

# ANTÉNY A ŠÍŘENÍ VLN

Doporučená literatura:

Mazánek, M, - Pechač, P. – Vokurka, J.:

ANTÉNY A ŠÍŘENÍ VLN, Praha, ČVUT, 2002

# PŘIJÍMAČE

Doporučená literatura:

Žalud, V.: Multimediální přenosy signálů

[mmprenos.pdf](#)



## Radiokomunikační přenosový řetězec

Problematika rádiového přenosu, který je naznačen v řetězci na obrázku, zahrnuje vlastnosti:

- Antén
- Napájecích vedení antén
- Prostoru mezi vysílací a přijímací anténou – tedy přenosového prostředí

V jednotlivých případech konkrétní situace nese komplikované otázky

- Volba frekvenčního pásma
- Konkrétní systémové požadavky

# Klasifikace elektromag. vln z hlediska šíření

Šíření elektromagnetických vln je ovlivněno mnoha faktory – 2 základní skupiny:

- vlastní prostředí šíření
- prostorové uspořádání (geometrie) celé situace

Většinou jde o šíření nad obecným zemským povrchem s proměnlivou vodivostí, s různým profilem a drsností povrchu.

Atmosféra představuje rovněž časově proměnlivé prostředí s různou komplexní permitivitou, která je např., příčinou zakřívování paprsku v troposféře, odrazu vln v ionosféře atd.

Vliv meteorologických jevů v atmosféře – déšť, sníh, kroupy, mlha, vodní páry atd. – způsobují útlum a rozptyl elektromagnetických vln.

Některé z jevů působí téměř stejně v širokém pásmu kmitočtů, jiné mají značně úzkopásmové působení. Selektivnost je např. zřejmá při působení jednotlivých plynů a látek ve vzduchu.

## Rozdělení frekvenčních pásem

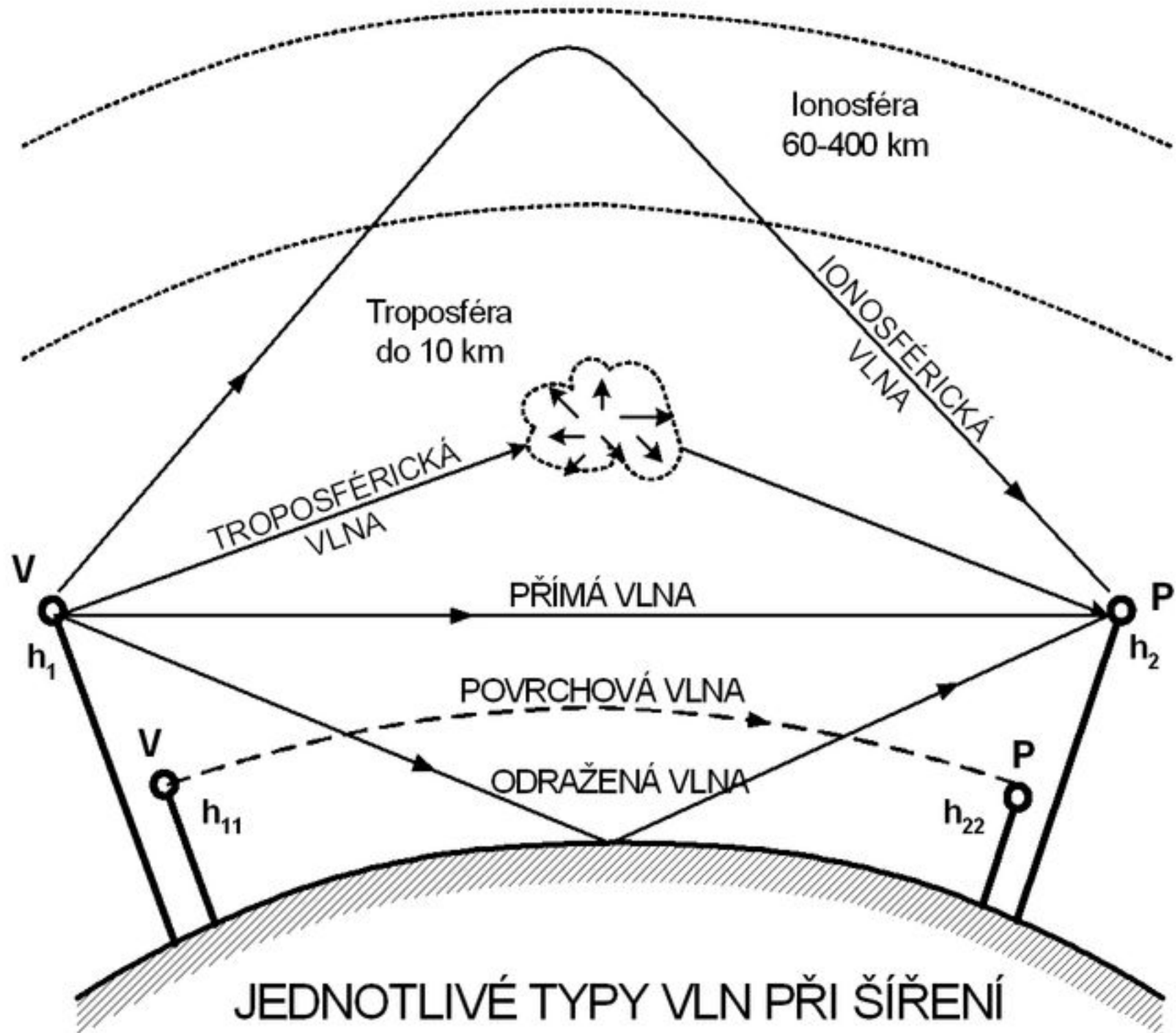
Mezinárodní zkratka	Frekvence	Vlnová délka	Český název	Anglický název
ELF	3mHz - 3kHz	1000km-100km	extrémně dlouhé vlny	Extremely Low Frequency
VLF	3kHz - 30kHz	100km-10km	velmi dlouhé vlny	Very Low Frequency
LF	30kHz - 300kHz	10km-1km	dlouhé vlny (DV)	Low Frequency
MF	300kHz - 3MHz	1km-100m	střední vlny (SV)	Medium Frequency
HF	3MHz - 30MHz	100m-10m	krátké vlny (KV)	High Frequency
VHF	30MHz - 300MHz	10m-1m	velmi krátké vlny (VKV)	Very High Frequency
UHF	300MHz - 3GHz	1m-10cm	ultra krátké vlny (UKV)	Ultra High Frequency
SHF	3GHz - 30GHz	10cm-1cm	mikrovlny	Super High Frequency
EHF	30GHz- 300GHz	1cm-1mm	mikrovlny (mm vlny)	Extremely High Frequency

Některé z popsaných jevů mají dlouhodobý (trvalý) charakter, jiné se v čase rychle mění.

