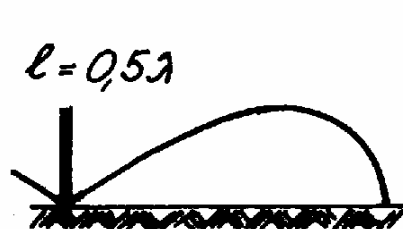


## 8. Antény pro pásma DV, SV, KV

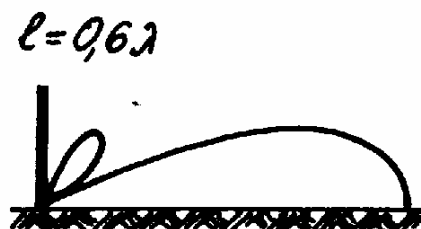
hlediska pro výběr - kmitočtové pásmo, šíření vln, směrové vlastnosti, výkony, cena

### 8.1 Vysílací antény pro pásma DV, SV

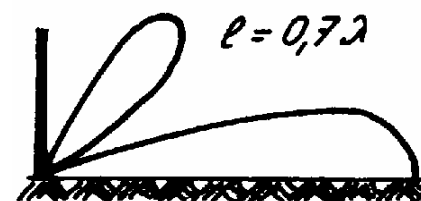
- povrchová vlna - vertikální polarizace
- rozhlas AM – všesměrové záření v horizontální rovině , omezení úniku (ionosféra)
- vertikální vodič buzený nesymetricky
- záření - ve vertikální rovině -  $1/\lambda$ 
  - boční laloky - ionosférická vlna – protiúnikové antény (rozhlas)



