



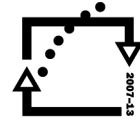
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:  
CZ.1.07/1.1.08/03.0009

# Antény

Antény jsou potřebné k bezdrátovému přenosu informací. Vysílací anténa vyzařuje elektromagnetickou energii a přijímací anténa na vzdáleném místě přijímá velice malou část této vysílané energie a přivádí ji přenosovou cestou k příjemci.

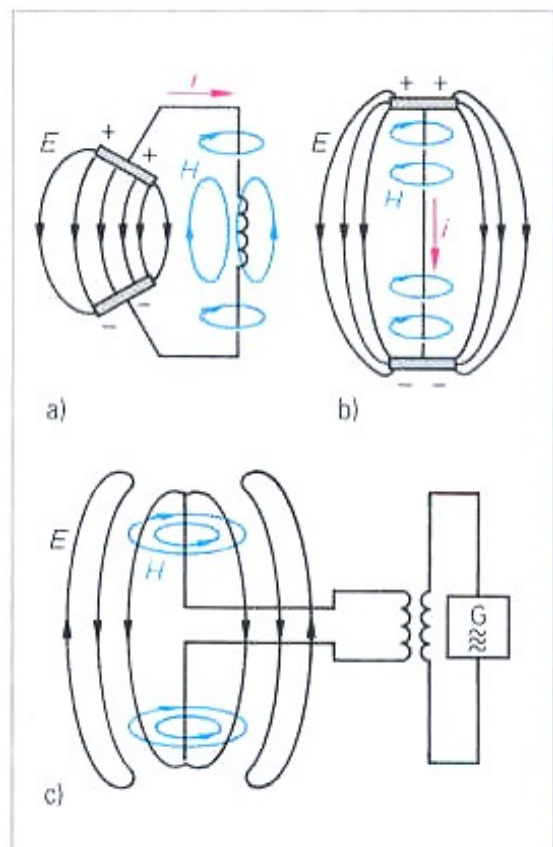
## Princip činnosti antény

**Vznik elektromagnetického vlnění.** V paralelním kmitavém obvodu dochází střídavě k téměř bezztrátové výměně energie mezi kondenzátorem a cívkou. V uzavřeném kmitavém (nebo rezonančním) obvodu je elektrické pole soustředěno převážně mezi deskami kondenzátoru a magnetické pole převážně v cívce a kolem ní. Jsou-li desky kondenzátoru vzdalovány od sebe, přesouvá se elektrické pole do volného prostoru (obr. 1a). Z uzavřeného kmitavého obvodu se stává otevřený kmitavý obvod (obr. 1b), elektrický dipól (v tomto případě jednoduchý dipól).

$$[\lambda] = \frac{\text{m}}{\frac{\text{s}}{1/\text{s}}} = \text{m}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$\lambda$  vlnová délka  
 $c$  rychlost šíření  
 $f$  kmitočet



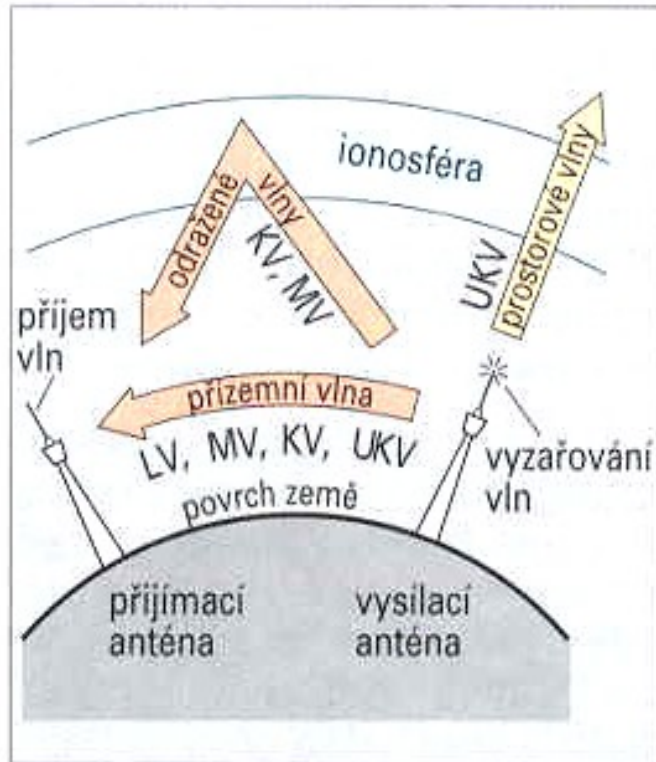
Obr. 1 Otevřený kmitavý obvod

## **Dipól je otevřený kmitavý obvod.**

Je-li jednoduchý dipól buzen (napájen) vysokofrekvenčním napětím dle obr. 1c, pohybují se volné elektrony v dipólu v rytmu napájecího napětí dipólu sem a tam. Ve středu dipólu je největší proud (pohyb elektronů) a nejmenší napětí (obr. 2.). Proud vytváří magnetické střídavé pole fázově posunuté (předbíhající) oproti proudu. Vektory obou polí (elektrického a elektromagnetického) jsou na sebe kolmé a mění se s kmitočtem budicího napětí. Během nárůstu kmitočtu elektrického střídavého pole, tedy během nárůstu rychlosti změn elektrického napětí mezi konci dipólu, se vzdalují siločáry velkou rychlostí od dipólu. Při takto otevřeném kmitavém obvodu se nevrátí veškerá energie zpět na dipól, neboť mnoho siločar je již tak vzdáleno, že jsou mimo možnost interakce se vznikajícím magnetickým polem. Tato část elektrického pole se oddělí od antény. Adekvátně tomu dojde k interakci části právě zanikajícího magnetického pole s polem nově vznikajícím při opačné půlvině budicího proudu. Také toto magnetické pole se oddělí od antény a přisune dříve oddělené elektrické pole před sebou zpět. Energie vyzářená dipólem do prostoru je nahrazována generátorem (obr. 1c), který napájí dipól jeho středem.

## **Elektromagnetické vlny jsou pohyblivá magnetická a elektrická pole s rovinami kmitů kolmými na sebe a stejnými rychlostmi šíření, a to rychlostí světla.**

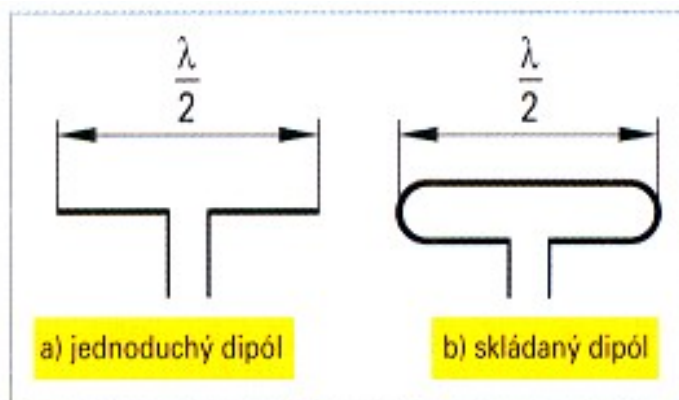
Elektromagnetické vlny se šíří rychlostí světla, což je ve volném prostoru  $c = 300\,000$  km/s. Vzdálenost mezi dvěma body stejné intenzity elektrického pole nebo stejné indukce magnetického pole ve směru šíření se nazývá vlnová délka  $\lambda$ . Dosah elektromagnetických vln narůstá v blízkosti Země (přízemní vlny) (obr. 2) s rostoucí vlnovou délkou. Vlny v rozsahu středních vln (MV) rozhlasového vysílání nebo krátkých vln (KV) se odrážejí od ionosféry (vrstvy ionizovaného vzduchu) (obr. 2).



