



Optoelektronické systémy

# Zobrazovacie prvky, displeje

Prof. RNDr. Ing. Ján Turán, DrSc., KEMT FEI TU Košice

## Rozdelenie displejov

- S malou hustotou
- S veľkou hustotou
- Aktívne prvky
- Pasívne prvky

## Vlastnosti

- Viditeľnosť
  - n Jas
  - n Kontrast
  - n Znázornenie farieb a ich sýtosti
- Spotreba
- Rýchlosť odozvy
- Zorný uhol
- Životnosť
- Voľba potrebnej veľkosti znakov

# Luminiscencia

## Formy budenia

- Fotoluminiscencia
- Katódoluminiscencia
- Elektroluminiscencia
- Triboluminiscencia
- Bioluminiscencia

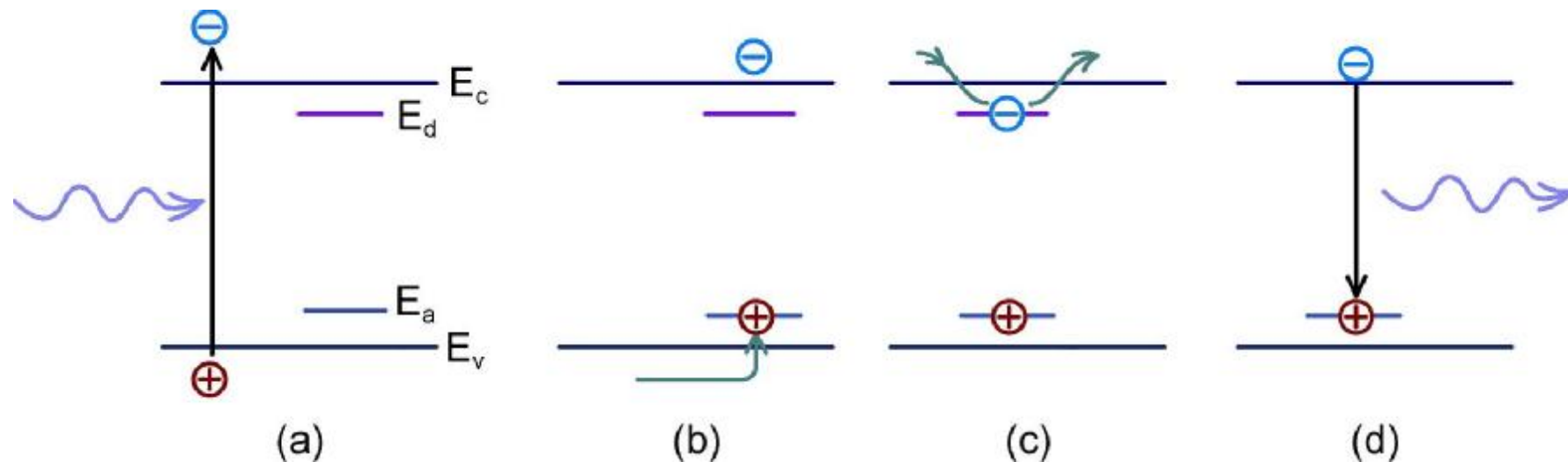
## Kvantový prechod

$$n \frac{hc}{l} = E_2 - E_1$$

## Mechanizmy luminiscencie

- Fluorescencia
- Fosforencencia
  - n Fosforeskujúce materiály
    - Aktivátory
    - Ko-aktivátory

Procesy generácie párov elektrón-diera a rekombinačné procesy v necharakteristickom luminiscenčnom materiáli