$$D = (2 \div 4) \text{ dB}$$



$$D \cong 4,5 \text{ dB}$$



$$D \cong 5 \text{ dB}$$

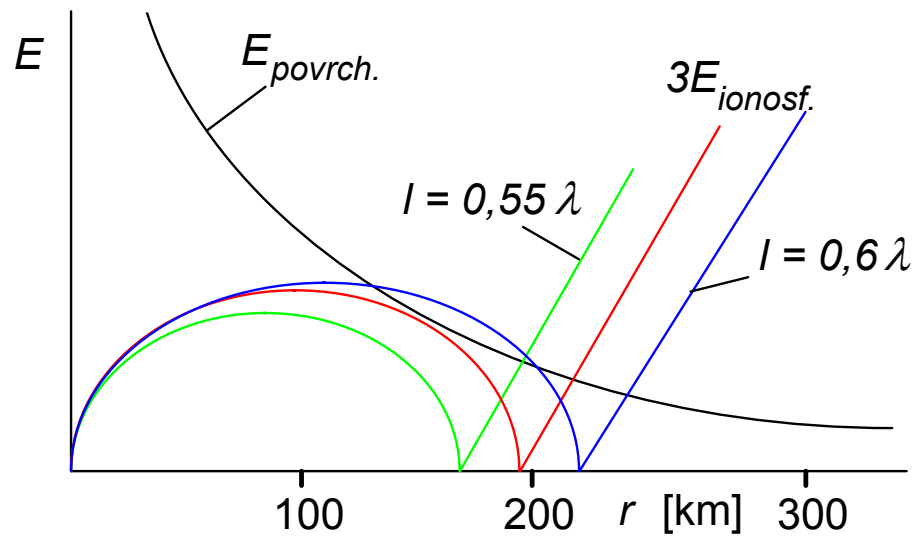
- impedance a účinnost

$R_{vst}$  - malý u krátkých antén - vrcholová zátěž

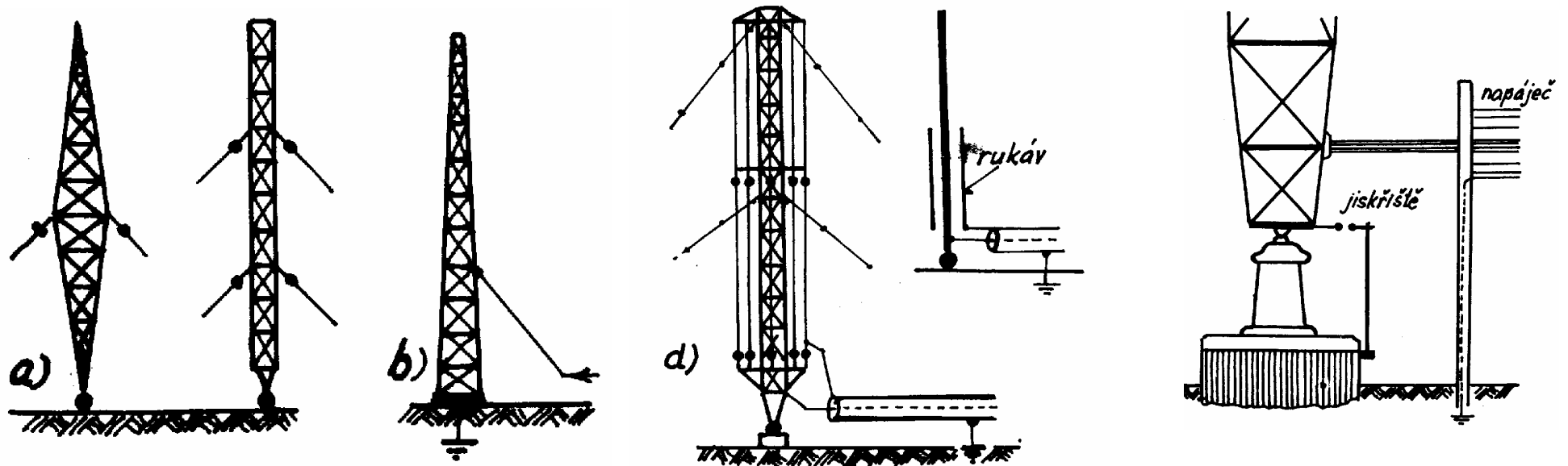
$X_{vst}$  - ztráty v ladění - zmenšit  $|X|$  - „tlusté“ antény, vrcholová zátěž

$R_z$  - ztráty v půdě - protiváha

## Protiúnikový režim vyzařování

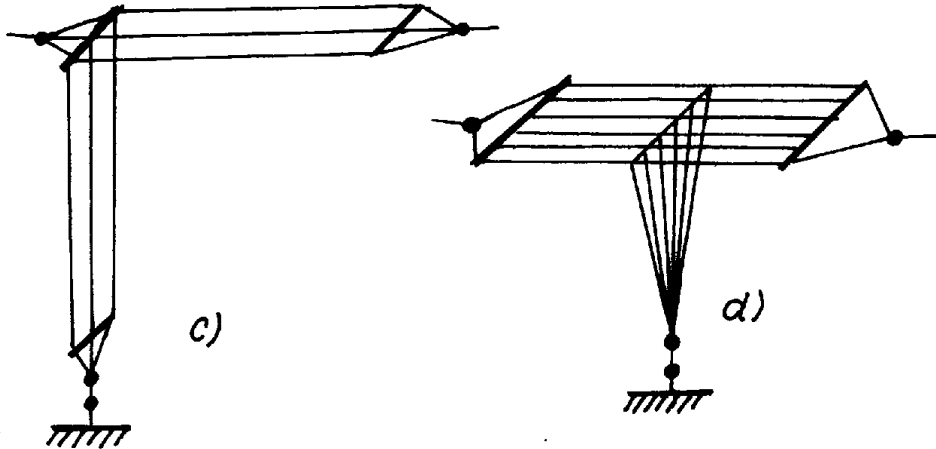


Provedení antén - antény rozhlasových vysílačů - jeden kmitočet, přesaditelné (ARPO)



jednoduché antény - levné, přijímací

a) L – antény, T – antény



- září vertikální část, horizontální jako zátěž
- vícevodičové -  $X_{vst}$
- vrcholová zátěž -  $X_{vst}$  ,  $R_{vst}$
- protiváha -  $R_z$

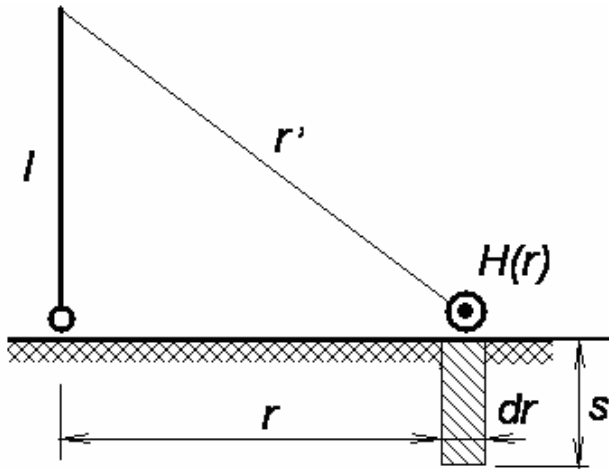
b) prutové, bičové antény - tenký vodič v patním izolátoru - mobilní antény , přijímací  
- patní izolátor, protiváha

c) rámové a feritové antény -  $U_i \approx H$  , směrový diagram

- malá  $I_{ef}$  a účinnost - přijímací
- vyladění cívky - rezonance
- feritová anténa – koncentrace pole v cívce