**Obr. 2 Druhy elektromagnetických vln**

## Charakteristiky antén

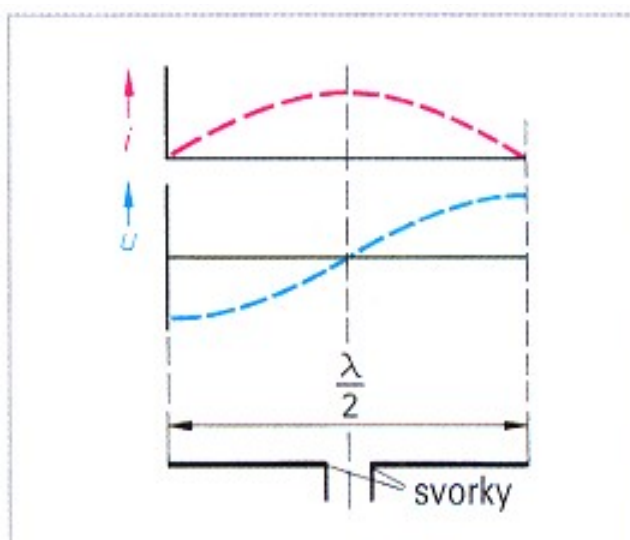
Přijímací antény mají zachytit signál vysílače a přivést jej do přijímače. Na elektrické pole elektromagnetického vlnění vyzařované vysílací anténou reaguje například tyčová anténa a na magnetické pole např. feritová anténa. Dvojitá symetrická anténa s dvoupólovým symetrickým výstupem se nazývá dipól (obr. 1). Ramena dipólové antény vodivě spojují místa prostoru, mezi nimiž je v poli rovinné vlny elektrické napětí úměrné intenzitě pole a rozměru dipólu. Toto napětí vyvolá elektrický proud dipólem. Proudový vzruch se šíří vodičem (ramenem dipólu) konečnou rychlostí. Je-li dipól dlouhý tak, že doba, za kterou proud projde z jednoho konce dipólu na druhý, je stejná jako perioda kmitů elektromagnetického vlnění, říkáme, že dipól má rezonanční délku. Osamocený tenký dipól je v rezonanci, je-li jeho délka násobkem poloviny vlnové délky přijímané vlny. Nejčastěji se používá půlvlnový dipól s délkou  $\lambda/2$  (obr. 1).



Obr. 1 Různé tvary půlvlnných dipólů

## Impedance, činitel zkrácení a výstupní napětí půlvlnného dipólu

Průběh napětí a proudu podél půlvlnného dipólu je zobrazen na **obrázku 2**. Vyladěný půlvlnný dipól se chová jako sériový rezonanční obvod při rezonanci, má tedy jen činný odpor (který je poměrem napětí naprázdno a proudu nakrátko přijímací antény nebo poměrem napětí a proudu u vysílací antény). Půlvlnný dipól ve volném prostoru má **impedanci** přibližně  $75\Omega$  a skládaný dipól (obr. 1, b) má impedanci  $4 \times 75 = 300\Omega$ .



Obr. 2 Průběh napětí a proudu na půlvlnném dipólu

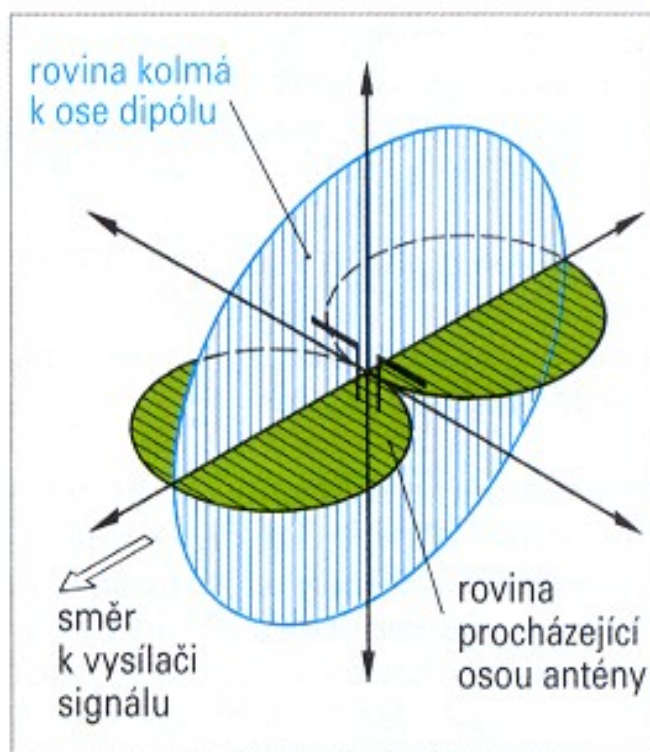
Elektromagnetické vlnění se v samotném dipólu šíří pomaleji než ve volném prostoru, a to rychlostí 0,75 c, proto musí mít půlvlnný dipól délku jen 0,75 délky půlvlny  $\lambda/2$  ve volném prostoru a koeficient 0,75 se nazývá **činitel zkrácení**.

**Napětí** na svorkách přijímací antény je úměrné intenzitě elektrického pole a vzdálenosti konců antény (ve směru siločar, tj. gradientu pole), je tedy rovno rozdílu potenciálů pole v místech konců antény.

## Směrnost antény

Požadavek na směrnost antény vyplývá z toho, že se v místě příjmu většinou vyskytuje kromě přímého signálu i několik signálů odražených (od hor, budov a jiných ploch), které jsou vzhledem k delší dráze časově posunuty a vytváří tzv. duchy (posunuté slabší obrazy) na televizní obrazovce.

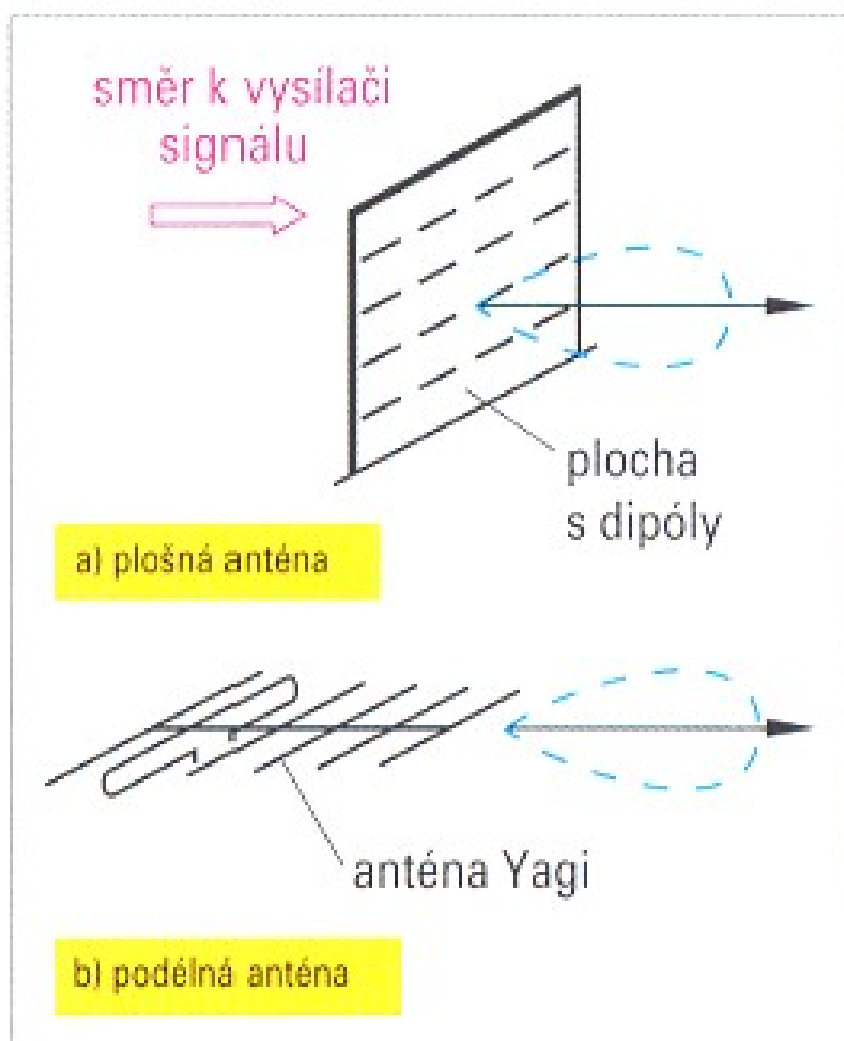
Anténa, která přijímá signál z jednoho směru lépe než z jiných směrů, se nazývá směrová anténa. Směrová charakteristika antény znázorňuje poměrné zesílení (v decibelech) signálů dopadajících na anténu z různých směrů. Na **obrázku 3** je směrový diagram půlvlnného dipólu a na obrázku 1 je směrový diagram antény s větší směrností.