Šíření elektromagnetické vlny není obecně záležitostí jediného, víceméně přímočaře se šířícího paprsku, který znázorňuje směr postupu elektromagnetické vlny, ale většinou sledujeme **součet** většího počtu takových vln vzniklých nejrůznějšími odrazy.

Z hlediska šíření obecně můžeme rozlišit **několik typů vln** podle mechanismů jejich šíření. Ty jsou jiné v relativně (**vztaženo k vlnové délce**) malé výšce nad zemským povrchem, jiné ve větší výšce nad zemí a v jednotlivých vrstvách atmosféry i ve volném kosmickém prostoru.

Pro jednotlivá **frekvenční pásma** je obvykle typický či spíše převažující určitý typ šíření – dáno např. vlnovou délkou a v návaznosti na to také realizovatelností určitého typu antén.



JEDNOTLIVÉ TYPY VLN PŘI ŠÍŘENÍ



# ATMOSFÉRA

- 0 – 11 km – troposféra
- 11 – 60 km – stratosféra
- 60 – 600 km – ionosféra
- nad 600 km – exosféra

Tyto vrstvy jsou časově proměnlivé a záleží i na geografické poloze. Zjevně troposféra – teplota, vlhkost, vrstvení, meteorologické jevy. Ionosféra – počet ionizovaných částic závisí na denní a roční době na aktivitě slunečního cyklu i na geografické poloze.

## Povrchová (přízemní) vlna

Šíření v blízkosti země podél rozhraní dvou elektricky rozdílných prostředí – relativně vodivá zem a nevodivý vzduch. Antény elektricky relativně nízko – dáno poměrem  $h/\lambda$ . V tomto případě  $h/\lambda < 1/2$  – postupné zakřívování – vlna sleduje zemský povrch. Útlum této vlny závisí především na parametrech zemského povrchu podél spoje. Typické pro relativně nízká frekvenční pásma (do několika MHz). Záleží také na vzdálenosti.

## **Odražená a rozptýlená vlna**

Šíření z vyvýšených míst – s ohledem na délku spoje je nutné uvažovat paprsek přímý i odražený – prostorový rozptyl (difrakce) na překážkách. Výsledná intenzita dána vektorovým součtem obou složek – nutné uvažovat nejen velikost, ale i fázový posuv při odrazu. Dostatečná výška antén -  $h/\lambda \gg 1/2$  (podstatně větší).

## **Prostorová vlna**

Současná existence přímé a odražené vlny – výsledná intenzita obecně komplexním součtem – označujeme jako šíření prostorovou vlnou. Typické pro přímou viditelnost mezi V a P zajištěnou vyvýšenými anténami, frekvence nad 30 MHz.



## **Troposférická vlna**

Použití na velké vzdálenosti (za obzor – až tisíce km). Směrové antény, velký výkon vysílače, rozptyl na nehomogenitách v atmosféře. Pouze u kratších vln – prakticky stovky MHz a jednotky GHz.

## **Ionosférická vlna**

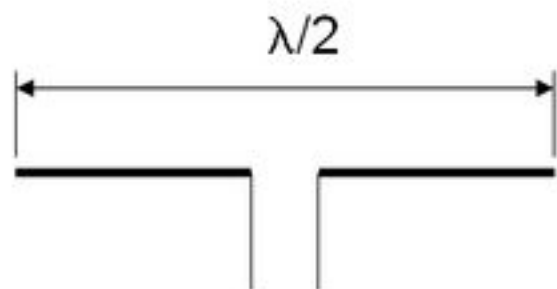
V ionosféře je několik silně ionizovaných vrstev. Odraz (postupné otočení) od ionosféry – spojení na velké vzdálenosti – jeden odraz až 4000 km, více odrazů pro spoje nad 4000 km. V zásadě se odrážejí vlny delší než 10m – typicky pásmo KV. Vzhledem k časové a geografické proměnlivosti stavu ionosféry je nutné stanovit vhodný frekvenční režim spoje – předpovědi, předpovědní mapy.

# Základní antény

Anténa je zařízení pro vyzařování nebo příjem radiových vln. Je hraničním prvkem radiokomunikačního řetězce – změna charakteru šíření elektromagnetické vlny z šíření podél vedení na šíření ve volném prostoru.

Podle konkrétního směru přenosu energie dělíme antény na **přijímací** a **vysílací**. Ty se liší některými požadavky na ně kladenými a konstrukcí, řada parametrů je naopak shodná. Společné vlastnosti jsou založeny na platnosti principů **duality** a **reciprocity**.