## Výpočet ztrát v půdě - Brownova metoda - nesymetrická vertikální anténa

- v zemi převládá vodivý proud ( $\epsilon_r < 60 \cdot \lambda_0 \gamma$ )



Na rozhraní - tečná složka  $H(r) = K(r)$

$$H(r) = \frac{I_{vst}}{\sin kl} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot r} \sqrt{1 + \cos^2 kl - 2 \cdot \cos kl \cdot \cos[k(r' - r)]}$$

ve vzdálenosti  $r$  radiální proud  $I(r) = 2\pi r \cdot H(r)$

teče vrstvou  $s = \delta$  (hloubka vniku) v prstenci o průřezu  $2\pi r \cdot s$

ve „vodiči“ délky  $dr$  se mění v teplo výkon

$$dP_{ztr} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{dr}{2\pi \cdot r \cdot \delta} I^2(r)$$

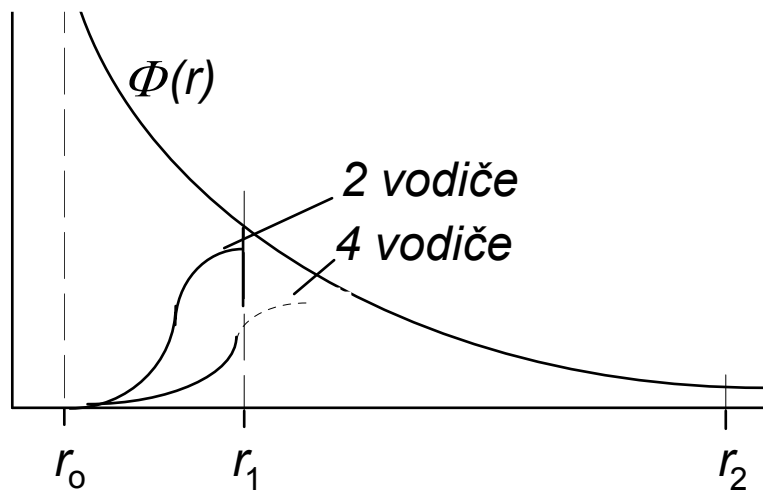
celkový výkon ztracený v půdě

$$P_{ztr} = \int_{r_0}^{r_2} dP_{ztr} = R_{ztr} \cdot I_{vst}^2$$

pak odpor ztrát v půdě

$$R_{ztr} = \frac{P_{ztr}}{I_{vst}^2} = \frac{5,5}{\sqrt{\lambda \cdot \gamma}} \cdot \frac{1}{\sin^2 kl} \int_{r_0}^{r_2} \frac{1 + \cos^2 kl - 2 \cdot \cos kl \cdot \cos[k(r' - r)]}{r} \cdot dr = \frac{5,5}{\sqrt{\lambda \cdot \gamma}} \cdot \frac{1}{\sin^2 kl} \int_{r_0}^{r_2} \Phi(r) \cdot dr$$

## Zmenšení ztrát v půdě



- zvodivění okolí paty antény - protiváha
  - vodivá síť, systém radiálních vodičů
  - v oblasti protiváhy ztráty  $\sim \Phi(r) \cdot \Psi(r)$

$$\text{kde } \Psi(r) = \frac{(I_p / I_v)^2}{1 + (I_p / I_v)^2}$$

a ztráty v půdě

$$R_{zp} \approx \int_{r_0}^{r_1} \Phi(r) \cdot \Psi(r) \cdot dr + \int_{r_1}^{r_2} \Phi(r) \cdot dr$$

vliv provedení protiváhy - optimalizace délky, počtu a průměru vodičů protiváhy

využitelnost metody - převaha vodivého proudu - pásma DV, SV, (KV)