**Obr. 3 Směrový diagram půlvlnného dipólu**

## Zisk antény

Zisk antény udává, kolikrát větší napětí dodá na své svorky anténa přijímající ve směru svého hlavního maxima v porovnání s referenční anténou. Obvyklou referenční anténou v pásmu decimetrových vln (příjem televize) je normalizovaný půlvlnný dipól. Zisk antén lze zvětšovat spojením více dipólů do vhodně geometricky uspořádané soustavy, a to buď do plochy kolmé ke směru příjmu (obr. 4a), nebo za sebe ve směru příjmu v uspořádání nazývaném anténa typu Yagi (obr. 4b).

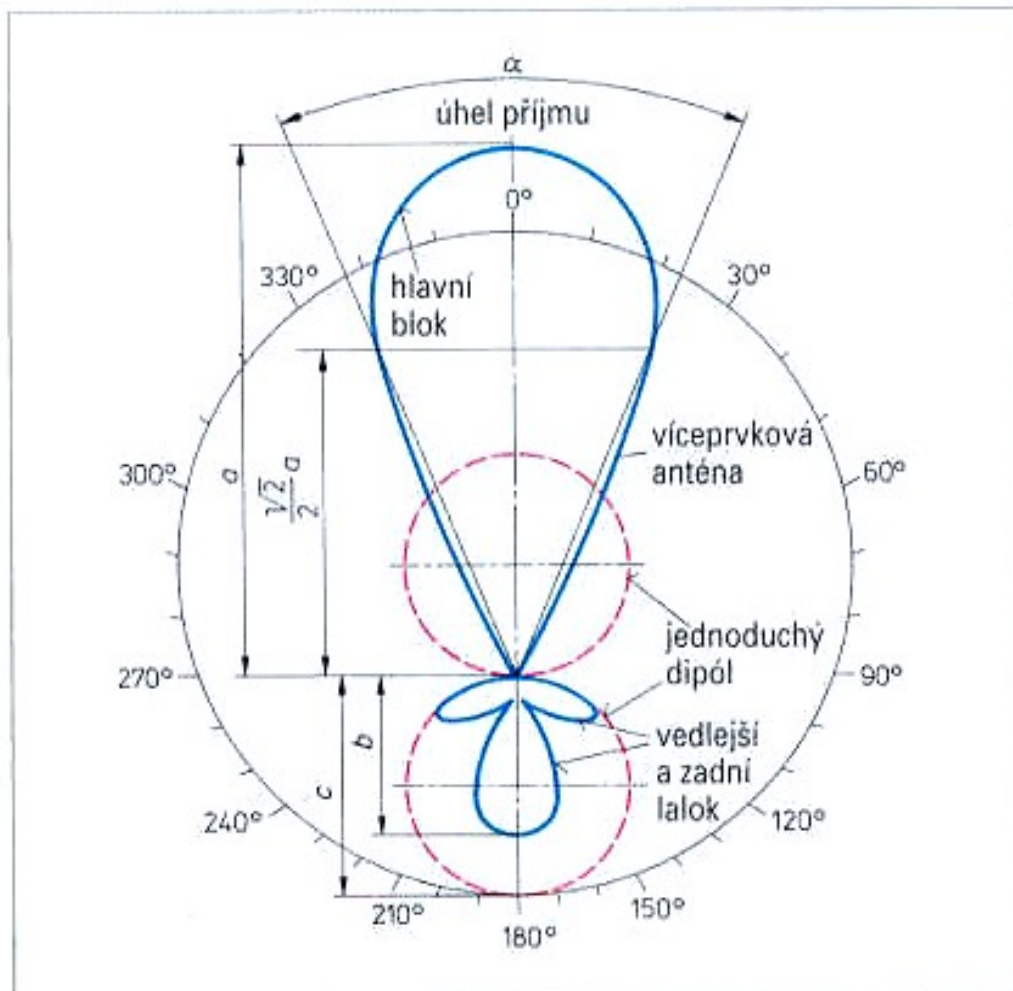


**Obr. 4 Víceprvkové antény**

Úhel příjmu antény  $\alpha$  (obr. 1), nazývaný též třídecibelová šířka svazku, je úhel, ve kterém je pokles zesílení antény oproti maximálnímu zesílení menší než o 3 decibely

(dB), tj. pokles maximálně na  $0,71 = \frac{\sqrt{2}}{2}$  maxima  $20 \cdot \log \frac{\sqrt{2}}{2} = 20 \cdot (-0,15) = -0,3 \text{ dB}$ .

Činitel zpětného příjmu je poměr napětí na svorkách při příjmu ve směru hlavního maxima k napětí při příjmu ve směru maxima největšího postranního laloku v zadní části směrového diagramu (obr. 1). Velikost činitele zpětného příjmu výrazně ovlivňuje kvalitu výsledného signálu v místech vícenásobného příjmu, typických pro městskou zástavbu. Činitele zpětného příjmu lze zvětšit reflektorovými prvky nebo odrazovou stěnou.

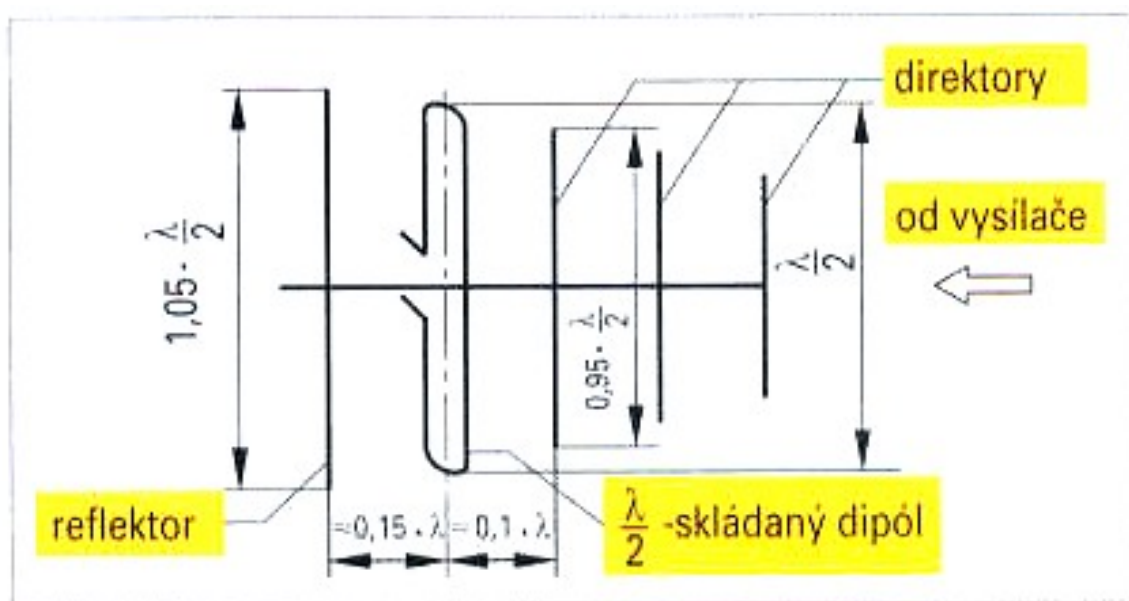


**Obr. 1 Směrový (vyzařovací) diagram směřové antény**



## Anténa typu Yagi

Anténní strukturu skládající se ze složeného půlvlnného dipólu (dipólového zářiče), reflektoru a soustavy direktorů navrhli v r. 1926 japonští vědci H. Yagi a S. Uda. Pro svou jednoduchou konstrukci, snadnou reprodukovatelnost a dobré elektrické vlastnosti se antény Yagi staly nejpoužívanějšími v pásmech VKV a UKV. Na obr. 2 jsou vyznačeny prvky antény Yagi. Direktory jsou vlastně dipóly se zkratovými svorkami. Vlna přijatá direktorem se od tohoto zkratu odráží a je zpět vyzařena s fázovým zpožděním daným délkou direktoru. Jsou-li vzájemné rozteče direktorů v souladu s fázovými posuny vyzařovaných vln, vznikne vedená vlna, která energií s přispěním reflektoru (který odráží energii, jež by jinak minula zářič) předá prostřednictvím zářiče do napáječe.