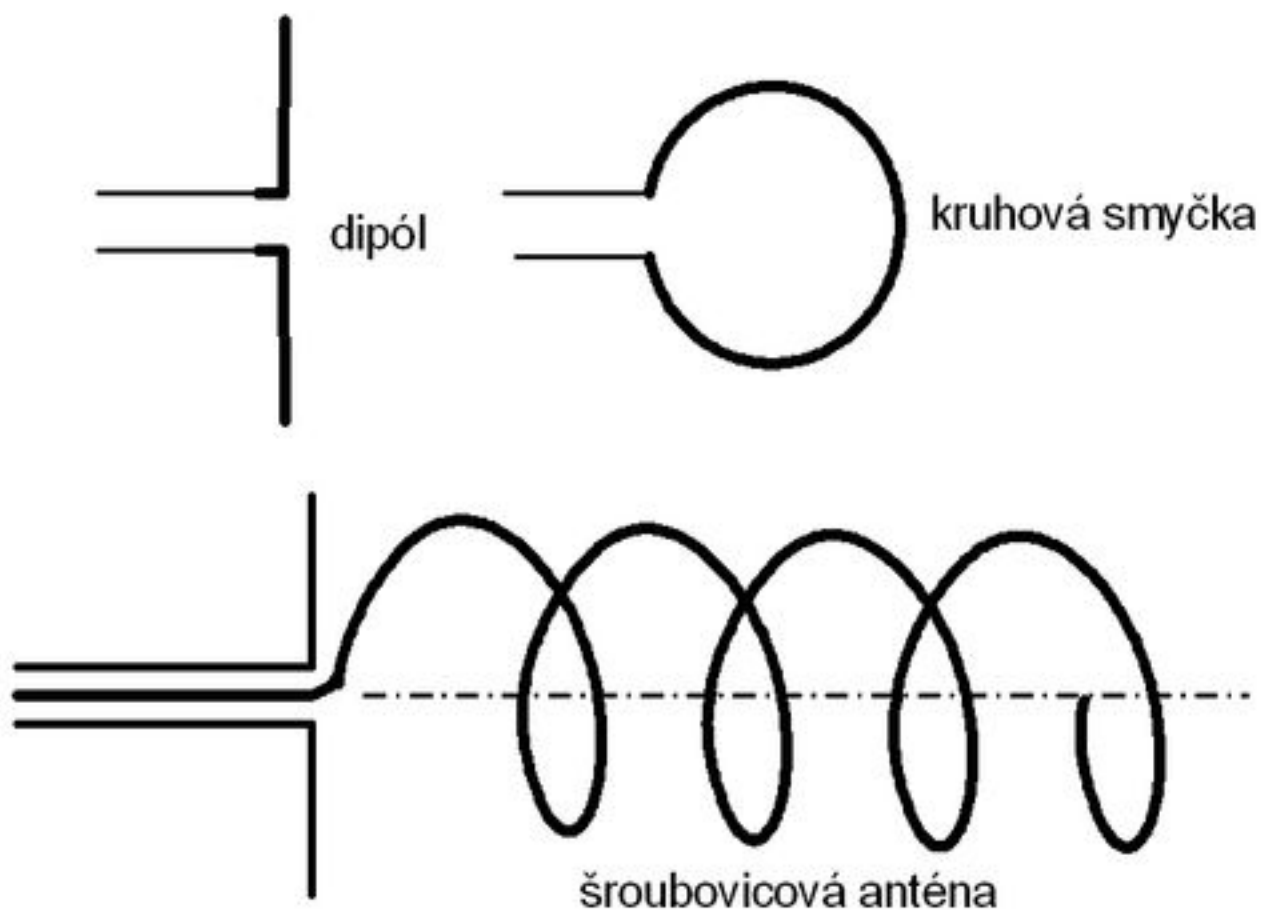
**Anténa** jako koncový prvek radiokomunikačního řetězce postatně ovlivňuje svými parametry kvalitu celého radiokomunikačního přenosu. Je citlivá na frekvenci, směr šíření a polarizaci vlny – pak také představuje prvek s vlastnostmi **filtru** nejen ve frekvenční oblasti, ale i v oblasti prostorových souřadnic směrů příjmu a orientace vzhledem k příjmu různých polarizací.



Má-li anténa energii účinně vyzařovat či přijímat, musí být její rozměry (podle typu antény) v „rozumném“ poměru k vlnové délce např.  $\lambda/2$ .

## Drátové (lineární) antény

Vyzařování je založeno na vyzařování vodičů a jejich soustav, kde délkový rozměr převládá nad jejich průměrem.



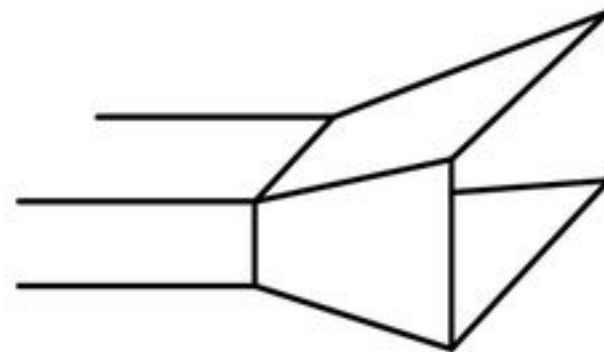
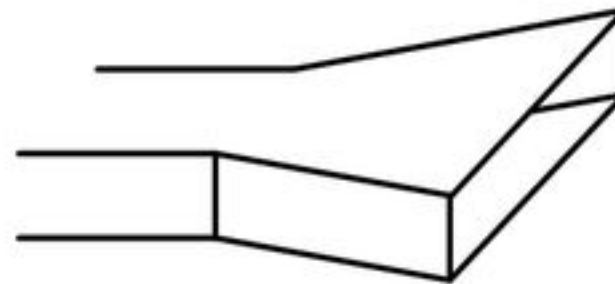
## Plošné antény

Vyzařovací částí je výstupní plocha, např. vlnovodné ústí, nebo trychtýře  
nejrůznějších tvarů atd.