- vyšší kmitočty - převládá posuvný proud - kapacitor se ztrátovým dielektrikem

## 8.2 Antény pro pásmo KV

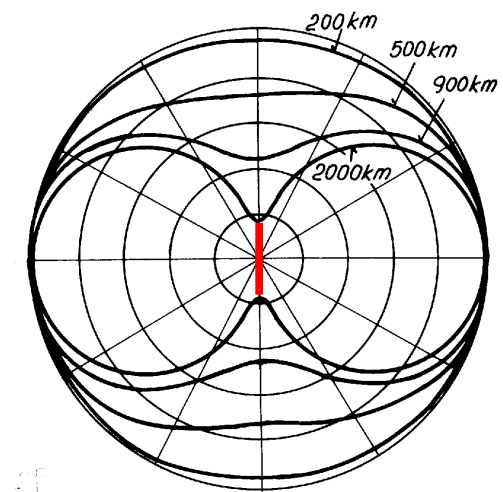
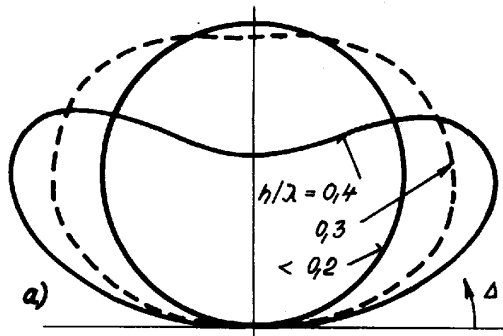
šíření vln – místní spoje - povrchová (prostorová) vlna

- dálkové spoje - převážně ionosférická vlna – služby (rozhlas)
- směrové spojení - maximum záření ve vertikální rovině (na ionosféru)
- širokopásmové - změna pracovních kmitočtů
- častější horizontální polarizace

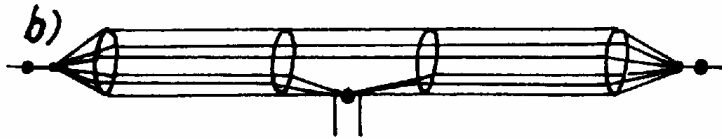
### Dipólové antény

a) horizontální symetrický dipól nad zemí

- záření - rovina E - ve směru vodiče dipólu, vertikální polar.
  - užší diagram  $\approx F_d \cdot F_R$
- rovina H - horizontální polarizace,
  - $F_d = \text{konst.}$ , širší diagram
- vliv výšky zavěšení dipólu  $kh_{opt} \cdot \sin\Delta = \pi/2$
- směrové charakteristiky „přes ionosféru“



- impedance - dipól obecně úzkopásmový (několik %  $f_o$ )



- zvětšení šířky pásma

- vícevodičové provedení – paralelní vodiče (a)

- skládaný dipól (b)

- dipól s kompenzačními obvody (při  $l = \lambda/4$  // PKO )

- půlvlnný dipól -  $l \sim \lambda/4$  ,  $Z_{vst} \sim 100 \Omega$

- celovlnný dipól -  $l \sim \lambda/2$  ,  $Z_{vst} \sim 1 \text{ k}\Omega$  , úzkopásmový

b) soustavy dipólů - soufázové soustavy dipólů s reflektorem

- pro stabilní použití – drahé, úzkopásmové (napájení)

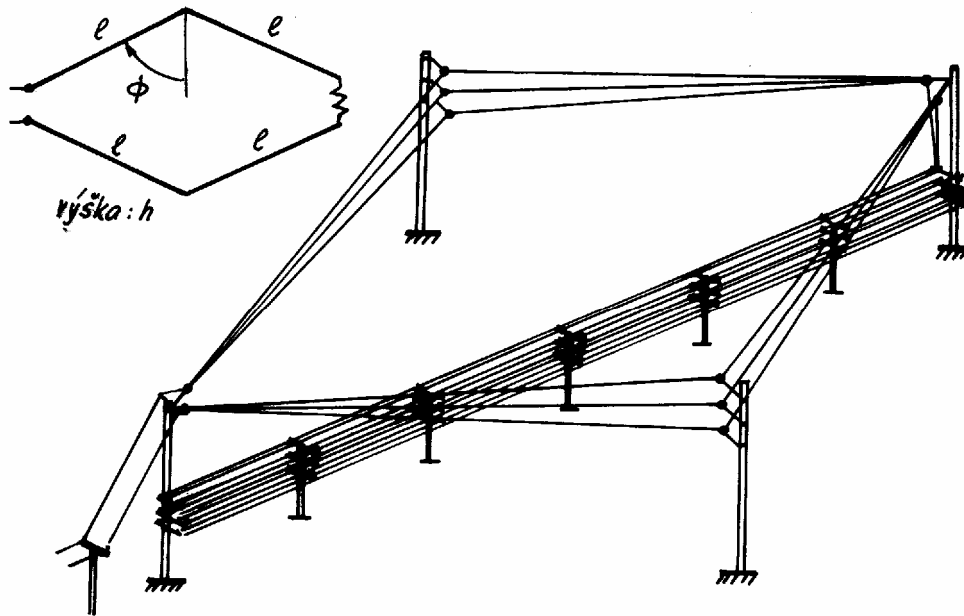
- modifikace – napájení zalomenými úseky vodičů antény