Obr. 2 Složení a rozměry antény Yagi

Směrovost antén Yagi závisí na přijímaném kmitočtu, počtu direktorů a reflektoru, jejich vzájemných vzdálenostech i geometrických rozměrech jednotlivých prvků.

Širokopásmovost antény udává, v jakém rozsahu se může měnit kmitočet přijímaného signálu, aniž by se podstatně změnily vlastnosti antény (hlavně zisk). Antény pak mohou být kanálové (úzkopásmové, selektivní), pásmové, nebo

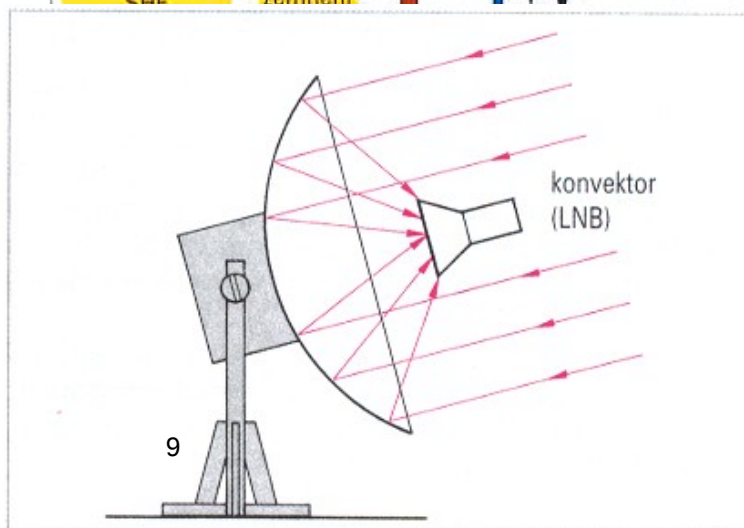
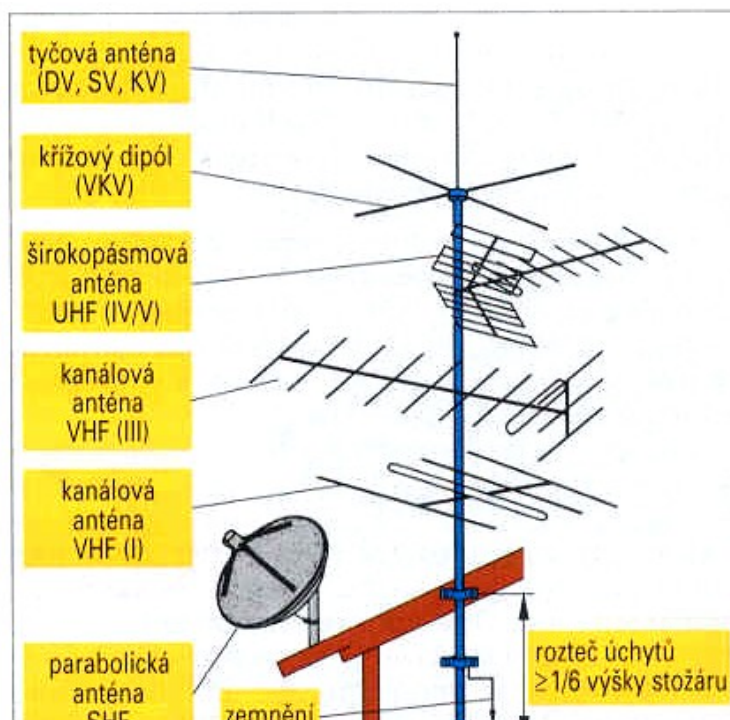


širokopásmové. Rozsahy kmitočtů pro jednotlivá pásma a kanály definuje mezinárodní norma CCIR<sup>1</sup>.

Použití antén typu Yagi je typické pro oblast televizního příjmu v pásmech VHF (Very High Frequency - kmitočtové pásmo 8, velmi krátké vlny 30 - 300 MHz) a UHF (Ultra High Frequency - kmitočtové pásmo 9, ultrakrátké vlny 300-3000 MHz). Pro příjem rozhlasu v pásmech kolem 70 MHz a kolem 100 MHz (VKV) je používán skládaný dipól, nebo všesměrový křížový dipól (obr. 3). Pro příjem rozhlasového vysílání v pásmech dlouhých vln (DV, 150 - 285 kHz), středních vln (SV, 510-1605 kHz) a krátkých vln (KV, 8 pásem v oblasti 3,95-26,1 MHz bývá v přijímačích zabudovaná feritová anténa a pro zlepšení příjmu na KV resp. VKV ještě teleskopická prutová anténa.

Pro příjem satelitního televizního a rozhlasového vysílání v pásmech SHF (Supra High Frequency) v rozpětí 10-13 GHz je nutno pro slabý signál ze satelitů vzdálených kolem 35 000 km používat antény opatřené parabolickým odražečem (reflektorem), umístěné na místech s přímou viditelností satelitu (obr. 3),

tzv. **parabolické antény**.



## Parabolická anténa

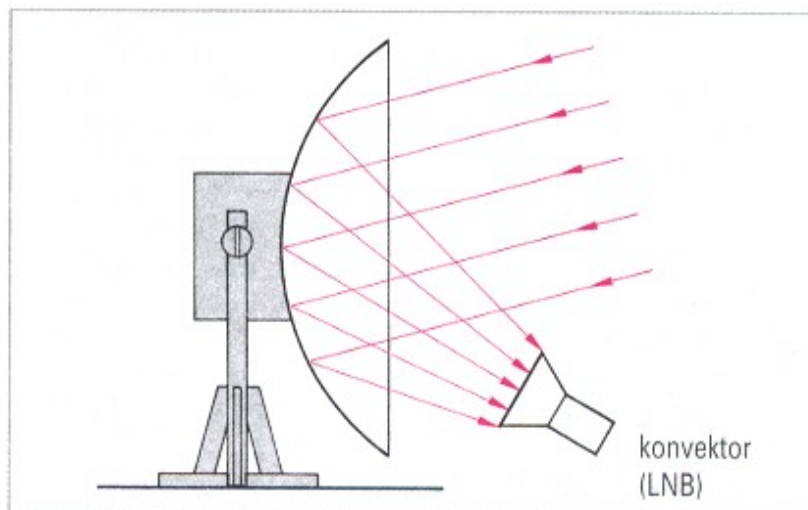
Parabolická anténa (obr. 1)

Obr. 1 Parabolická anténa (centrálně umístěný LNB)

se skládá z parabolického odražeče, bloku nízkošumového konvertoru (**LNB** - Low Noise Block convertor) a mechanického držáku obou částí.

Odražeč soustředí odražené vlny do trychtýřové antény LNB, která je umístěna v ohnisku parabolického odražeče (obr. 2). Konvertor LNB mění kmitočty satelitního signálu z 10-13 GHz na cca 1 GHz, který může být veden koaxiálním kabelem do přijímače. Je-li odražeč tvořen asymetrickou částí rotačního paraboloidu, a to převážně částí nad jeho

osou mířící k satelitu, nepadne radiový stín LNB na plochu odražeče (obr. 2) (leží mimo jeho využitou plochu) a v odražeči se nehromadí sněh a nečistoty, protože rovina jeho okraje je téměř svislá. Držák s anténou pro příjem digitálních satelitních



**Obr. 2 Parabolická anténa (offset LNB) s excentricky umístěným konvertorem**

stanic je umístěn na rotátoru se dvěma motory, které natáčejí při ladění stanic z různých satelitů celou anténu na tyto satelity.

### **Zařízení pro satelitní příjem**

Pozemní stanice vysílá signál na satelitní stanici, kde je signál zvuku i obrazu

namodulován (frekvenčně nebo digitálně) na nosnou vlnu v pásmu 10-13 GHz a vysílán tak, aby pokryl určitou oblast na zemi. Kmitočet kolem 12 GHz je optimální z hlediska útlumu signálu při průchodu atmosférou. Tyto satelity (např. řady ASTRA a EUTELSAT) jsou geostacionární a jsou umístěny ve výšce 35 000 km nad rovníkem.