Pravoúhlý vlnovod



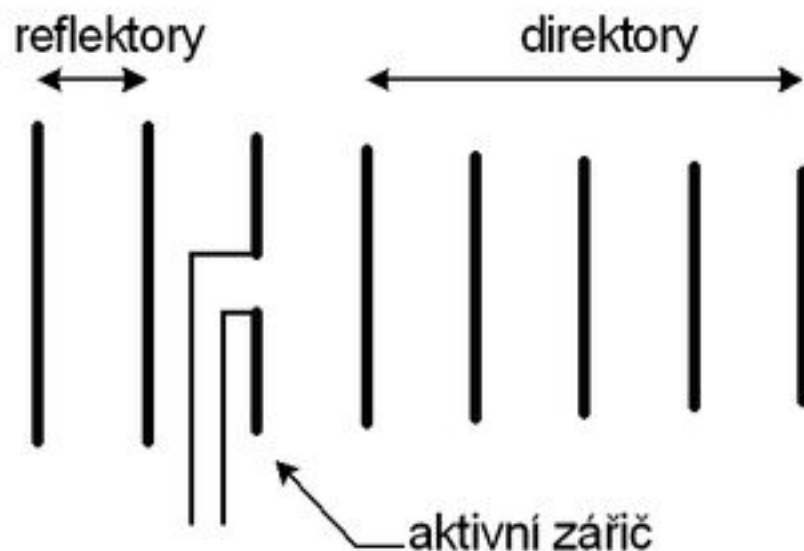
Plochý a jehlanový trychtýř



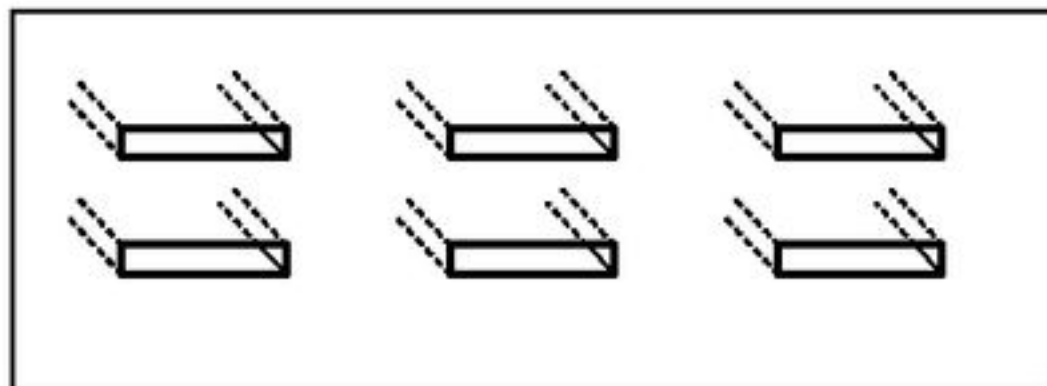
Trychtýře jsou často použity  
jako primární zářiče.

## Anténní řady a pole

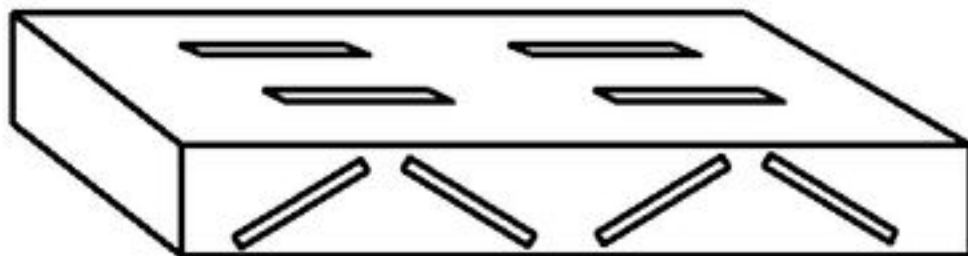
V řadě aplikací nelze dosáhnout požadovaných vlastností antény jediným elementem. Proto se vytvářejí uspořádané soustavy jednotlivých zářičů v prostoru, či ploše nebo pouze v řadě.



Yagiho řada



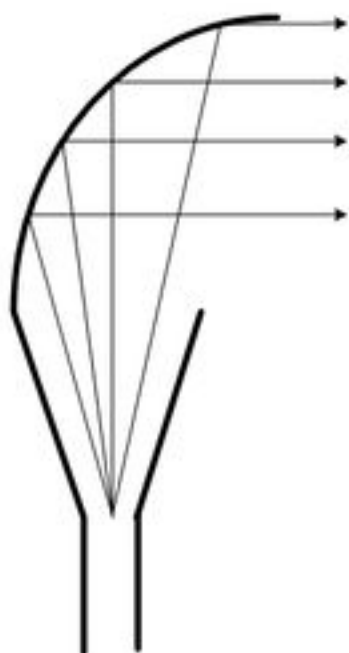
Plošné vlnovodné pole



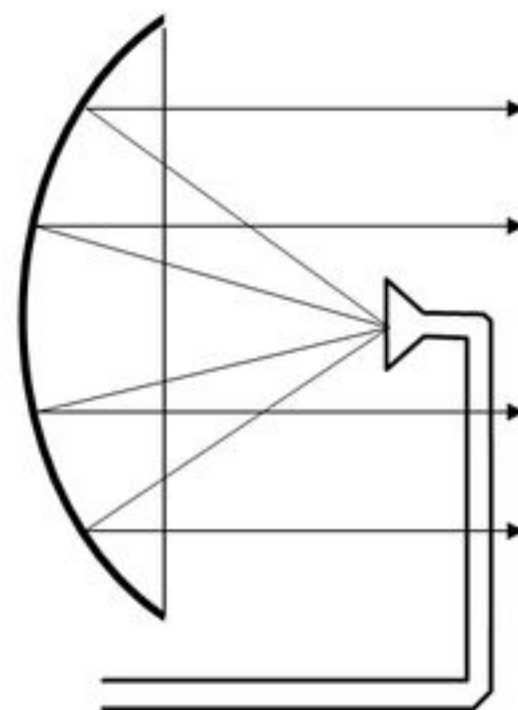
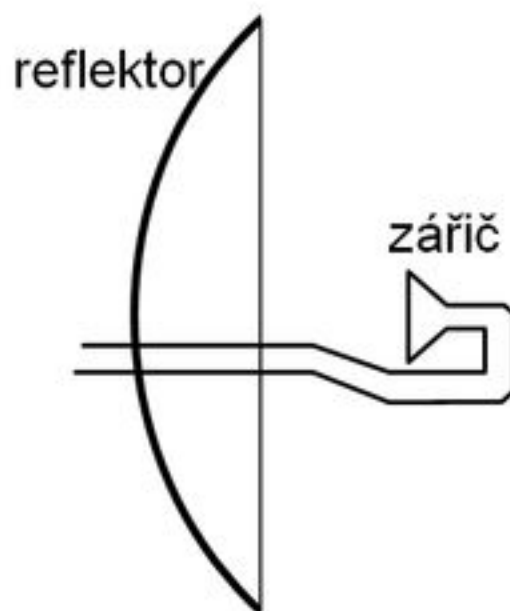
Štěrbínová řada

## Reflektorové antény

Používají speciálně tvarovaný reflektor, nebo soustavy reflektorů k formování směrových (vyzařovacích) vlastností primárního zářiče. Obvykle se dosahuje formování divergujícího pole primárního zářiče na rovinnou vlnu. Většinou jde o antény vysoce směrové.