c) další typy - V – anténa (úhlový dipól) - téměř všesměrový v horizontální rovině

- vertikální symetrický dipól - maximum záření blízko horizontální rovině – dálkové spoje

## širokopásmové KV antény

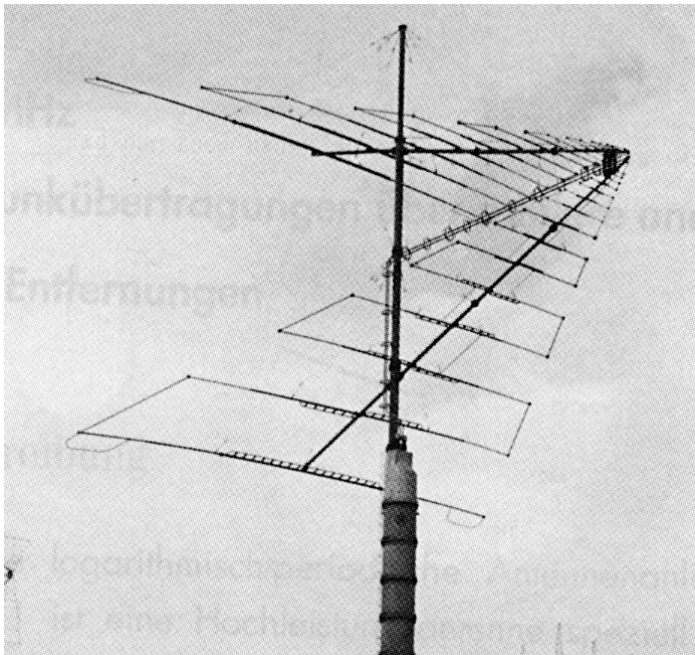
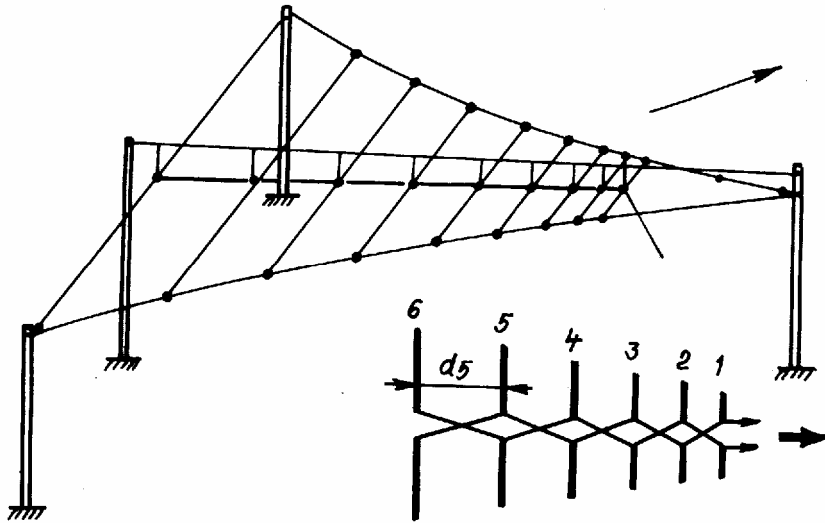
### a) kosočtverečná (rombická) anténa



