

Cvičenie 04: Optické vlnovody (2.časť)

doc. Ing. Ľuboš Ovseník, PhD.
(lubos.ovsenik@tuke.sk)

[https://data.kemt.fei.tuke.sk/OE_Optoelektronika/_materialy/
Cvicenia/Cv04](https://data.kemt.fei.tuke.sk/OE_Optoelektronika/_materialy/Cvicenia/Cv04)

Vidový objem

- Vlnové číslo prostredia

$$k = \omega \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$$

- Normovaná frekvencia optického vlákna

$$v = k \cdot a(\text{NA}) = kn_1 a \sqrt{2\Delta}$$

- kde a je polomer jadra „OV“, NA je numerická apertúra, n_1 je index lomu jadra „OV“ a Δ je relatívny rozdiel indexov lomu jadra a plášťa „OV“

Vlnová teória šírenia svetla v „OV“ so skokovou zmenou indexu lomu

- Vidový objem, t.j. počet vedených vidov v SI-MM vlákne

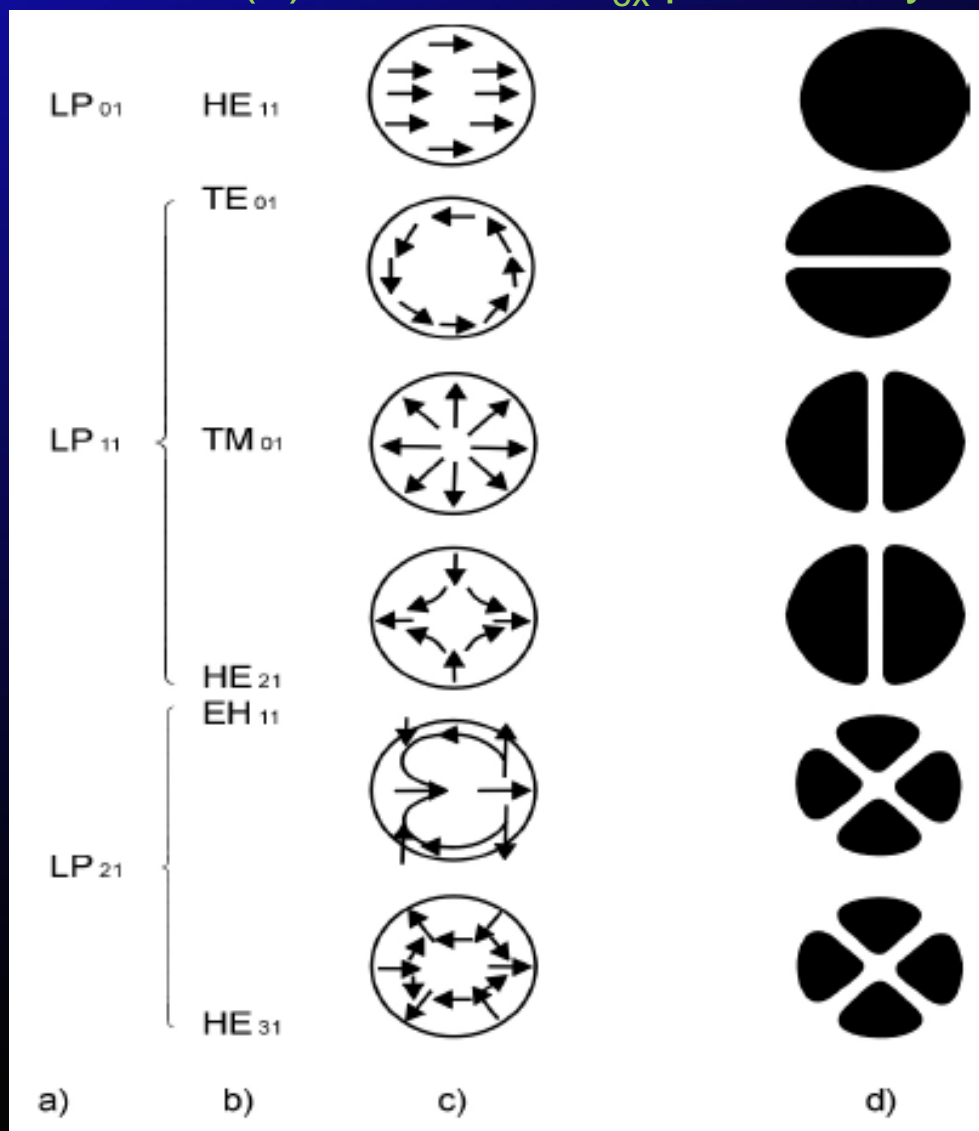
$$M_s \approx \frac{v^2}{2}$$

- Oblasť šírenia dominantného vidu (jednovidovosť) v stupňovitom OV (SI SM)