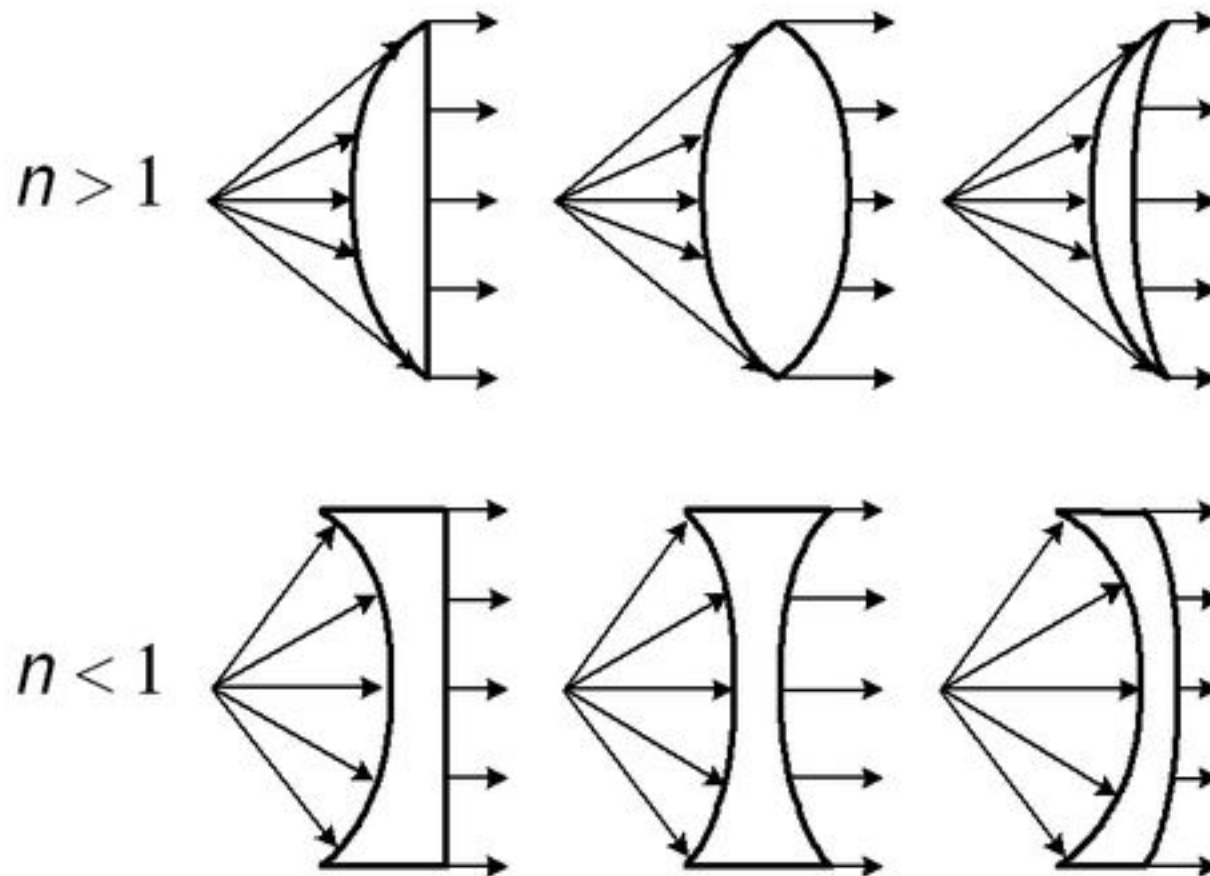
Trychtýřová  
parabolická  
anténa



Dva způsoby napájení primárních zářičů  
- přívodní vlnovody.

