

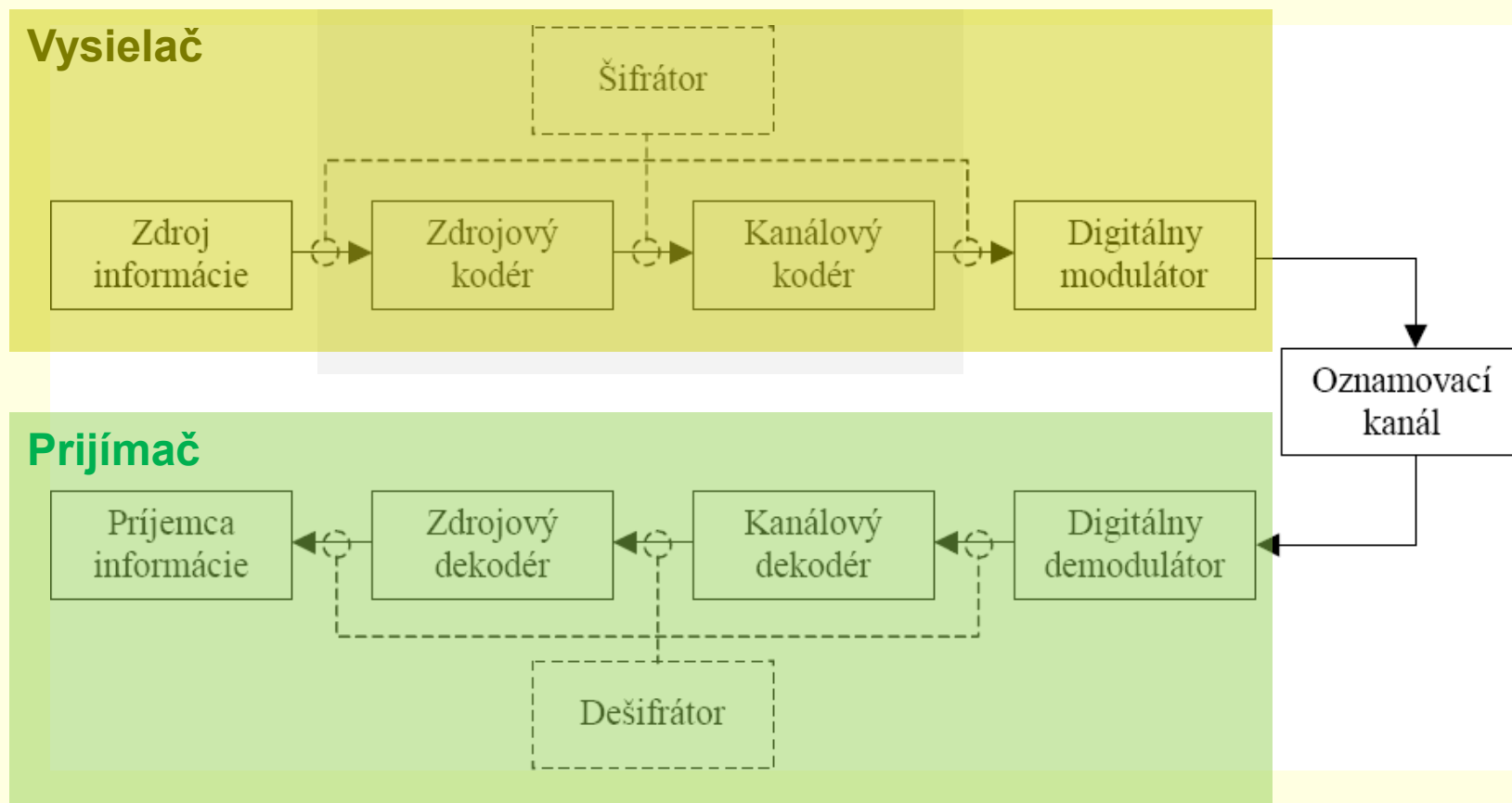
# RÁDIOVÉ PRÍSTUPOVÉ SIETE

Prof. Ing. Vladimír Wieser, PhD.

## **Šírenie rádiových vln a antény**

# Digitálny komunikačný systém

Shannonova schéma všeobecného komunikačného systému (digitálneho)



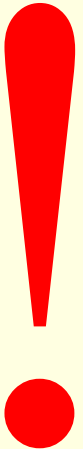
# *Prenosová kapacita kanála*

---

Shannonov-Hartleyov vzťah:

- Udáva maximálnu rýchlosť bezchybného prenosu
- optimálne kódovanie + modulácia

Reálny systém : možnosť sa len priblížiť k maximálnej  $C_k$

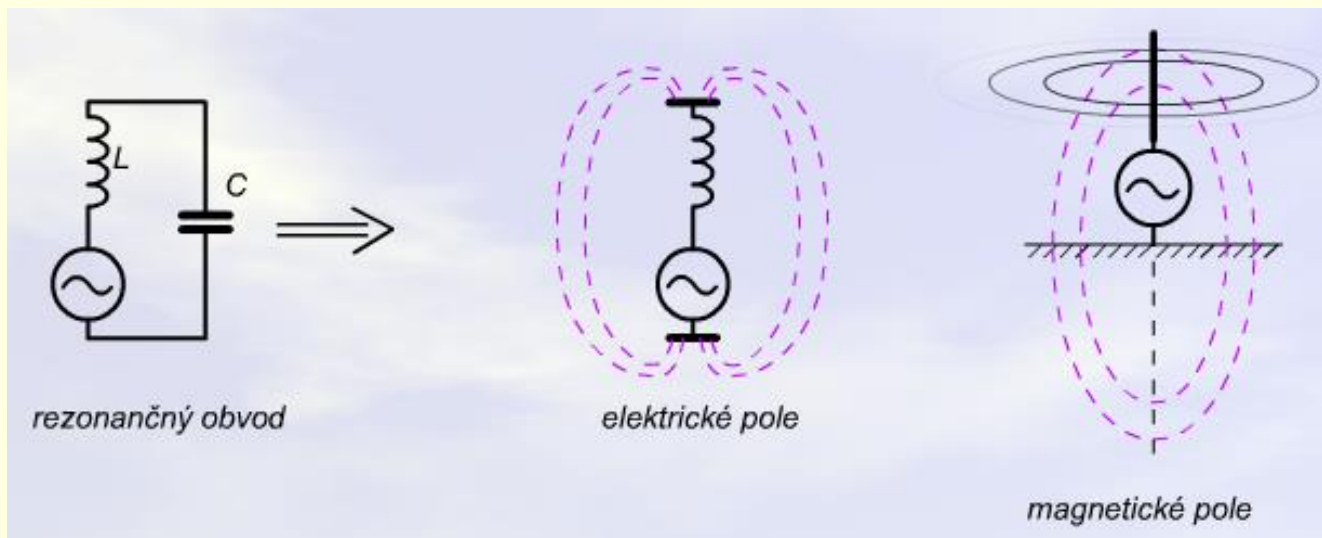




Antény

# Úvod do antén

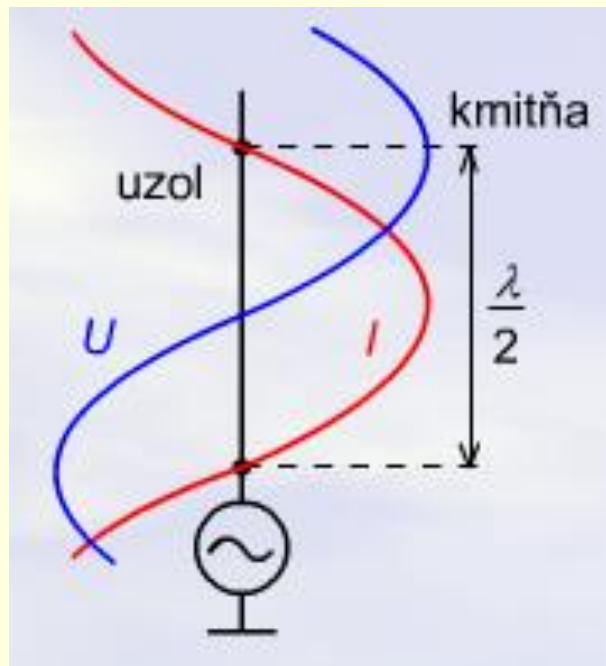
- *Anténa = zariadenie na sprostredkovanie vyžarovania/príjmu elektromagnetických vĺn do/z voľného priestoru*
- Anténa = vodič s premenlivým elektrickým prúdom
- Paralelný RO = indukčnosť vodiča + kapacita vodiča voči okoliu



- siločiar elektrického poľa – dosky kondenzátora a prostredie
- siločiar magnetického poľa – vodič a okolie

# Úvod do antén

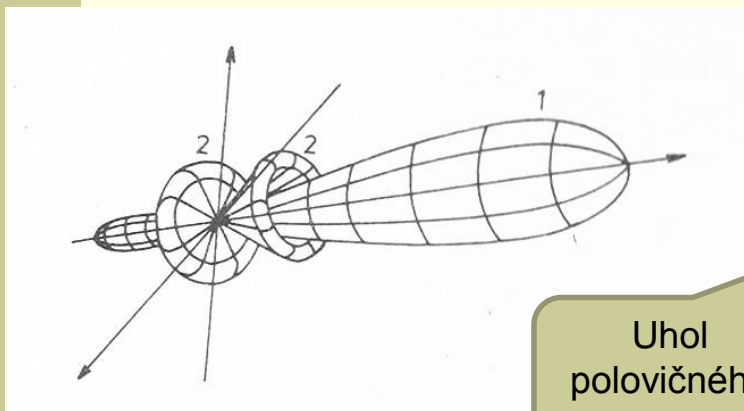
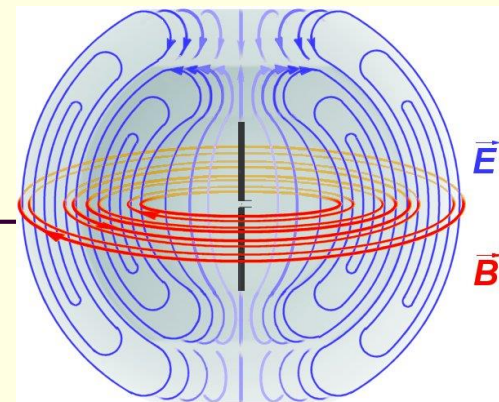
- Vodič je pripojený na zdroj striedavého prúdu
- prúd sa vo vodiči šíri konečnou rýchlosťou
- vodič naprázdno  $\Rightarrow$  **stojaté vlnenie**



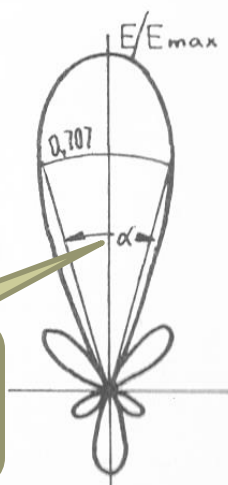
# Smerová funkcia antény

Zobrazenie:

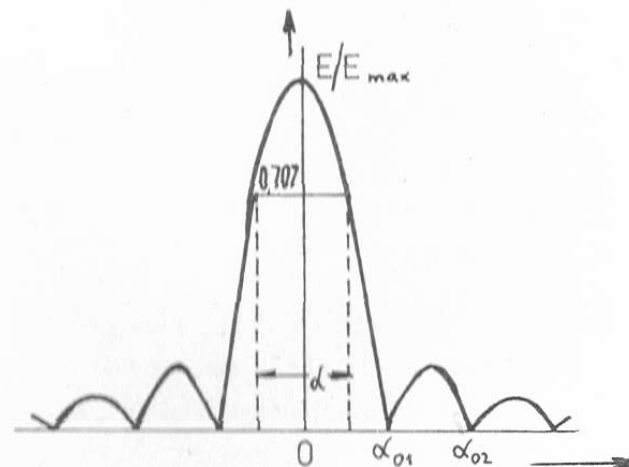
- Vertikálna smerová funkcia (rovina E)
- Horizontálna smerová funkcia (rovina H)



Uhol  
polovičného  
výkonu



Polárny diagram



Pravouhlý diagram

**Smerová funkcia (Vyžarovací diagram antény):**

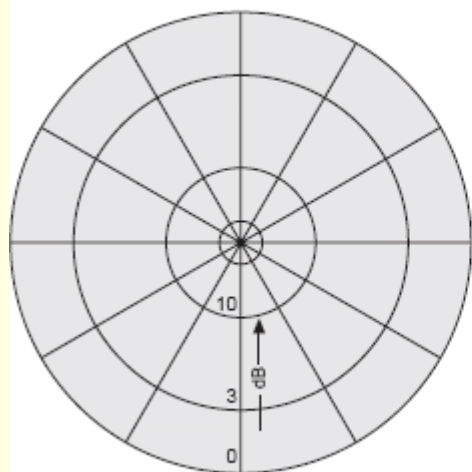
- koncentrovanie výkonu do požadovaného smeru
- oslabenie výkonu v nežiaducich smeroch
- Hlavný lalok (zväzok)
- Postranné laloky
- Zadný lalok

# *Smerová funkcia antény*

## **Praktické príklady:**

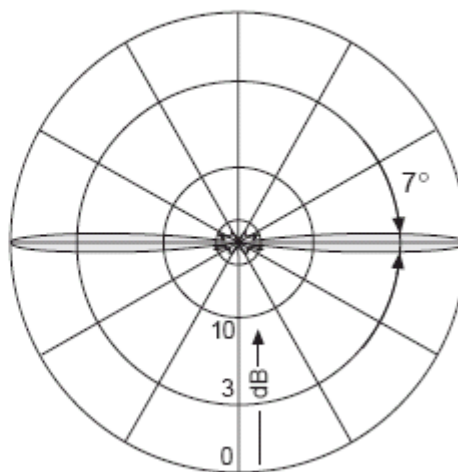
- Všesmerová anténa

Radiation diagrams with relative field strength



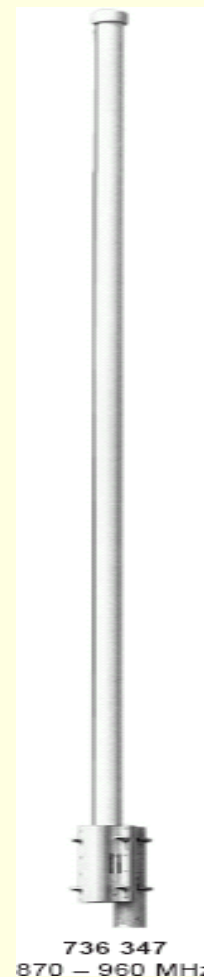
Horizontal

rovina H



Vertical

rovina E



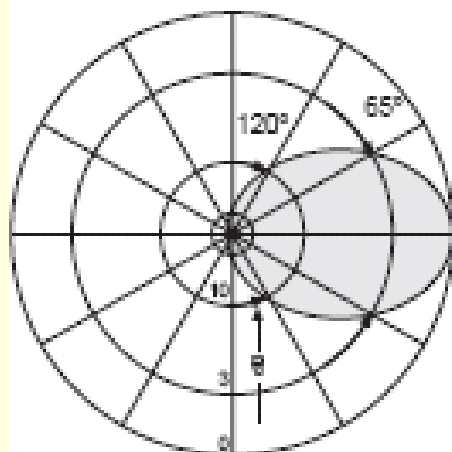


# *Smerová funkcia antény*

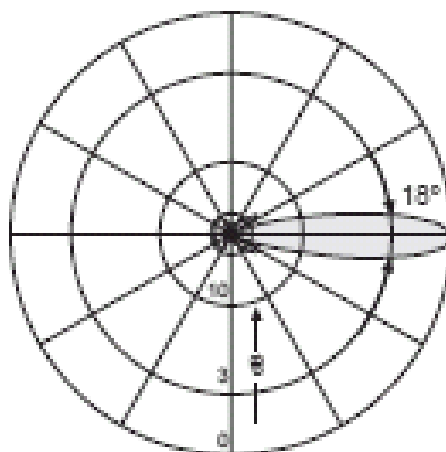
## **Praktické príklady:**

- Panelová anténa (GSM)