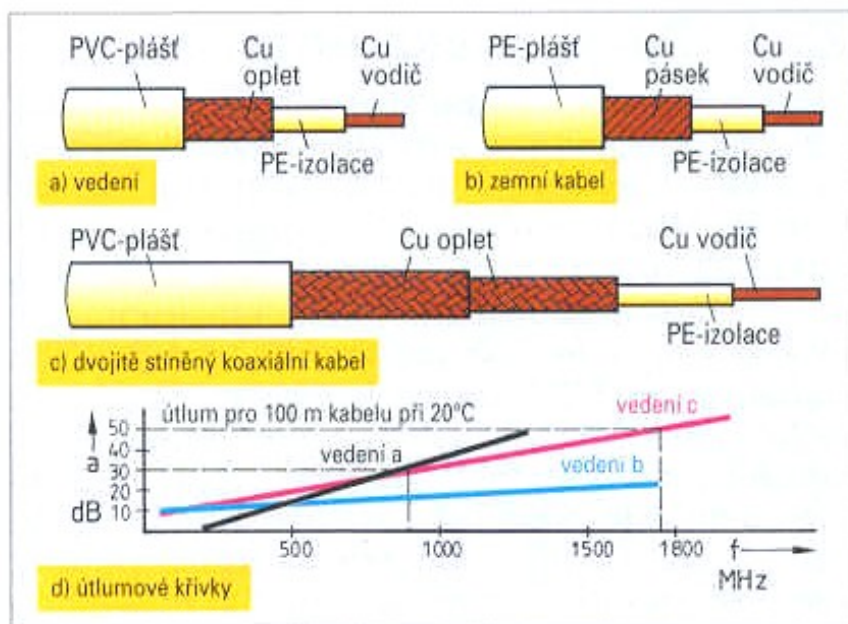
**Venkovní část přijímacího zařízení** obsahuje parabolický odražeč, LNB, držák a rotátor, případně 2 pevné antény (pro dvoustupový přijímač) pro 2 vzdálené satelity nebo 2 LNB s jednou parabolou (odražečem) při příjmu 2 blízkých satelitů. LNB přijímá SHF signál a převádí jej v mezifrekvenčním zesilovači na mezifrekvenční kmitočet (v rozpětí 950 MHz - 1750 MHz). LNB jsou napájeny přes svod koaxiálním kabelem.

**Vnitřní část přijímacího zařízení** je tvořena satelitním přijímačem. Do roku 2000 převažovaly analogové přijímače jednovstupové nebo dvoustupové. Po roce 2000 se začínají prosazovat přijímače digitální. Analogový přijímač převádí signál z LNB na druhý mezifrekvenční kmitočet, dále jej zpracovává a pak jej poskytuje televiznímu přijímači přes SCART konektor nebo namodulovaný na nosnou vlnu přes nesymetrický vstup 75 Ω přes koaxiální kabel. Digitální satelitní přijímač navíc ovládá motory rotátoru antény, kterou natáčí na zvolený satelit. Od r. 1999 jsou v ČR na trhu kombinované satelitní přijímače obsahující analogový i digitální přijímač a pozicionér pro natáčení antény.

Tabulka: Pásma televizního příjmu a příslušné typy antén/rozhlasová pásma																				
anténa	pásmové antény				širokopásmové antény				parabolické antény											
signál	kanálové antény				vícekanálové antény kanálové antény				pásmové antény vícekanálové antény											
kanál	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	21 až 29	23 až 39	38 až 47	40 až 56	43 až 69	pásmové antény až 641 analogových, až 3000 digitálních kanálů			
pásmo	I (VHF)				III (VHF)				IV (UHF)				V (UHF)				SHF			
rozsah kmitočtu	47 až 68 MHz				174 až 230 MHz				470 až 622 MHz				622 až 862 MHz				11,7 až 12,5 GHz			
rozhlasová pásma	dlouhé vlny (DV) 150–285 kHz				střední vlny (SV) 510–1605 kHz				krátké vlny (KV) 3,95–26,1 MHz				velmi krátké vlny (VKV) 87,5–108 MHz				SHF 10,7–12,7 GHz			

## Sítě pro rozvod signálu

K rozvodu rozhlasového a televizního signálu je zapotřebí anténní vedení, tzv. napáječ. Nejpoužívanějšími napáječi jsou koaxiální kabely (obr. 1) s impedancí  $75 \Omega$ . Útlum vedení pro určité kmitočty udává výrobce v dB/100 m. Útlum je závislý na kmitočtu (obr. 1d). Pro vedení satelitního signálu z LNB do přijímače se používá dvojitě stíněný koaxiální kabel (obr. 1c).



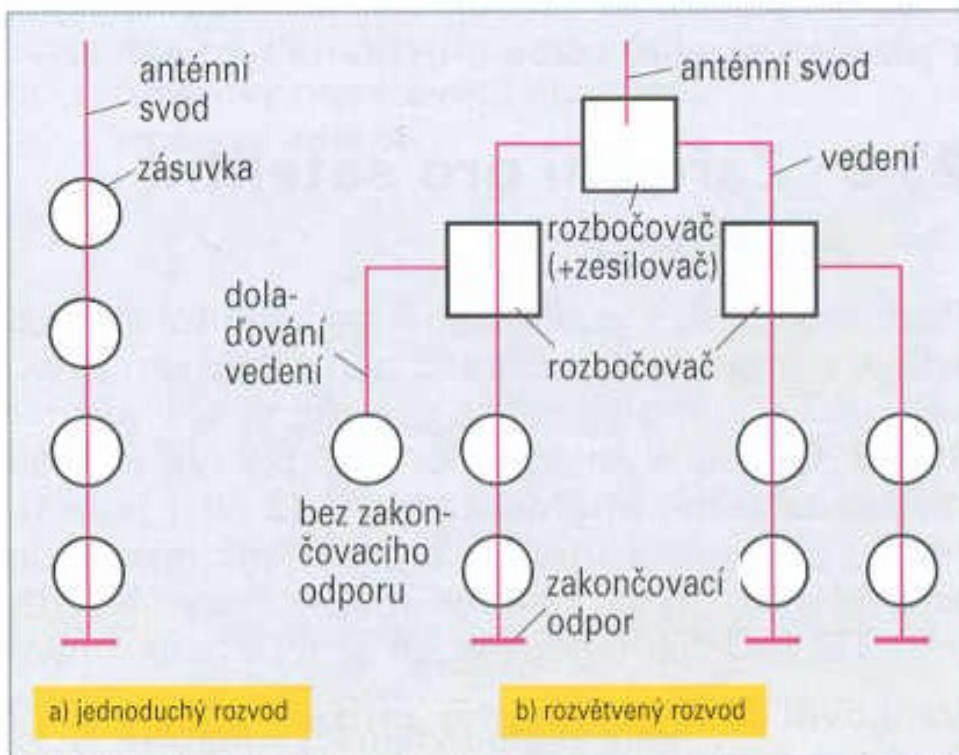
Obr. 1 Koaxiální vedení  $75 \Omega$  a příslušné útlumové křivky

Zatěžovací impedance napáječe, daná impedancí vstupu satelitního přijímače, musí být shodná s impedancí napáječe, aby nedocházelo k odrazům a aby byl optimální přenos energie.

## Anténní rozvody

Rozvody signálů od antén k účastnickým zásuvkám by měly být co nejkratší. Svody od jednotlivých antén by měly být vedeny podél ráhén a pak podél stožárů, aby neovlivňovaly příjem signálu vzduchem. Koaxiální kabely rozvodů mohou být ukládány do instalačních trubek, instalačních lišt nebo přímo pod omítku, a to ve vzdálenosti minimálně 10 mm uvnitř a 20 mm venku od rozvodů nízkého napětí (50-1000 V). K anténním rozvodům patří kromě vedení ještě anténní předzesilovače, slučovače, zesilovače, pásmové propusti, rozbočovače a účastnické zásuvky, případně ještě zdroje pro napájení anténních předzesilovačů, konvertorů a rotátorů (obr. 2).