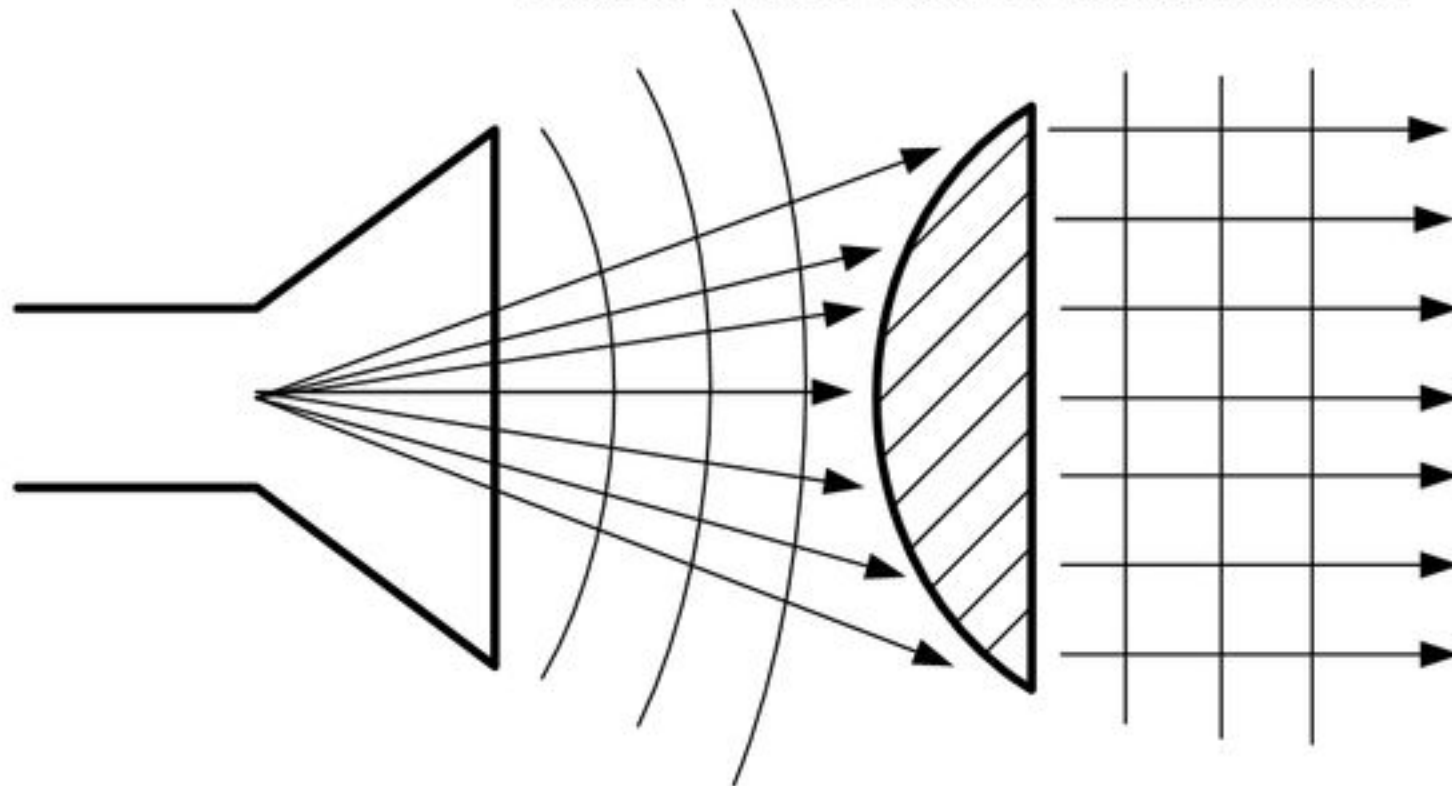
# Anténní čočky

$n$ ...relativní index lomu



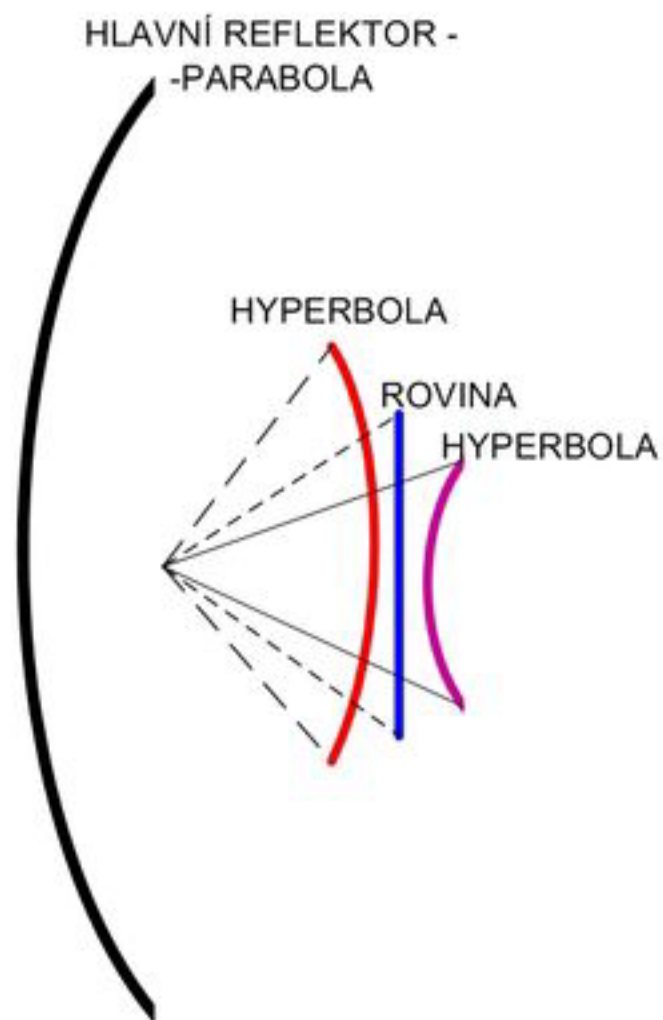
Při vhodném geometrickém tvaru a vhodně zvoleném použitém materiálu (relativní index lomu) mají schopnost transformovat divergující vysílanou vlnu na vlnu požadovaného tvaru (obvykle na vlnu rovinnou) – v tomto smyslu obdoba reflektorové antény.

## TVARY VLNOPLOCH V OKOLÍ ČOČKY



Vlna v ústí trychtýře není rovinná, ústí není soufázovou plochou a to má za důsledek malou směrovost. Transformaci válcové plochy vystupující z trychtýře lze uskutečnit pomocí anténních čoček a tak získat systém s velkou směrovostí.