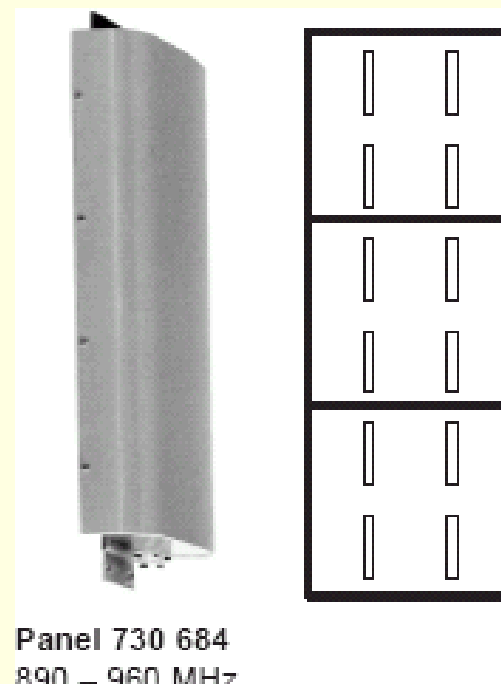
Radiation diagrams with relative field strength



Horizontal



Vertical



Panel 730 684  
890 – 960 MHz

# *Smerová funkcia antény*

Parametre:

- **Šírka hlavného laloka** = uhol polovičného výkonu:
  - uhol  $\alpha_H$  v rovine H
  - uhol  $\alpha_E$  v rovine E
  - Nulový uhol  $\alpha_0$
  
- **Koeficient spätného žiarenia** (predo-zadný pomer „Front-to-Back ratio“)
  
- **Koeficient bočného žiarenia** (predno-bočný pomer „Front-to-Side ratio“)

# Účinnost' antény

---

vyžarovaný výkon  $\neq$  vstupný výkon  $\Rightarrow$  straty v anténe

<b>DV</b>	- dlhé vlny	-	<b>10 až 40 %</b>
<b>SV</b>	- stredné vlny	-	<b>70 až 80 %</b>
<b>KV</b>	- krátke vlny	-	<b>90 až 95 %</b>
<b>VKV</b>	- veľmi krátke vlny	-	<b><math>\approx</math> 100 %</b>

# *Smerovosť a zisk antény*

---

## *Smerovosť antény ( $D$ )*

Schopnosť antény sústrediť vyžarovanie do určitého smeru

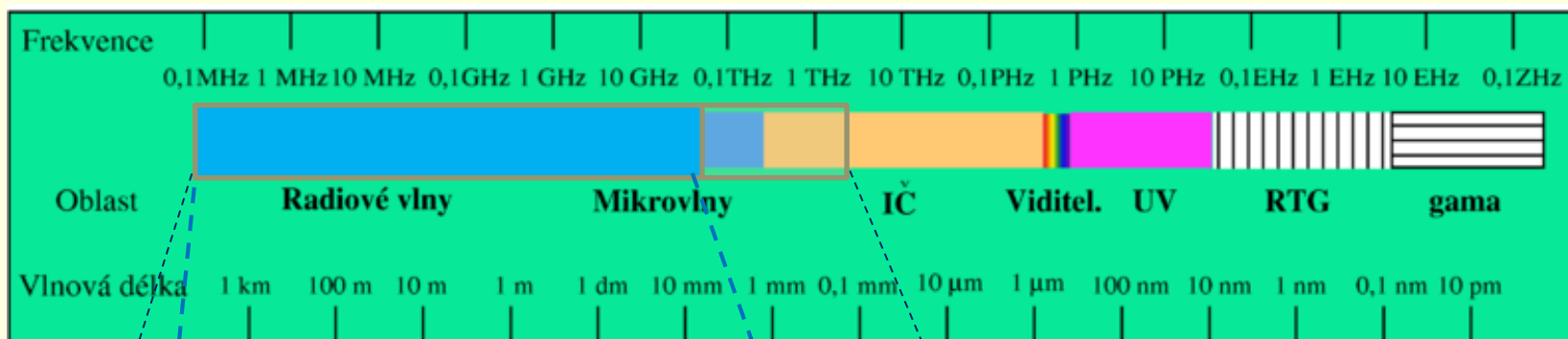
## *Zisk antény ( $G$ )*

Prax:  $G$  [dBi] = zisk antény v porovnaní so všesmerovou (izotropickou) anténou, ktorá má  $G = 1$  (resp. 0 dB)

# Šírenie rádiových vln

# *Elektromagnetické spektrum (1)*

- Rádiové frekvenčné spektrum:

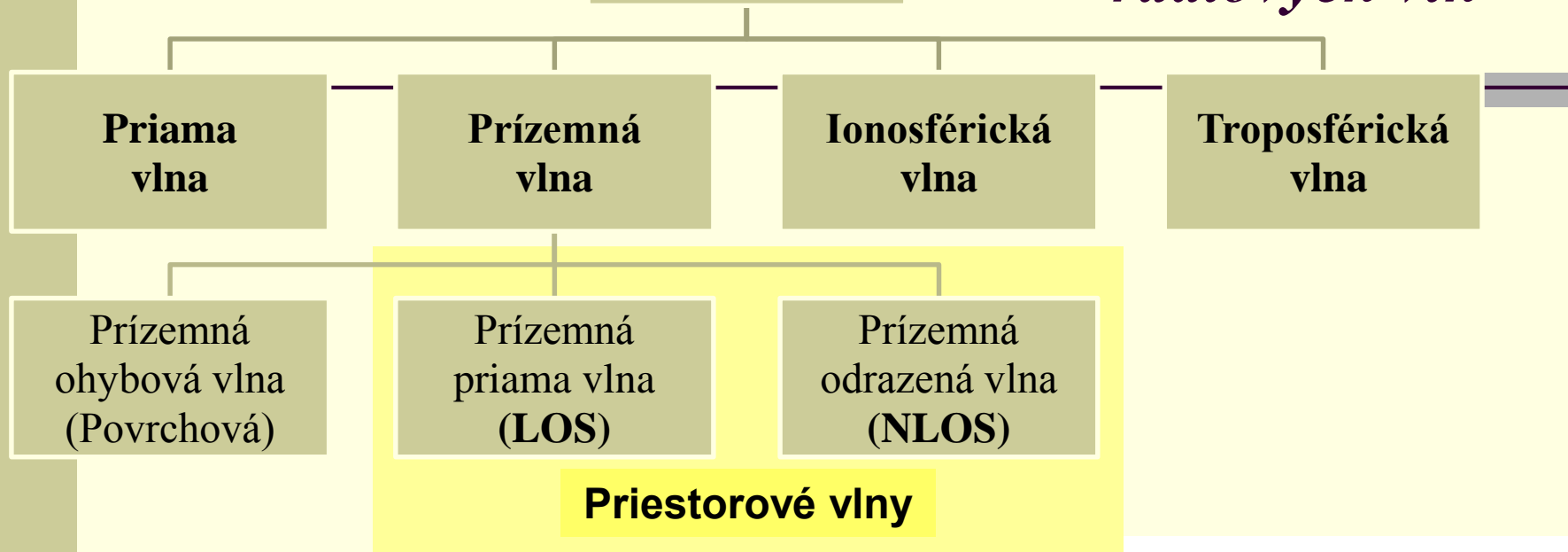


**3 Hz - 3000 GHz**

**3 kHz – 60 GHz**

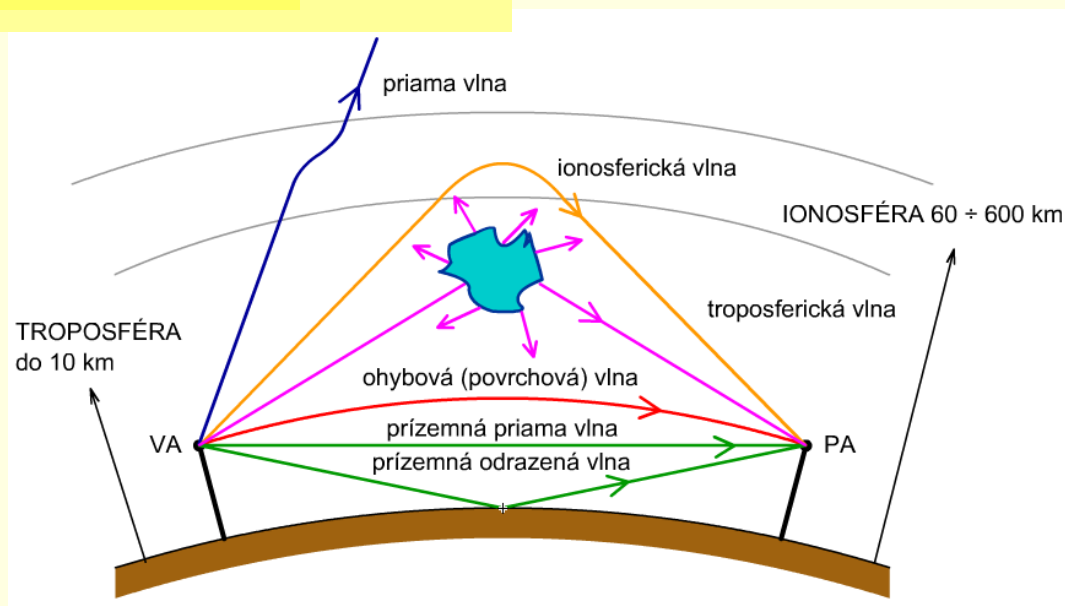
## Rádiové vlny

## Klasifikácia rádiových vln



### Pásma:

1. VKV (30 až 300 MHz)
2. UKV (300 MHz až 3 GHz)
3. SKV (3 GHz až 30 GHz)
4. EKV (30 GHz až 300 GHz)



# Pojmy šírenia rádiových vln

## 1. Ohyb (Difrakcia) – ohyb prekážkou

☐ Prekážka  $\gg \lambda$

## 2. Lom (Refrakcia) – ohyb atmosférou

## 3. Rozptyl (Scattering)

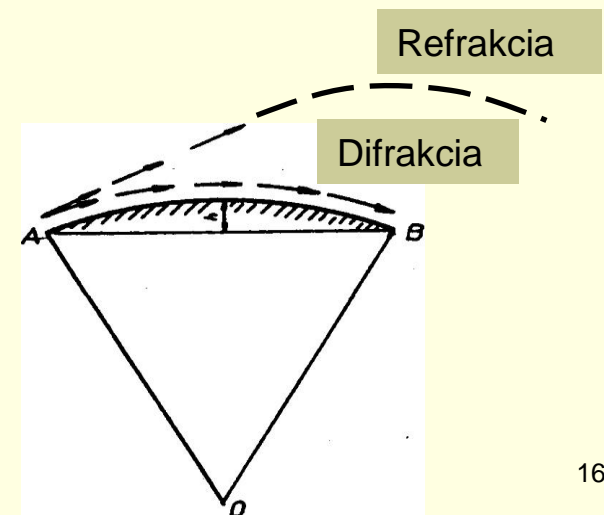
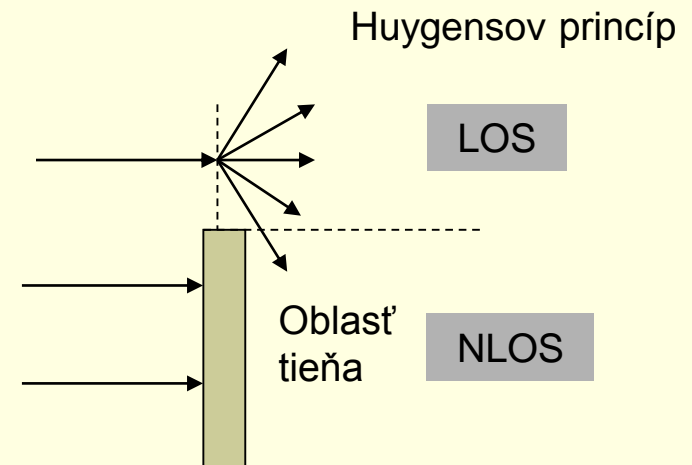
☐ Prekážka  $\sim \lambda$