Obr. 2 Rozvody signálů

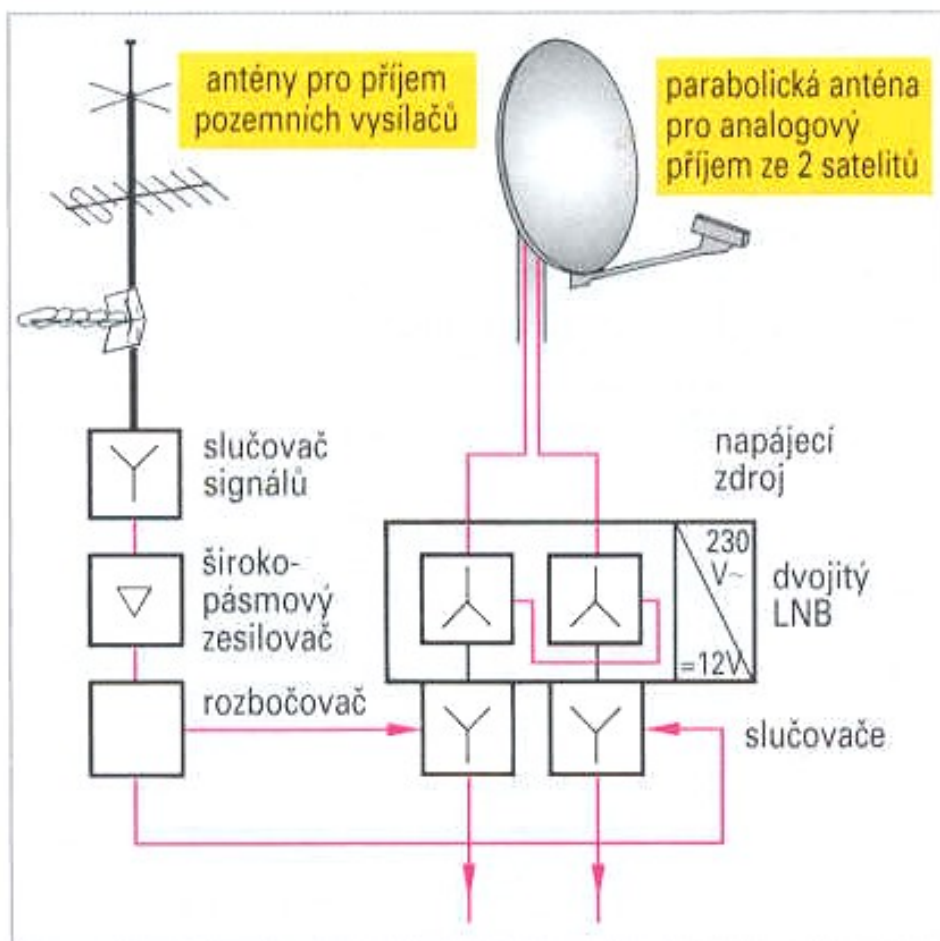
## Anténní zesilovače

Je-li anténou získaný signál příliš slabý, je třeba jej zesílit anténním zesilovačem hned za svorkami antény, aby získal dostatečný odstup od rušivých signálů a šumu. Je-li signál navíc relativně slabý oproti signálům na blízkých kanálech, je třeba volit nejen úzkopásmovou selektivní anténu, ale i selektivní kanálový anténní zesilovač. Mají-li přijímané signály relativně stejnou úroveň, je možno použít širokopásmovou anténu a širokopásmový zesilovač, jehož výhodou bývá větší zisk (přes 20 dB, tj. více než 10 krát) a nevýhodou větší šumové číslo oproti kanálovým zesilovačům se soustředěnou selektivitou.

Při příjmu satelitního vysílání je anténní zesilovač obsažen přímo v **LNB**. Trychtýřová anténa LNB přijímá vertikálně polarizovaný i horizontálně polarizovaný signál, každý zvlášť depolarizuje a jeden z nich pak zpracovává. Pokyn ke změně polarizačních rovin, tj. k přepnutí jednoho ze signálů na vstup předzesilovače, je dáván stejnosměrným napětím z přijímače (např. 14 V/18 V). Z předzesilovače jde signál do směšovače a pak do mezifrekvenčního zesilovače. Přepínání kmitočtových pásem se provádí střídavými signály (např. 22 kHz - nahoru/4 kHz - dolů). Výstup z **LNB** je přizpůsoben pro napáječ 75 Ω.

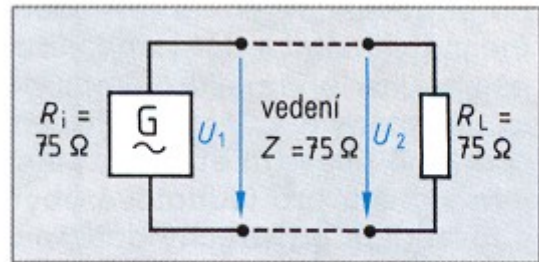
Napětí napájecího proudu a ovládacích signálů vedených koaxiálním kabelem k anténním zesilovačům, LNB a ostatním zařízením antén nesmí přesáhnout 50 V (ČSN 34 2820).

Slučovače signálů z různých antén sloučí signály do jediného napáječe. Podmínkou je, aby signál přijímaný jednou anténou nebyl vyzařován jinou anténou. Slučovače tedy musí obsahovat pásmové propusti, které vždy způsobí útlum signálů.



Obr. 3 Příklad sloučení více signálů

## Výpočet zesílení, útlumu, úrovně přijímaného signálu



Obr. 1 Přizpůsobené vedení a přijímač

Při práci s veličinami, jejichž rozsah hodnot je veliký (několik řádů), je výhodnější používat logaritmické měřítko, a to zvláště tehdy, jedná-li se o bezrozměrné poměrové veličiny. Ve sdělovací elektrotechnice a přenosové technice se používá logaritmická míra vyjádřená v decibelech (dB). Decibel je desetina Belu (B), který je definován jako dekadický logaritmus desetinásobného výkonového zesílení. Zesílení v decibelech pak vypočteme jako  $10 \cdot \log (P_1/P_2)$ , kde  $P_1$  je vstupní výkon a  $P_2$  výstupní výkon zesilovače. Při výpočtech týkajících se anténních signálů se obvykle porovnává napětí, které se přenáší při stálé impedanci vedení a výkon je úměrný druhé mocnině napětí, takže

$$A_U = 20 \lg \frac{U_1}{U_2}$$

$$[A_U] = \text{dB}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = 10^{\frac{A_U}{20 \text{ dB}}}$$

$$[G_U] = \text{dB}$$

$$\lg \frac{U_1}{U_2} = - \lg \frac{U_2}{U_1}$$

$$A_U = - G_U$$

$$A_{\text{celk}} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots$$

$$G_{\text{celk}} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots$$

$A_U$	míra útlumu, útlum v dB
$A_1, A_2 \dots$	dílčí útlumy (Attenuation = útlum)
$A_{\text{celk}}$	celkový útlum
$U_1$	vstupní napětí
$U_2$	výstupní napětí
$G_U$	míra zesílení, zesílení v dB
$G_1, G_2$	dílčí zesílení (Growth = nárůst)
$G_{\text{celk}}$	celkové zesílení

$$10 \cdot \log \left( \frac{P_1}{P_2} \right) = 10 \cdot \log \frac{U_1^2 / Z}{U_2^2 / Z} = 10 \cdot \log \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2 = 20 \log \frac{U_1}{U_2}$$

V praxi tedy znamená, že např. zesílení 6 dB znamená napět'ové zesílení 2, ale výkonové zesílení 4. Bereme-li útlum jako zesílení  $< 1$ , pak má vyjádření v dB zápornou hodnotu.