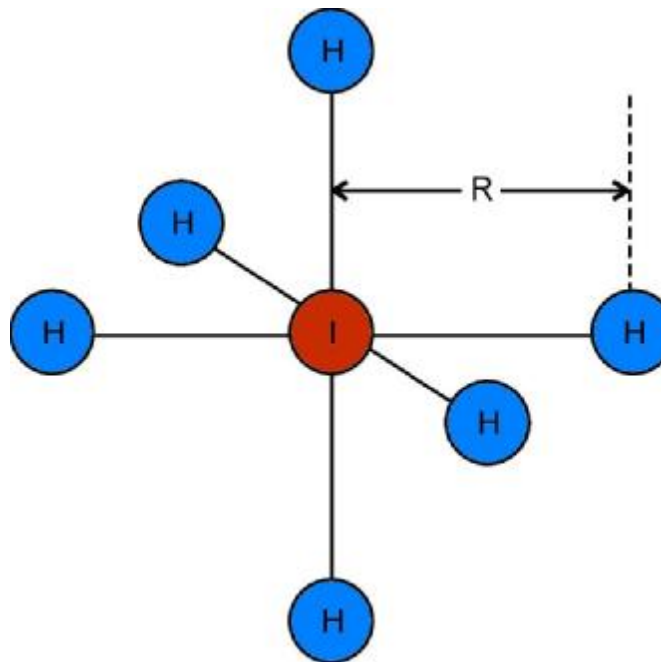


## Fotoluminescencia

n Stokesovo posunutie

n Aktivačné ióny (I):  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$

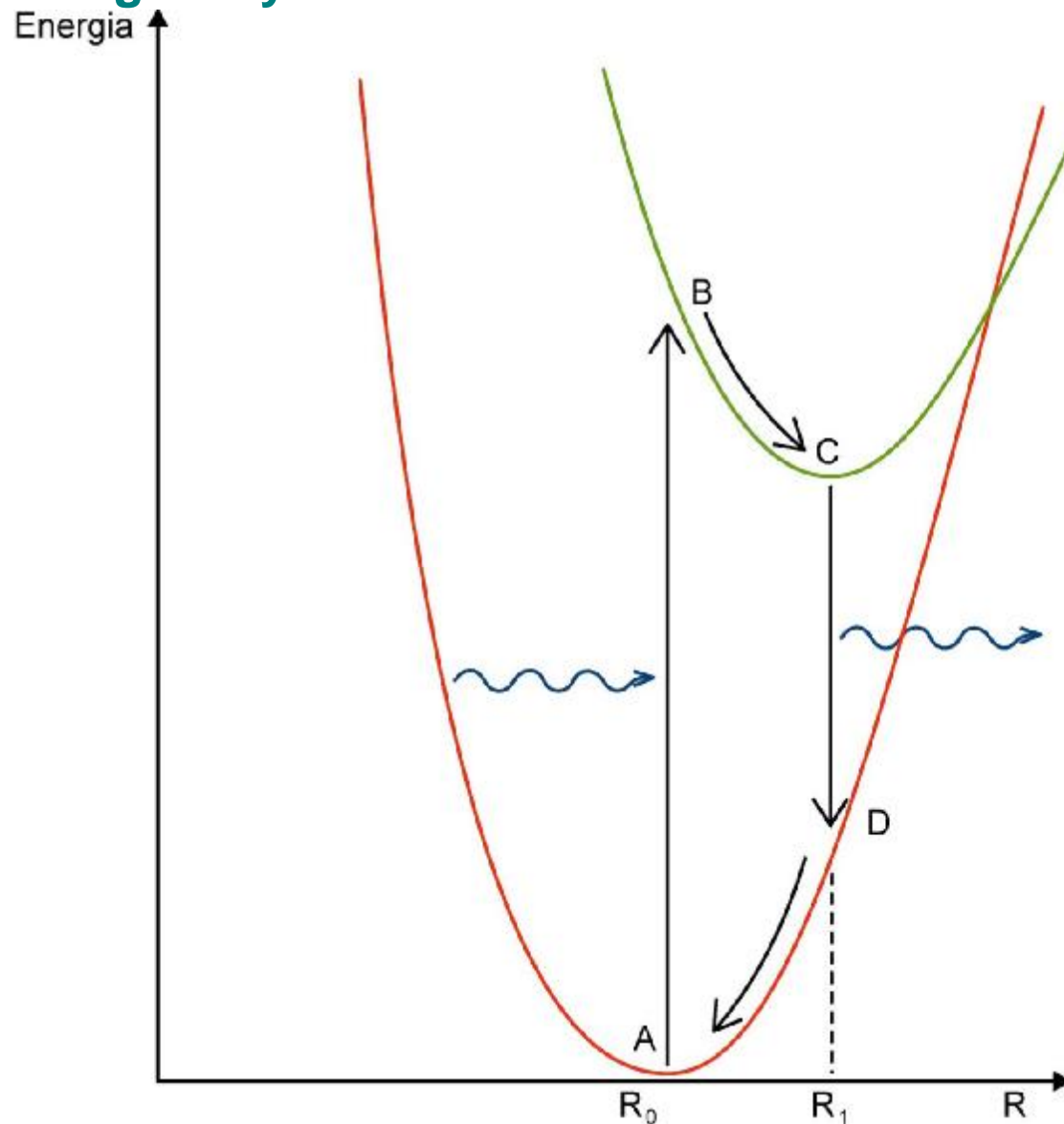
Aktivačný ión (I) obklopený iónmi (H) hostujúceho materiálu (kryštálu)