## 4. Odraz (Reflection)

☐ Prekážka  $\gg \lambda$

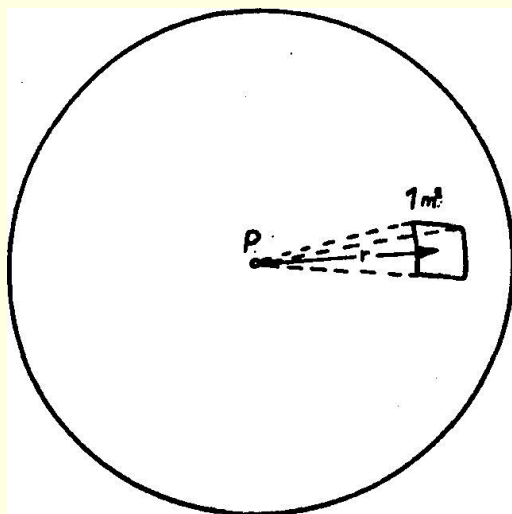
## 5. Prienik (Transmission)

☐ Transparentná prekážka





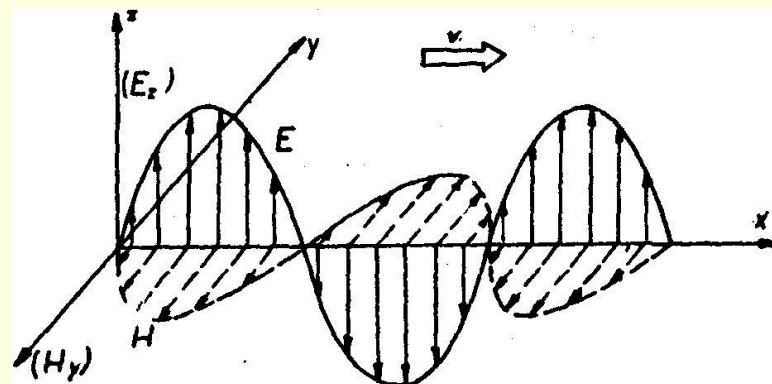
# Šírenie vln vo voľnom priestore



**Hustota výkonu  $S$ :**

**Rovnica rádiového prenosu**

[V/m]