- anténa s postupnou vlnou - „vedení“
- záření - ve směru delší úhlopříčky,  $\underline{k}$  zátěži
  - $D_{max}$  až 100 (20 dB)
  - šířka pásma asi 2 : 1
- impedance -  $Z_{vst} \approx 400 \Omega$ , reálná a téměř stálá
  - menší účinnost  $\approx 60\%$
- levná stavba, velká plocha
- provedení - velká délka vodičů ( 2 – 4 )  $\lambda$ 
  - změna vzdálenosti vodičů podél úseku
  - zátěž – ztrátové vedení, uzemněné
  - výška nad zemí - podle  $h_{opt} \sim \Delta$



## b) logaritmicko periodická anténa



činnost – skupina zářících prvků („aktivní oblast“)

- napájené společným vedením, nejkratšího p.
- změna kmitočtu – jiná skupina prvků
- maximum záření – ke kratším prvkům

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{l_2}{l_3} = \dots = \frac{l_{n-1}}{l_n} = \frac{d_1}{d_2} = \dots = \frac{f_2}{f_1} = \frac{f_3}{f_2} = \dots = \tau$$

- vlastnosti se opakují na kmitočtech s periodou  $\ln(\tau)$

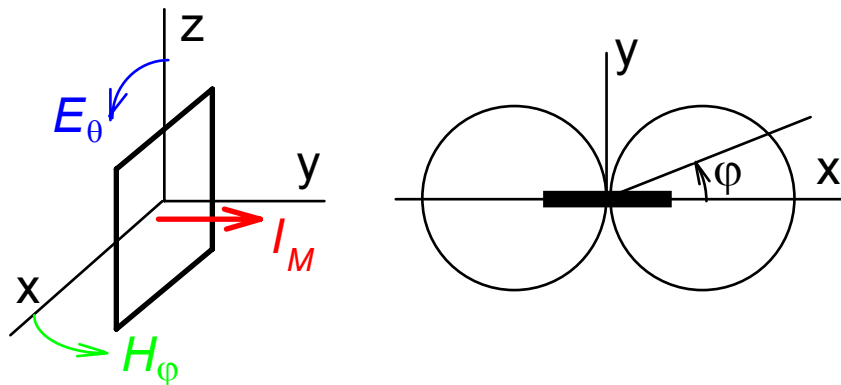
vlastnosti - velmi širokopásmová ( $> 10:1$ )

- malý zisk ( $D \approx 10$  dB), téměř stálá  $Z_{vst}$
- rozměrná, drahá stavba (od 6 MHz i otočná)

### 8.3 Přijímací antény

- jednodušší verze vysílacích antén – levné, menší důraz na účinnost a přizpůsobení
- důležitý poměr  $E_s / E_p$  - jen u přijímacích
- pro vlnu - povrchovou - vertikální nesymetrické (prut, L-anténa, T-anténa)
  - ionosférickou – horizontální dipól, L-anténa, kosočtverečná

#### Rámová anténa



$$E_g = 60 \cdot I \cdot \frac{k^2}{2} \cdot \cos \varphi \cdot n \cdot S \cdot \frac{e^{-jkr}}{r}$$

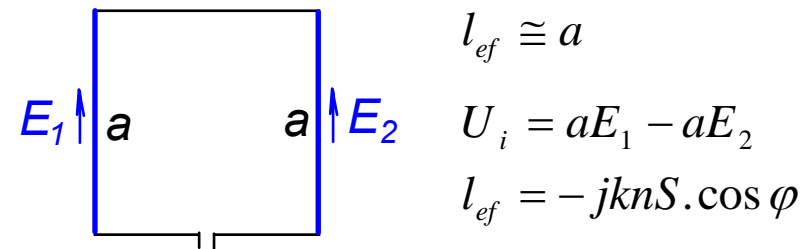
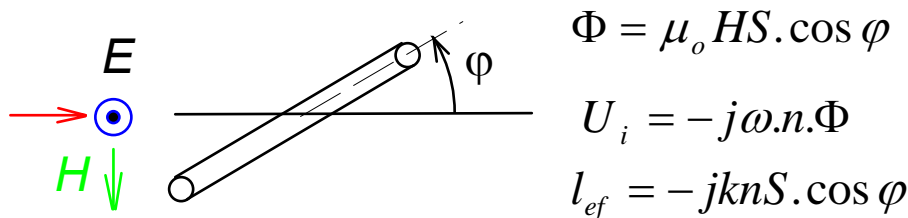
$$F(\varphi) = \frac{k^2}{2} \cdot \cos \varphi \cdot n \cdot S$$