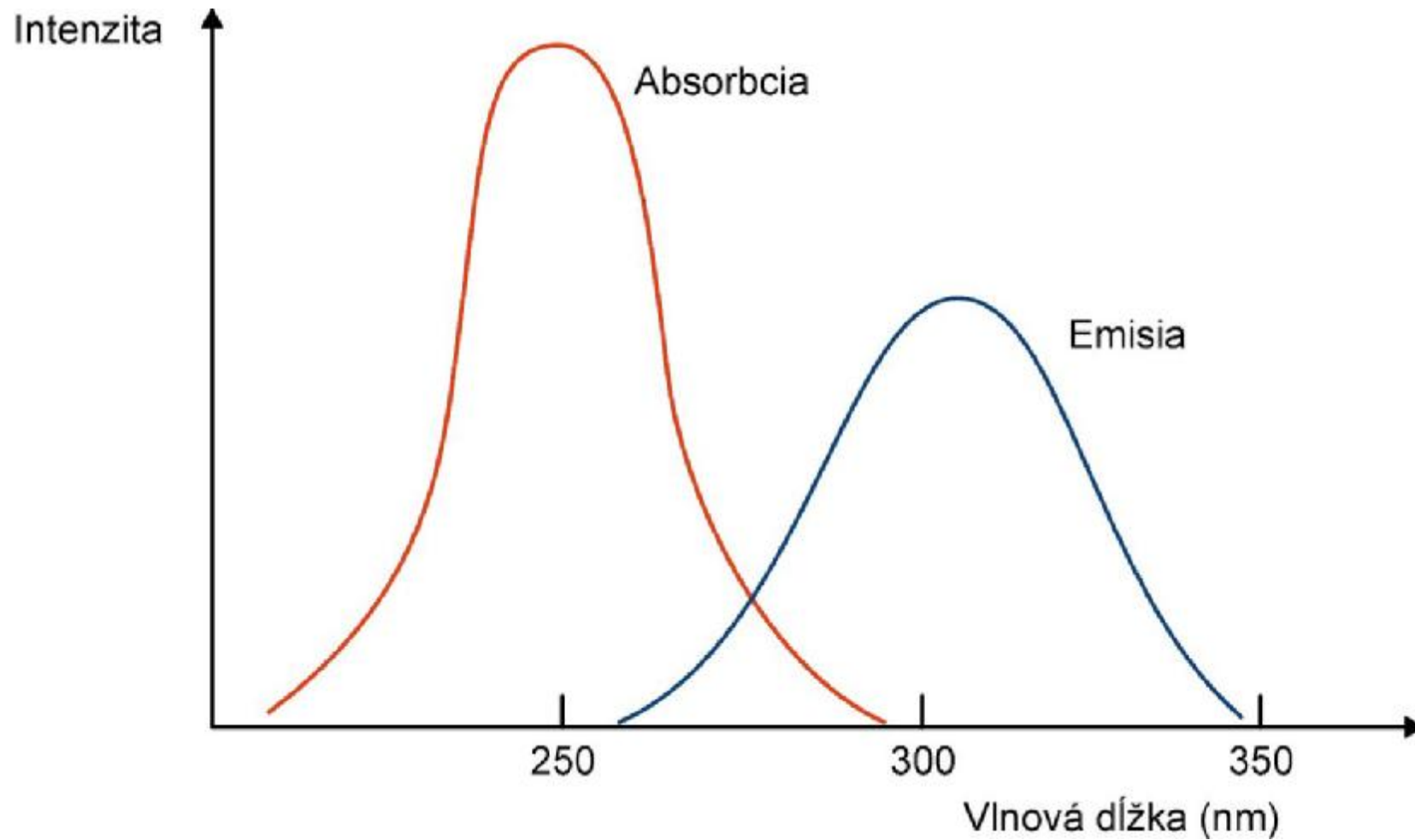
## Uplatnenie

- · **Fluorescenčné lampy**
- · **Žiarivky** - zmes pár Hg a argónu
- · **Luminiscenčný materiál konvertuje ultrafialové žiarenie do viditeľnej oblasti svetla**