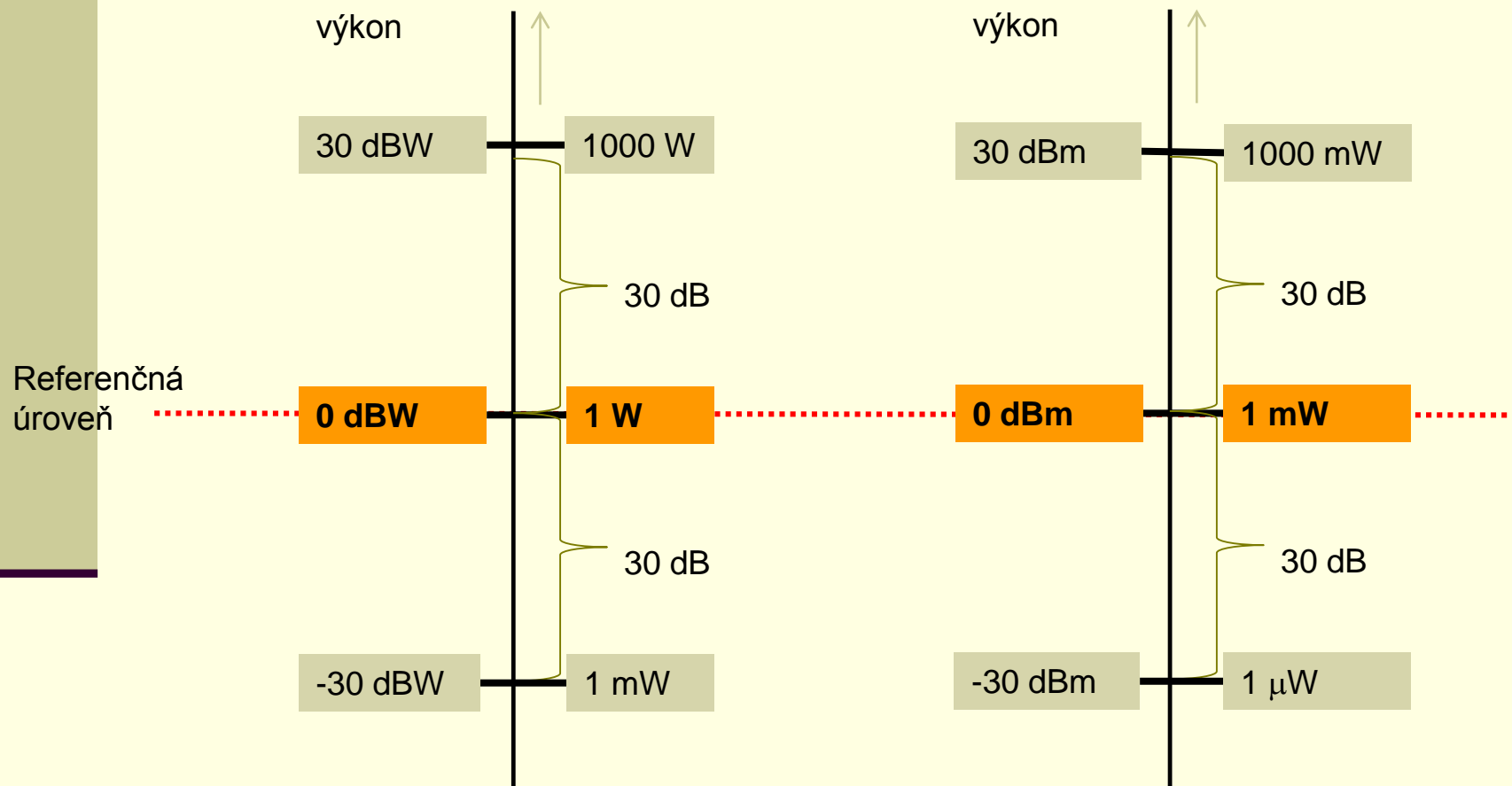
# *Šírenie vln vo voľnom priestore*

## ***Prepočet výkonu na dBm a dBW***

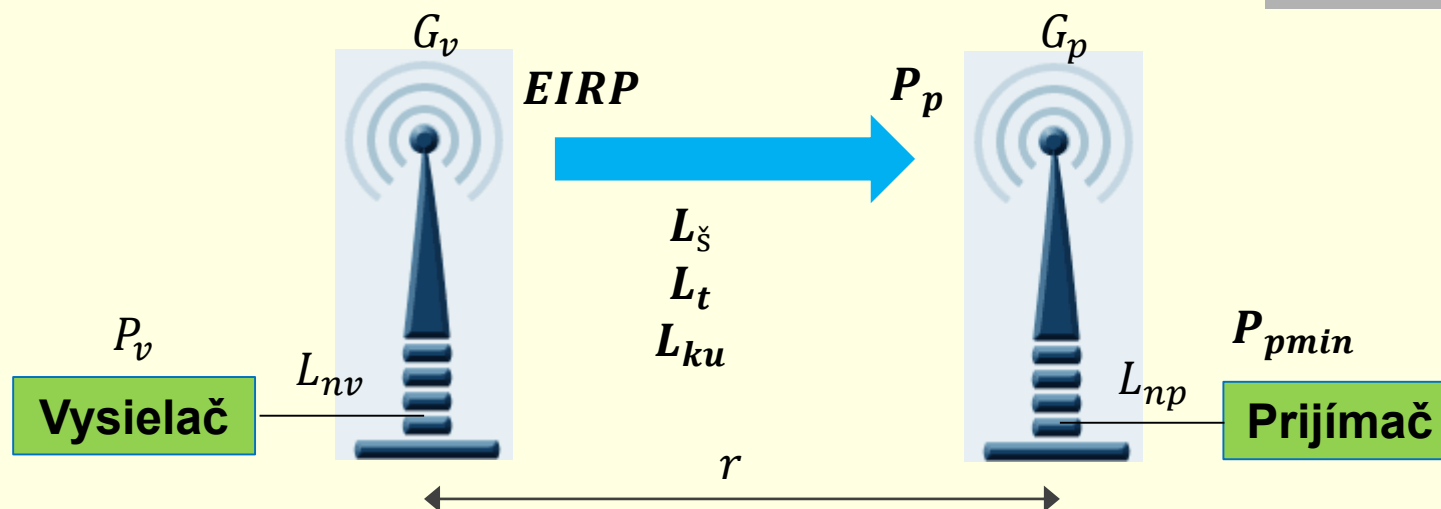
dBm = počet dB nad 1 mW

dBW = počet dB nad 1 W

# Šírenie vln vo voľnom priestore



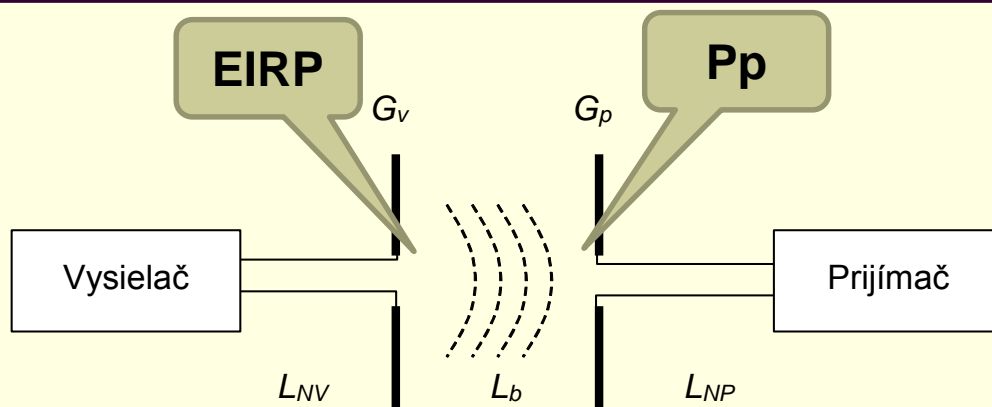
# Šírenie vln vo voľnom priestore



**Friisov vzťah:**

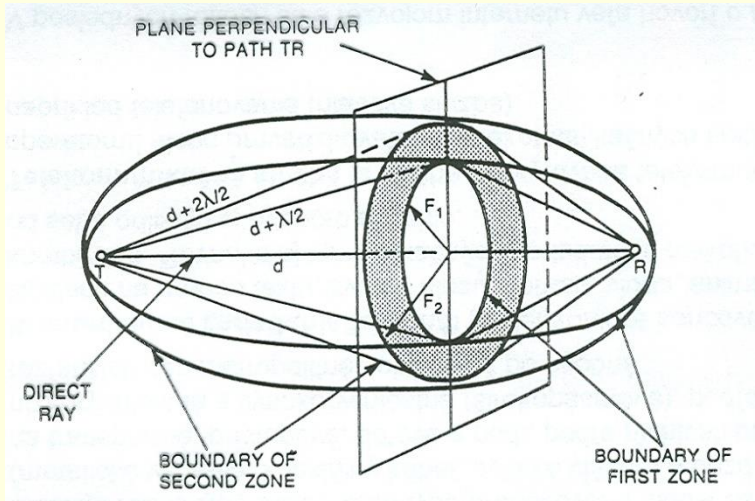
[W, W, m]