$$l_{ef} = \frac{2F(\varphi)}{jk} = -jknS \cdot \cos \varphi$$

obvod rámu  $\ll \lambda$  pro  $I(z) = \text{konst.}$

#### Představa činnosti rámové antény

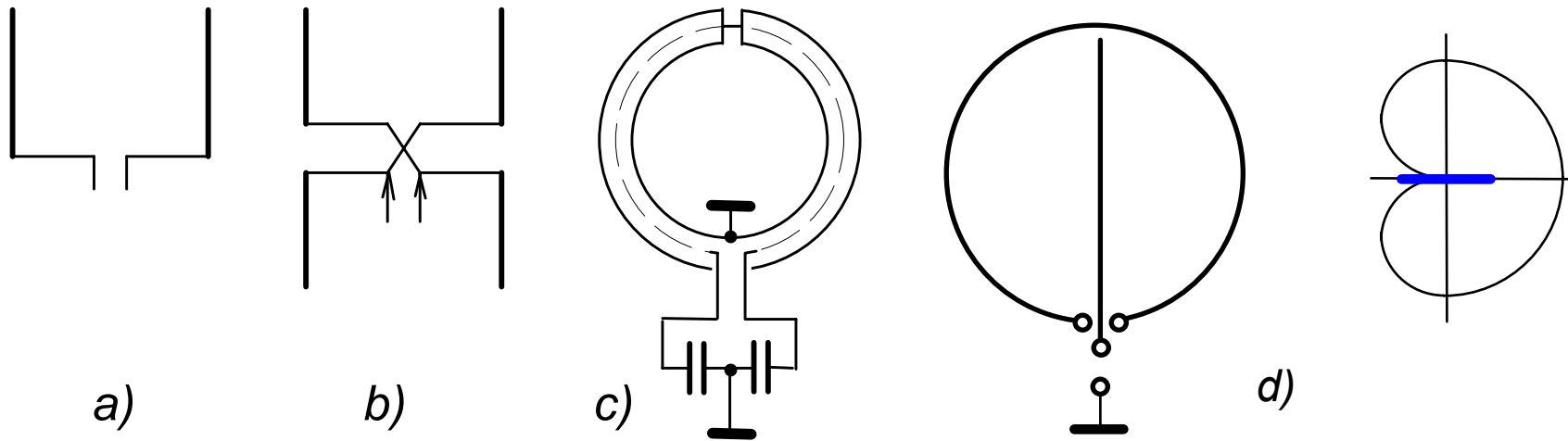
a) náhrada magnetickým dipólem - duální zářič,  $I_M \cdot dl = -j\omega\mu_0 nS \cdot I$ , záměna rovin E a H



b) cívka reagující na magnetickou složku pole

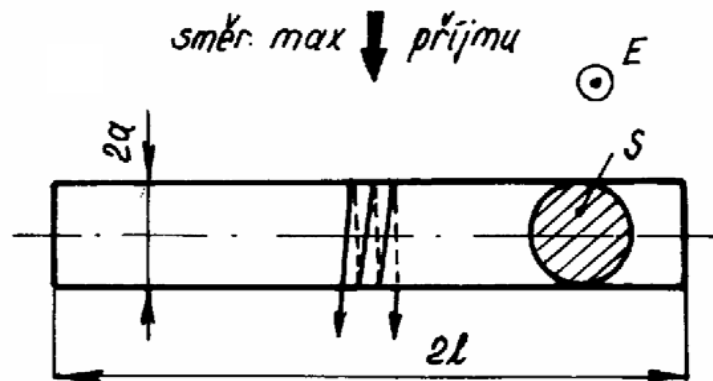
c) dvojice dipólů reagující na elektrickou složku pole

## Další varianty rámových antén



- a), b) „otevřené“ rámy - při obecné polarizaci se uplatní i horizontální úseky  
 c) stíněný rám - symetrie rámu a zátěže  
 d) zaměřovací anténa - rám a prut – směrová charakteristika (kardioida) s jedním ostrým minimem

## feritová anténa



- feritové jádro koncentruje mag. pole v cívce, protáhlý tvar
- malá  $l_{ef} \sim \mu_{ef} < \mu_r$ , induktivní reaktance (vyladění)
- max.  $Q$  asi v 1/3 od konce tyčky
- přijímací (zatížitelnost feritu)