$$0 < v = kn_1 a \sqrt{2\Delta} < v_c^{LP_{11}} \approx 2.405$$

- kde v_c je kritická hodnota ($\approx 2,405$) normovanej frekvencie pre jednovidový režim práce stupňovitého „OV“ (SI SM)

Obr. 1 Rozloženie intenzity elektrického poľa troch najnižších LP vidov v homogénnom SI-MM OV: (a) označenie LP vidov, (b) tradičné označenie vidov, (c) rozloženie elektromagnetického poľa tradičných vidov, (d) rozloženie E_{ox} pre LP vidy



Vlnová teória šírenia svetla v „OV“ so spojitou zmenou indexu lomu

- **Vidový objem**, t.j. počet vedených vidov v GI-MM vlákne

$$M_g = \frac{\alpha}{\alpha + 2} (n_1 k a)^2 \Delta$$

- pre $\Delta \ll 1$

$$M_g \cong \frac{\alpha}{\alpha + 2} \frac{v^2}{2}$$

- pre **parabolický profil**
indexu lomu ($\alpha = 2$)

$$M_g \cong \frac{v^2}{4} = \frac{1}{2} M_S$$

- **Oblasť jednovídnosti** pre gradientné optické vlákno (GI SM)

$$0 < v < v_c = 2.405 \sqrt{1 + \frac{2}{\alpha}}$$

Príklad č. 1

Zadanie:

- Uvažujte gradientné optické vlákno (GI MM) s indexom lomu na osi jadra 1,5; konštantou α profilu indexu lomu 1,90; relatívnym rozdielom indexov lomu na osi jadra a plášťa 1,3% a priemerom jadra 40 μm .
 - Vypočítajte počet vedených vidov v tomto vlákne pri šírení svetla s vlnovou dĺžkou 1,55 μm .
 - Určte medznú hodnotu normovanej frekvencie pre jednovidový režim práce tohto vlákna.

Riešenie:

- 93,66 vidov = 93 použiteľných vidov
- $v_c = 3,4456$

Príklad č. 2

Zadanie:

- Jednovidové stupňovité optické vlákno (SI SM) má priemer jadra $4 \mu\text{m}$ a index lomu jadra je 1,49. Vypočítajte najkratšiu vlnovú dĺžku, pre ktorú je možné jednovidové šírenie svetla v tomto vlákne, ak uvažujete, že relatívny rozdiel indexov lomu je 2 %.

Riešenie:

- ($\lambda_{\text{min}} = 1,55708 \mu\text{m}$)

Príklad č. 3

Zadanie:

- Mnohovidové stupňovité optické vlákno (SI MM) má relatívny rozdiel indexov lomu 1% a index lomu jadra 1,5. Nech sa týmto vláknom pri vlnovej dĺžke $1,3\mu\text{m}$ šíri približne 1100 vidov. Vypočítajte priemer jadra tohto optického vlákna.

Riešenie:

- (priemer jadra optického vlákna je $91,4949\ \mu\text{m}$)

Príklad č. 4

Zadanie:

- Gradientné optické vlákno (GI SM) s parabolickým profilom indexu lomu má index lomu jadra na osi vlákna 1,5 a relatívny rozdiel indexov lomu je 1%. Určte maximálny priemer jadra vlákna, ktorý umožňuje jednoividový režim práce na vlnovej dĺžke $1,3 \mu\text{m}$.

Riešenie:

- (maximálny priemer jadra gradientného optického vlákna pri zachovaní jednoividového režimu práce je $d = 2a = 6,635 \mu\text{m}$)

Ďakujem za pozornosť