**Příklad 1:** Anténní signál má na začátku napáječe 0,8 mV, na konci 0,3 mV a pak je zesilovačem zesílen o 24 dB. Vypočtete: a) útlum napáječe, b) výstupní napětí zesilovače a celkové zesílení.

$$a) A_U = 20 \log \frac{U_1}{U_2} = 20 \log \frac{0,8 \text{ V}}{0,3 \text{ V}} = \mathbf{8,52 \text{ dB}} \quad \text{útlum}$$

$$b) \frac{U_1}{U_2} = 10^{\frac{A_U}{20 \text{ dB}}}; \quad U_2 = U_1 \cdot 10^{\frac{A_U}{20 \text{ dB}}} = 0,3 \text{ mV} \cdot 10^{\frac{24 \text{ dB}}{20 \text{ dB}}} = \mathbf{4,75 \text{ mV}}$$

$$c) G_{\text{celk.}} = G_1 + G_2 = -A_1 + G_2 = -8,52 \text{ dB} + 24 \text{ dB} = \mathbf{15,48 \text{ dB}} \quad \text{zesílení}$$

**Úroveň signálu** přijímaného anténou se pro usnadnění následných výpočtů většinou udává v decibelech nad mikrovoltem (dBμV), tj. udává se logaritmicky (v dB), kolikrát je napětí větší než 1 μV na zátěži 75 Ω. Měřiče úrovně signálů (obr. 2) jsou přímo cejchovány v těchto jednotkách, takže hodnotě 1 μV odpovídá 0 dBμV na přístroji.



**Obr. 2** Měřič úrovně signálu

$$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0}$$

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}$$

**Úroveň anténního signálu se udává v decibelech nad mikrovoltem (dBμV).**

- $L_U$  úroveň napětí v dBμV  
(Level = úroveň)
- $U$  napětí v μV
- $U_0$  referenční napětí 1 μV  
na 75 Ω
- $L_P$  úroveň výkonu v dBmW
- $P_0$  referenční výkon 1 mW

Přestože se hodnoty zesílení jednotlivých zesilovacích stupňů násobí, jejich logaritmy v dB se sčítají, přičemž zeslabení je vyjádřeno zápornou hodnotou logaritmu. Pro jednotlivé části rozvodů anténního signálu se udávají potřebné úrovně výstupního signálu, které mají být v pásmu I. pro účastnické zásuvky nejméně 52 dBμV, 54 dBμV v III. pásmu., 57 dBμV v pásmech IV. a V., 50 dBμV pro VKV stereo i pro pásma KV, SV a DV. Pro případy zhoršených podmínek příjmu se doporučuje rezerva v zesílení alespoň 6 dB.

**Příklad 2:** Pro nerušené podání obrazu i zvuku je potřeba na vstupu 75 Ω televizoru

úroveň signálu alespoň 54 dB $\mu$ V. Na svorkách antény je jen 0,2 mV na 75  $\Omega$ . Útlum celé přenosové cesty od antény k přijímači je 24 dB. Vypočtete potřebné a) zesílení anténního zesilovače, b) výstupní napětí anténního zesilovače, má-li být rezerva v zesílení 6 dB.

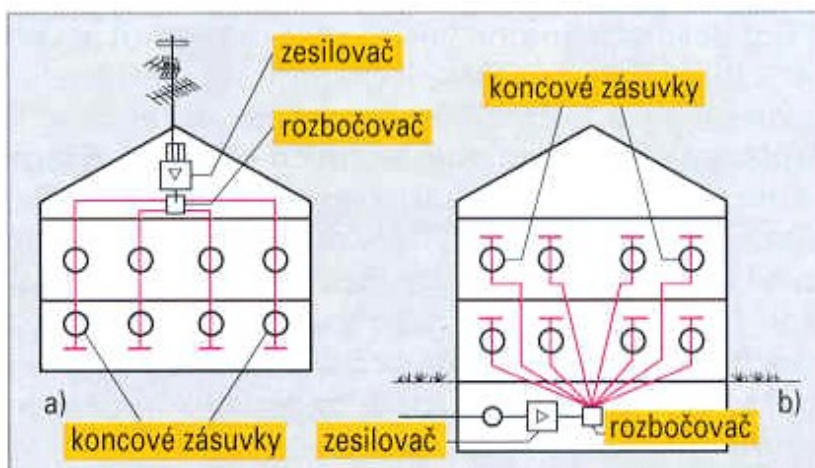
$$\text{a) } L_U = 20 \log \frac{0,2 \text{ mV}}{1 \mu\text{V}} = 20 \cdot \log 200 = 46 \text{ dB}\mu\text{V} \quad \text{je úroveň anténního signálu}$$

$$\text{b) } G_U = L_{U\text{min}} + A_{\text{celk}} - L_U + G_{\text{rez}} = 54 \text{ dB}\mu\text{V} + 24 \text{ dB} - 46 \text{ dB}\mu\text{V} + 6 \text{ dB} = \mathbf{38 \text{ dB}}$$

$$\text{c) } U_2 = U_1 \cdot 10^{\frac{A_U}{20 \text{ dB}}} = 0,52 \text{ mV} \cdot 10^{\frac{38 \text{ dB}}{20 \text{ dB}}} = \mathbf{16 \text{ mV}}$$

## Zřizování antén a anténních rozvodů

Při budování antén i s rozvodem signálu rozlišujeme individuální antény, individuální antény pro napájení více přijímačů (v rodinném domku) a společné antény (v ČSN 34 2820 označované jako STA-společné televizní antény), které mohou být zdrojem signálu pro jednotlivé obytné domy (obr. 1a) s rozvodem od střechy dolů, nebo mohou napájet signálem místní rozvod kabelové televize (obr. 1b).

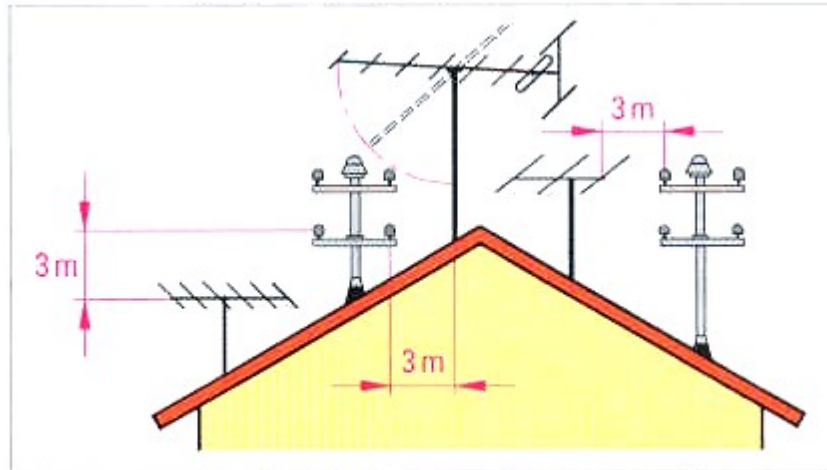


**Obr. 1 Rozvody signálu společných antén**

Antény musí vyhovovat ČSN 34 2820 - Předpisy pro antény, ČSN 36 7210 - Televizní přijímací antény a společné antény ještě ČSN 2830. Předpisy pro společné přijímací televizní a rozhlasové antény.

## Umístění a mechanická bezpečnost antén

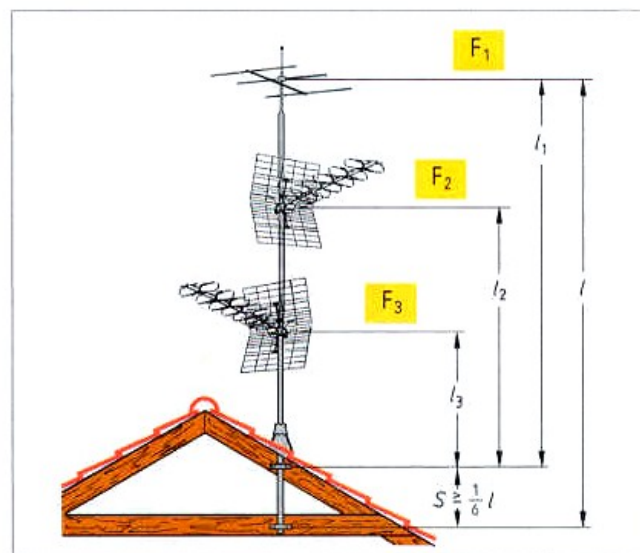
Vzdálenost mezi anténou a vodiči nízkého napětí musí být 3 m. Anténa nebo její části se nesmějí křížovat s telekomunikačními vedeními. Není-li vyhnutí, je třeba dodržet vzdálenost nejméně 3 m (obr. 2).