## Závislosť energetických hladín od vzdialenosti R



## Absorbčné, emisné spektrum KCl:Ti





## ***Katódoluminiscencia***

n Budenie dopadom toku elektrónov

$$n \quad N = \frac{E_B}{bE_g}$$

n **Praktické využitie**

- · **Obrazovky**
- · **Displeje (CRT – Cathode Ray Tube)**

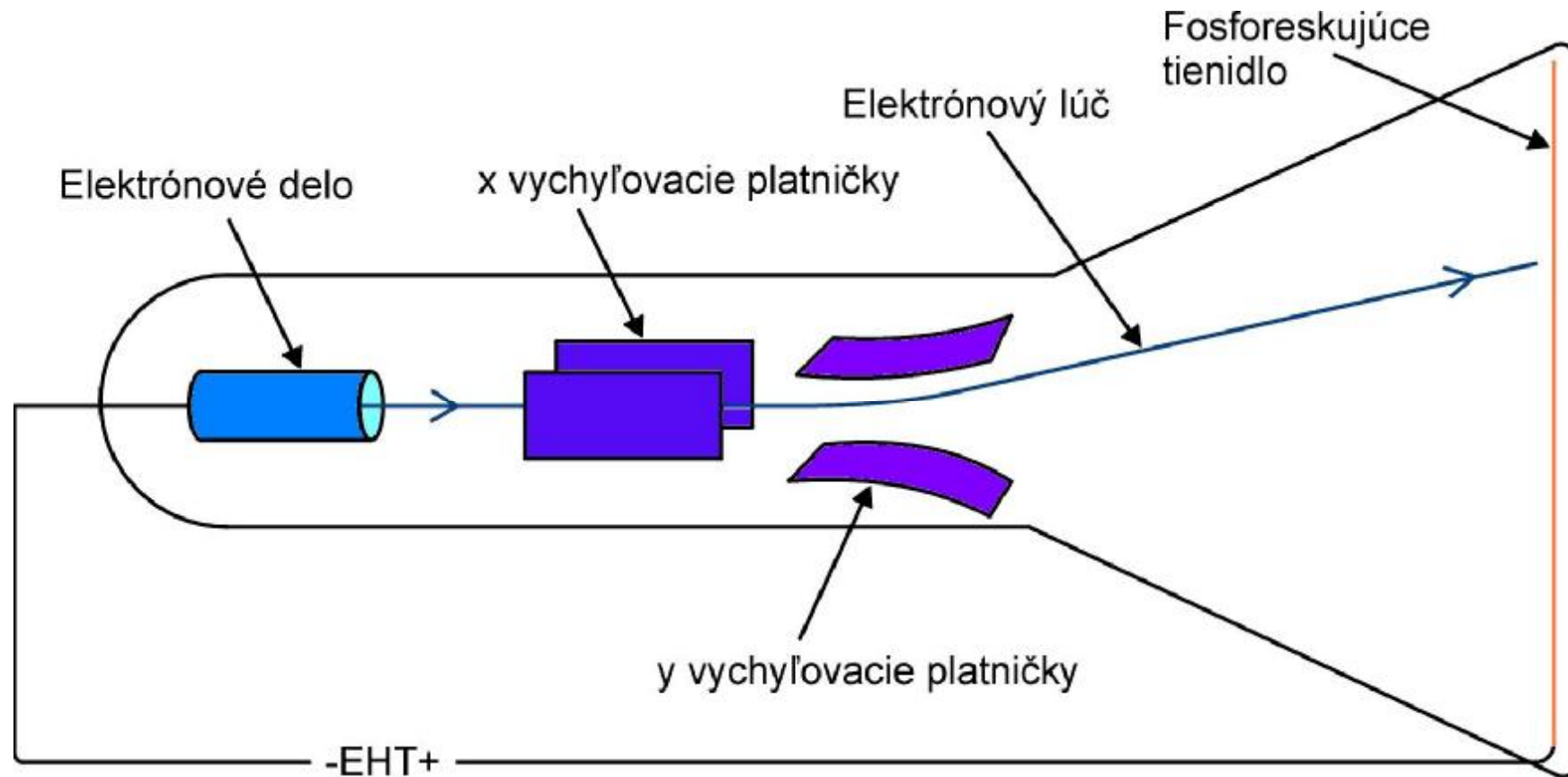
n **Vychyl'ovanie elektrónového zväzku**

