance. Vždy se udává absolutní hodnota poměru (větší než 1).

3.3 Podle vyzařovacího diagramu

- antény všesměrové
- antény směrové (s udáním zisku)

3.4 Podle polarizace

- antény lineární vertikální
- antény lineární horizontální
- antény s kruhovou polarizací.

3.5 Další dělení antén

je možné např. dle způsobu použití, cenové kvality, klimatické odolnosti atd.

4 SPECIÁLNÍ ANTÉNNÍ SYSTÉMY

4.1 Soustavy antén

Jednotlivé antény je možné seskupovat do anténních řad nebo anténních systémů. Provádí se to většinou pro vytvoření speciálního vyzařovacího digramu nebo zvýšení zisku. Znamé je tzv. patrování antén do svislých nebo vodorovných řad.

K anténní technice také patří koaxiální technika, díly propojovacích částí anténního systému a také combinery pro sdružování více vysílačů a přijímačů ke společnému anténnímu systému.

Combinery umožňují současný provoz více rádiových zařízení do jednoho anténního systému. Zabezpečují jejich vzájemnou elektrickou izolaci, zamezují vzniku rušivých signálů. K jejich konstrukci se používají např. dutinové rezonátory, cirkulátory, duplexery, nízkošumové lineární zesilovače, hybridní děliče atd.

4.2 Anténní systémy pro podzemní prostory

Pro vykrytí uzavřených nebo podzemních prostorů jako jsou např. silniční tunely, metro, velké průmyslové haly atd. se používají speciální anténní systémy. Jako vyzařovací prvek se zde kromě antén často používají různé typy vř vedení, jako např. dvoulinka, koaxiální kabel se štěrbinami nebo s podélně vyříznutou mezerou ve stínění.

Tato vedení se vyznačují malými podélnými útlumy a vazební útlum stačí na pokrytí nejbližšího okolí vř vedení. Jejich **výhodou** je většinou značná širokopásmovost (jsou schopné přenášet a vyzářit rádiové signály několika frekvenčních pásem). Tvoří tzv. anténní systém se směrovaným vyzařováním, který může být dlouhý i několik km. Do vyzařovacího vedení se mohou zapojovat zesilovače pro krytí ztrát a tím lze ještě zvýšit dosah.

Nevýhodou těchto anténních vedení je jejich nákladnost. Posouzení výhod a nevýhod a optimalizace návrhu je úkolem projektanta (navrhovatele rádiového systému) – návrh ve značné míře závisí na místních podmínkách. Obecná pravidla nelze stanovit.

*Poznámka: O pokrytí podzemních prostorů pojednávají podrobněji samostatné kapitoly:
**Koaxiální a vyzařovací kabely a
Útlumové plány***