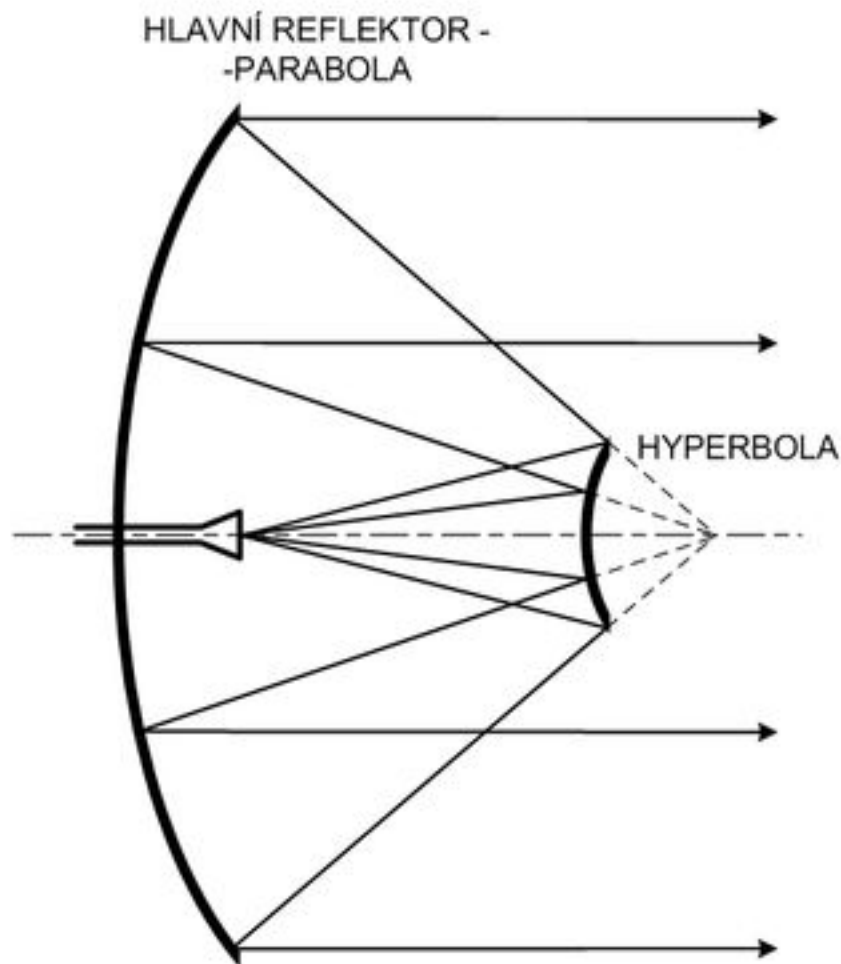




## Dvoureflektorové antény

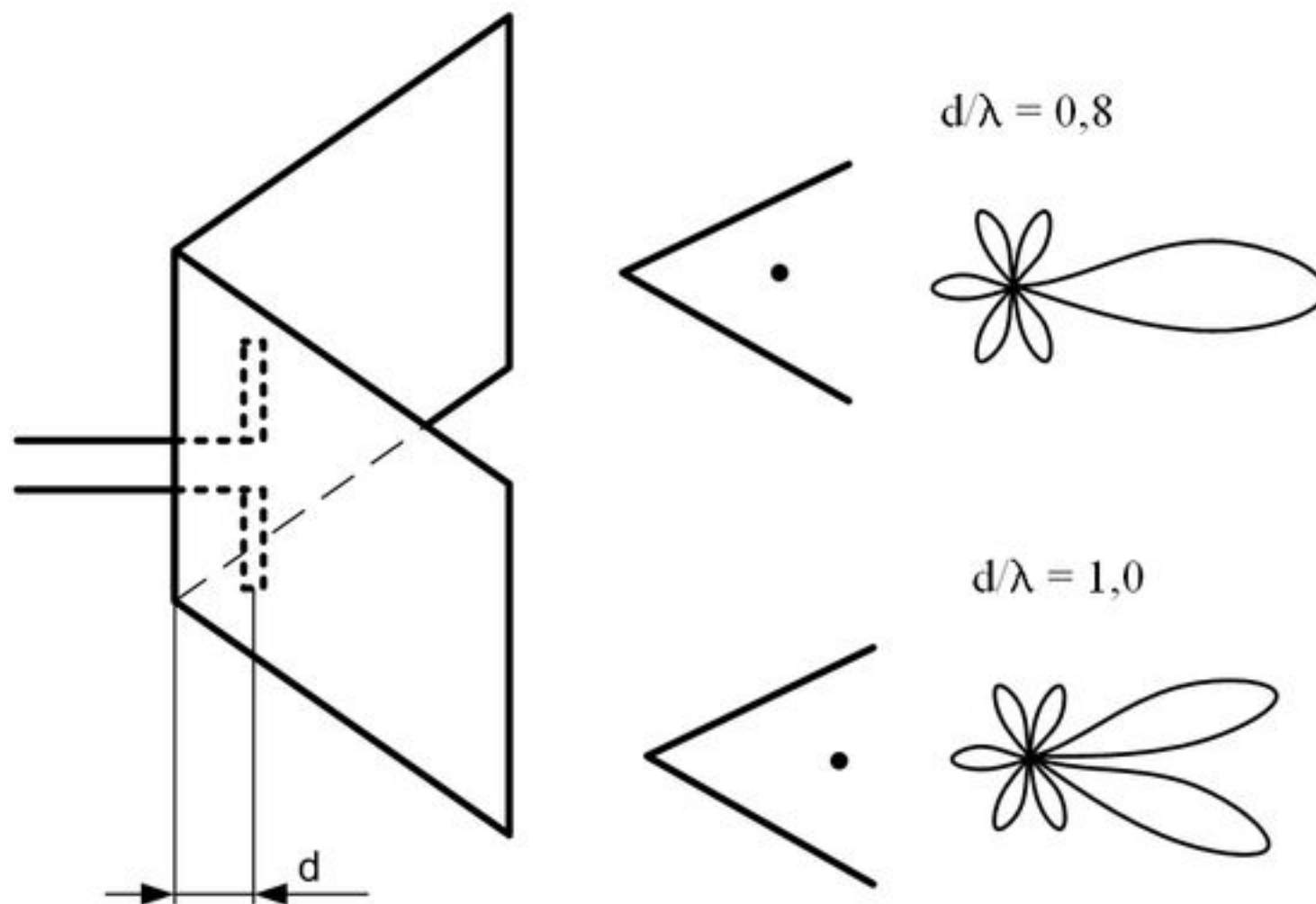
Úkolem malého reflektoru je změnit směr šíření elektromagnetické vlny vycházející z primárního zářiče, který pak nemusí být v ohnisku velkého parabolického reflektoru, ale může být podstatně blíže. Vlna odražená od malého reflektoru bude kulová se středem v ohnisku velkého reflektoru. Je zřejmé, že potom nepočítáme se skutečným primárním zářičem, ale s fiktivním, který je umístěn v ohnisku hlavního reflektoru.

Lze ukázat, že je-li hlavní reflektor paraboloidem, může mít malý reflektor tvar eliptický, hyperbolický, nebo i rovinný.



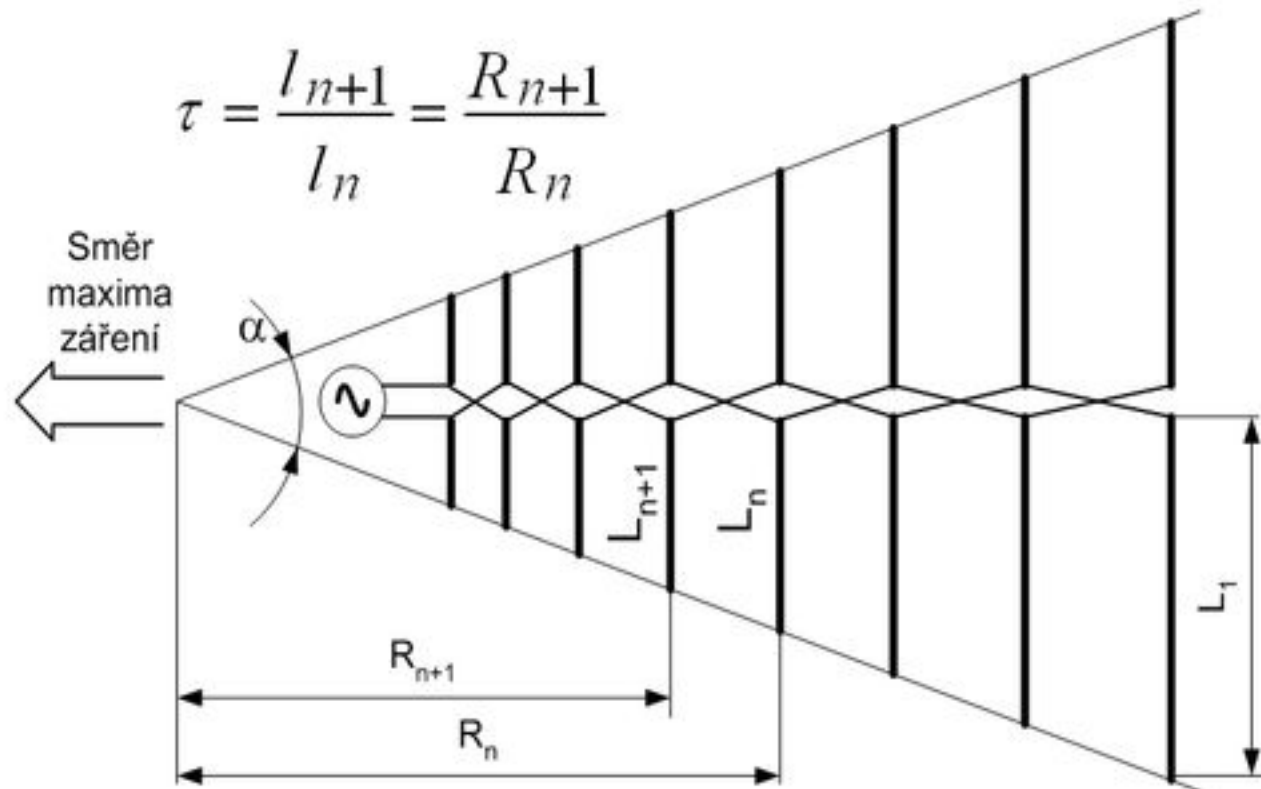
Nejčastěji se setkáváme s hyperbolickým tvarem malého reflektoru. Toto uspořádání vede k nejmenšímu zastínění výstupní plochy pomocným reflektorem. Odvozeno od **Cassegrainova** optického teleskopu - tento název je pak používán i pro antény daného uspořádání. (Eliptický pomocný reflektor - označováno jako **Gregoriánské** uspořádání.)