Obr. 2 Vzdálenosti antén od vzdušných vedení nízkého napětí

Pro připevnění antén se nesmějí používat jímací tyče hromosvodu (hlavně pro jejich malou pevnost), stojany a stožáry nadzemních sdělovacích nebo silnoproudých vedení a stromy. Anténní stožár však může sloužit jako jímač hromosvodu.

Kotvení stožáru antén je nutno volit podle místních podmínek. Při upevnění stožáru na trámovou konstrukci valbové střechy by měla být rozteč krajních upevňovacích míst alespoň jedna šestina venkovní délky stožáru (obr. 3). Kotvicí ocelové objímky by měly být připevněny k trámům vždy alespoň dvěma vruty 0 8 mm s šestihranou hlavou. K upevnění šroubů nelze použít ani hmoždinky ani sádro.



Obr. 3 Upevnění stožáru a umístění antén

Při upevnění stožáru na stěnu budovy, ocelovou konstrukci nebo nouzové k

pevnému komínu by měly být používány ocelové svorníky průměru alespoň 8 mm. Na plochých střechách bez vyvýšené nástavby lze stožár kotvit pomocí trojnožky s betonovými bloky na 3 nohách, která stojí volně na střešní krytině. Stožár i ostatní části anténního systému by měly mít antikorozi úpravu. Anténní stožár musí být pevnostně dimenzován podle výšky (délky nad střechou) a sil vyvozovaných tlakem větru. Měrný tlak větru v našich podmínkách dosahuje hodnoty  $p = 700 \text{ Pa}$  (tj.  $700 \text{ N/m}^2$ ), v horských oblastech se počítá s dvojnásobkem. Síly působící na anténu jsou úměrné měrnému tlaku, plochám jednotlivých částí ( $S$ ) a aerodynamickému součiniteli ( $e$ ), jehož hodnota se podle poryvů větru pohybuje mezi 1,5 až 7, takže:  $F = S \cdot p \cdot e$  [N]. Jednotlivé síly vytvářejí ohybové momenty  $M$ , úměrné vzdálenostem jejich působišť od horního ukotvení stožáru (obr. 3). Výsledný moment je součtem jednotlivých momentů a namáhá stožár kriticky v místě jeho horního ukotvení. Pro stožáry vyšší než 6 m nebo při očekávaném momentu převyšujícím 1650 Nm je třeba přezkoumat statickou pevnost částí budovy, ke kterým je stožár upevněn.

$$M_1 = F_1 \cdot l_1$$

$$M_{\text{celk}} = M_s + M_1 + M_2 + \dots$$

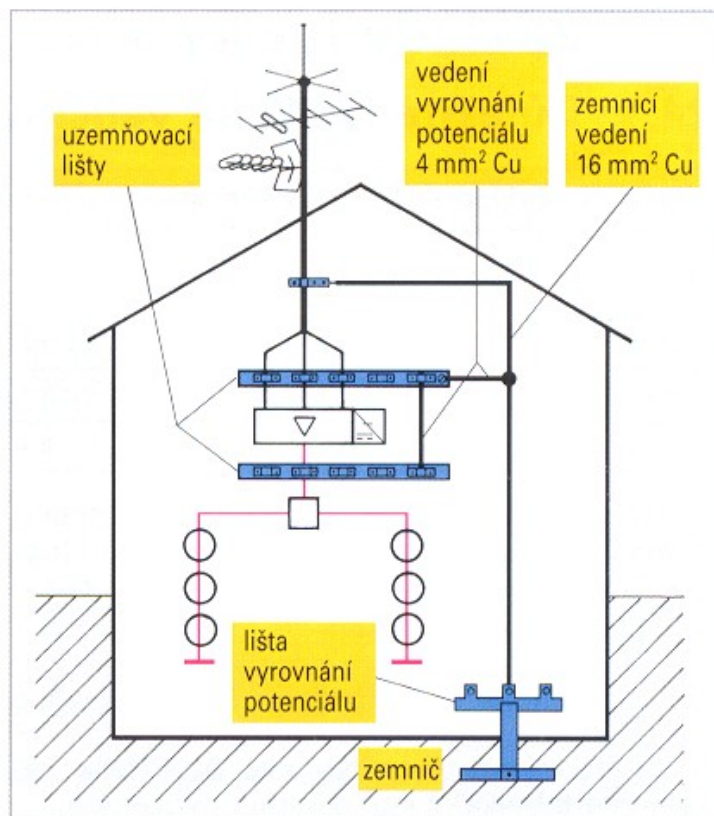
$M_1, M_2$	momenty antén
$M_s$	moment stožáru
$F_1, F_2, \dots$	aerodynamické síly
$l_1, l_2, \dots$	vzdálenosti antén od horního ukotvení
$M_{\text{celk}}$	celkový ohybový moment

## Elektrická bezpečnost antén

Pro ochranu před účinky atmosférické elektřiny musí být anténa vždy uzemněna. Platí to i pro antény umístěné v půdním prostoru, neplatí to pro pokojové antény.

Anténní stožár musí být uzemněn přes hromosvod nebo vodivé uzemněné rozvody, např. vody, nebo samostatným zemnicím svodem na zemnicí lištu nebo lištu vyrovnání potenciálu, a to měděným vodičem průřezu alespoň 16 mm<sup>2</sup>, hliníkovým vodičem průřezu alespoň 25 mm<sup>2</sup>, ocelovým pozinkovaným drátem průměru alespoň 8 mm, nebo ocelovým pozinkovaným páskem 3x 20 mm

Jako zemnic může být využit základový zemnic nebo zemnic hromosvodu. Pokud by byla anténa na chatě bez hromosvodu na samostatném stožáru, bylo by nutno zřídit samostatný tyčový nebo páskový zemnic. Zemnicí vodič musí být k anténnímu stožáru připevněn v nejnižší části. Stínění koaxiálních anténních svodů (napáječů) před zesilovačem i za zesilovačem je třeba zabezpečit vyrovnáním potenciálu (obr.). Anténní svody a rozvody by neměly být vedeny volně prostorami se zvýšeným požárním nebezpečím a prostorami s nebezpečím výbuchu. Vedení anténního rozvodu nesmějí být vedena ve společné trubce, instalační krabici nebo rozvodné skříně se silovými nebo sdělovacími vedeními.



Obr. Připojení antény k uzemnění a k vyrovnání potenciálu



## Bezpečnostní opatření při montáži antén

Před započítím prací na anténním systému je třeba se přesvědčit, zda mezi anténou a zemí není nebezpečné dotykové napětí. Při práci v blízkosti venkovního rozvodu nízkého napětí (např. při manipulaci s dlouhou tyčí stožáru) je třeba učinit odpovídající bezpečnostní opatření. Při montážích (zvláště při instalaci stožáru nebo těžkých výložných ramen, rotátorů apod.) nad šikmou částí střechy skloněné k ulici, je třeba ohroženou část chodníku opatřit zábranami a varovnými tabulkami (Pozor, na střeše se pracuje). Při pracích na šikmých střeších bez lávek se zábradlím musí být montéři připoutáni.

## Povolování a schvalování antén a anténních rozvodů

Venkovní antény pro rozhlasový a televizní příjem není dovoleno zřizovat na objektu, kde již byla zřízena společná anténa vhodná pro požadovaný příjem. Při sporu posoudí vhodnost takové antény příslušný inspektorát radiokomunikací - radiokomunikační odrušovací služba. Zřizování antén na památkově chráněných objektech vyžaduje povolení příslušných orgánů. Venkovní antény podléhají revizím z hlediska ochrany před účinky atmosférické elektřiny, které jsou součástí revizí hromosvodů podle ČSN 34 3800. Revize společných antén jsou povinné jednou za dva roky, u ostatních antén jednou za 5 let.

## Otázky k opakování

1. **Jakou vlnovou délku má záření vysílače o kmitočtu 96 MHz?**
2. **Co je to anténní dipól?**
3. **Jmenujte prvky anténních rozvodů.**
4. **K čemu slouží anténní zesilovač?**
5. **Proč je nutno propočítat účinky větru na anténní stožár?**
5. **Jaký minimální průřez musí mít zemnicí vodič anténního stožáru?**
6. **Jmenujte bezpečnostní opatření při montáži antén.**