# *Tlmenie signálu*

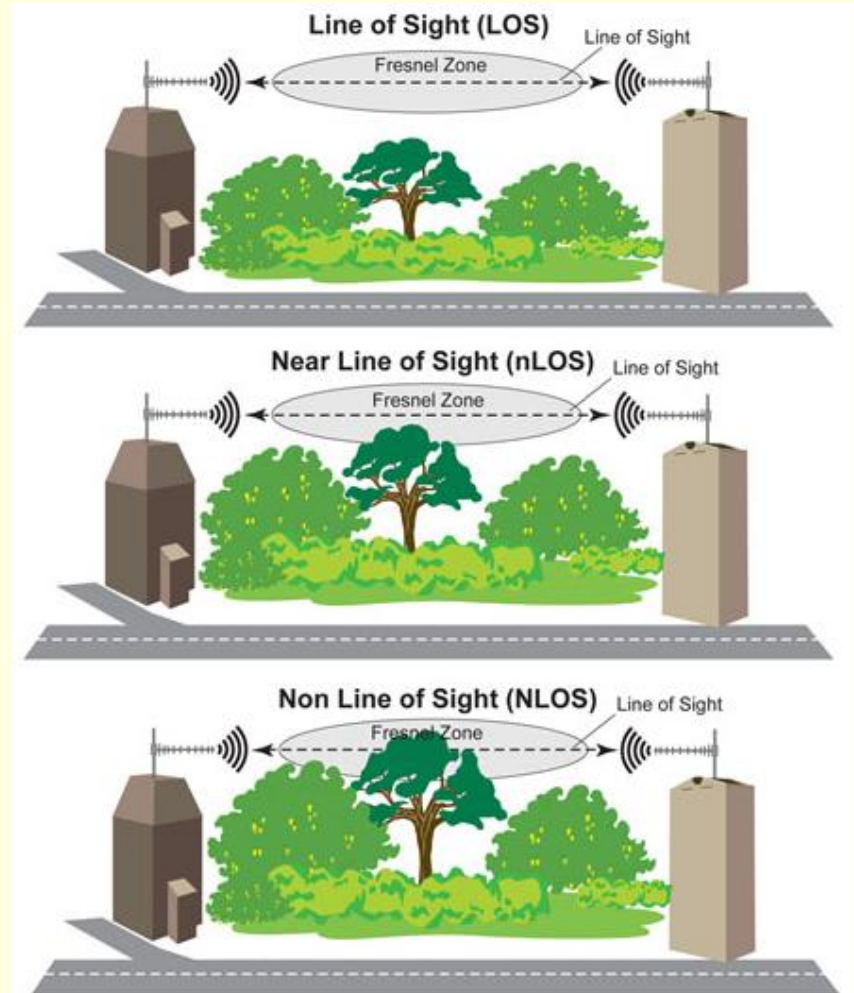


***Tlmenie vo voľnom priestore  $L_b$***

## *Fresnelove zóny*



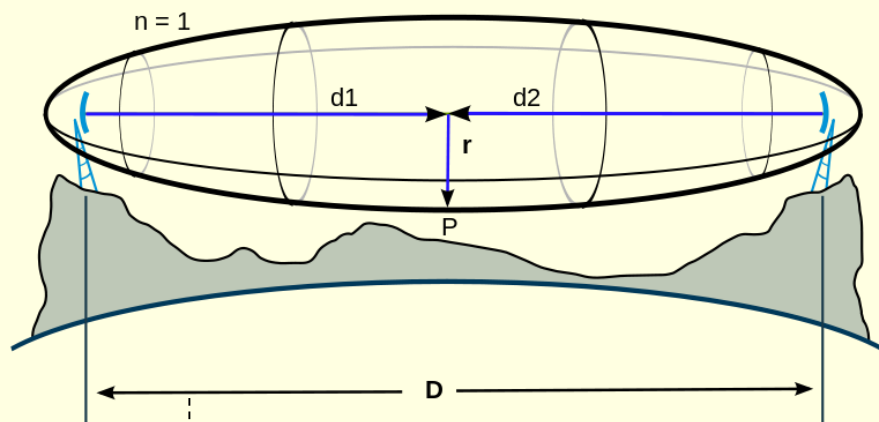
1. FZ prenáša asi 50% celkovej energie !



# Fresnelove zóny

## Určenie polomeru Fresnelovych zón

Pravidlo:  
**Max. 40% priemeru 1.FZ  
môže byť blokováných  
prekážkou**



Príklad:

$D = 10\text{km}$  (stred)

$f(\text{GHz})$	0,003	0,03	0,3	3	30	300
$\lambda \text{ (m)}$	100	10	1	0,1	0,01	0,001
$r_1 \text{ (m)}$	500	160	50	16	5	1,6

Polomer  $n$ -tej FZ :

Polomer 1.FZ :