## Další příklady



**Dipól (dipóly) s úhlovým reflektorem**

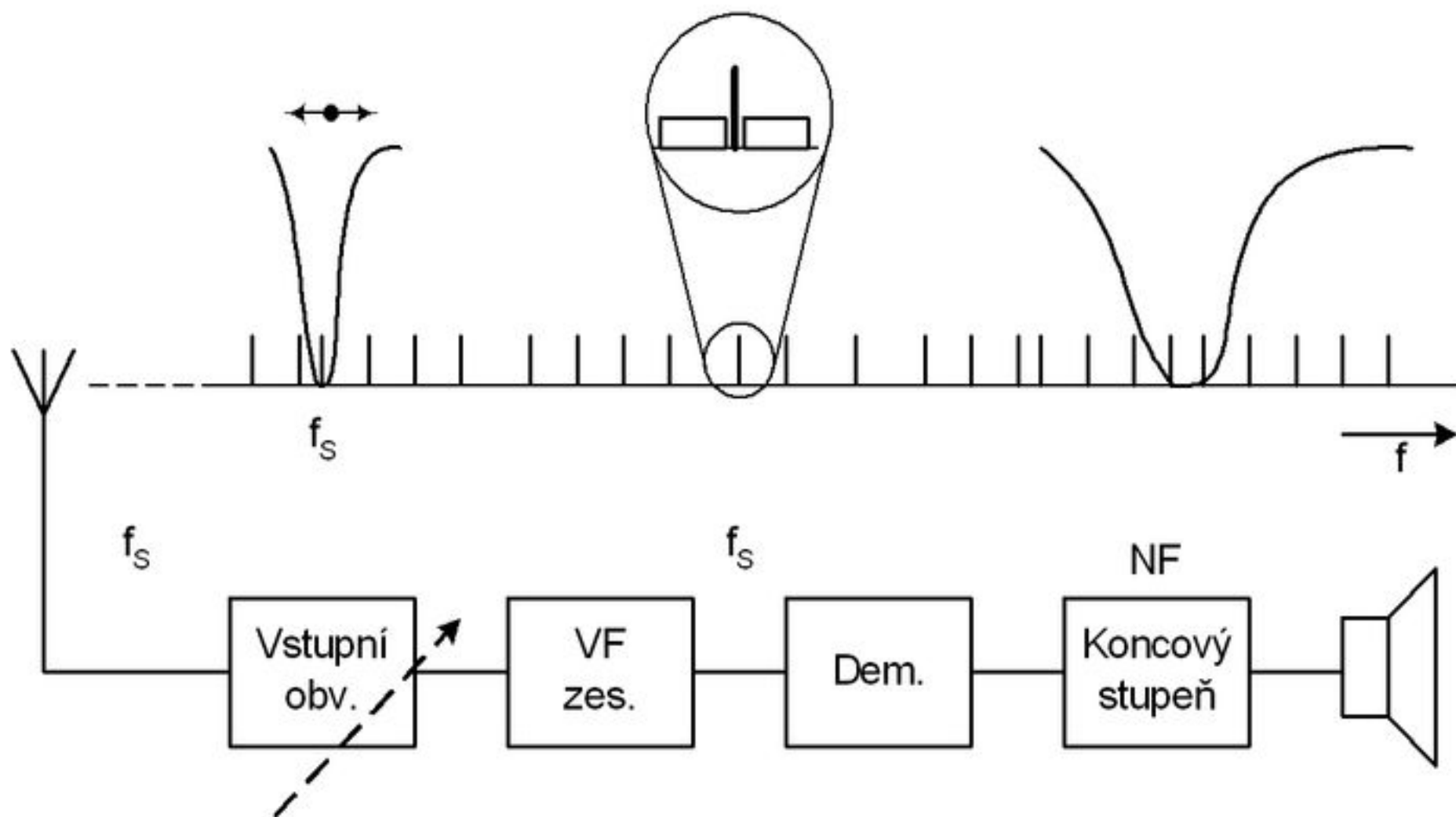
## Logaritmicko-periodická dipólová soustava



Délka ramen  $L_n$  i vzdálenost mezi rameny  $d_n$  lineárně narůstá. Dipóly jsou buzeny symetrickým vedením, které je za každým dipólem překříženo. Rozměry jsou charakterizovány bezrozměrnou veličinou  $\tau$  vyjadřující periodičnost struktury. Na libovolném kmitočtu  $f_n$  z pracovního pásma se na vyzařování nejvíce podílí ten dipól, jehož délka ramena  $l_n = \lambda/4$ . ...

# PŘIJÍMAČE

## Přímozesilující přijímač



# Superheterodynní přijímač