- · **Elektrostaticky**
- · **Magneticky**

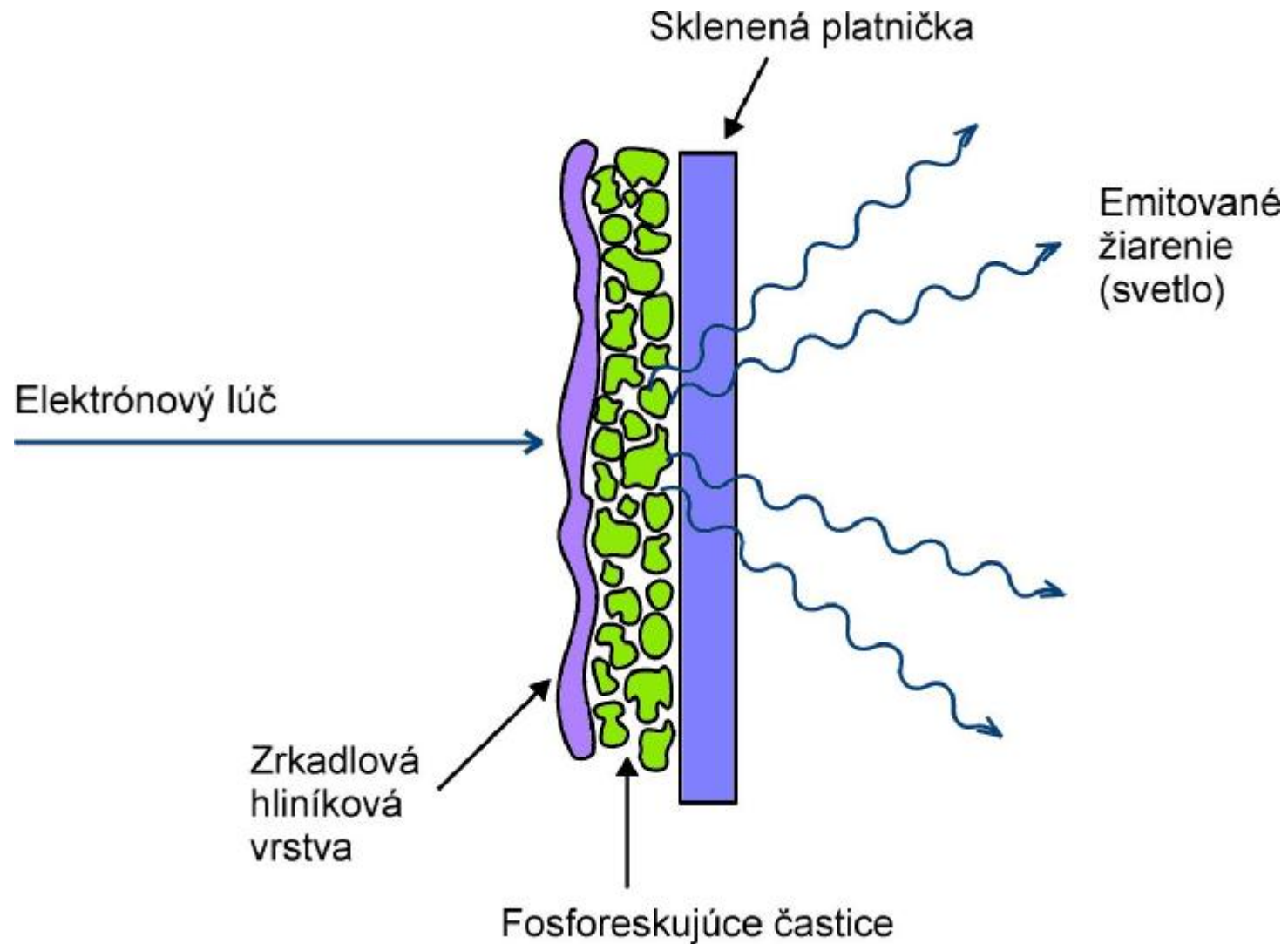
n **Elektrónové delá**

- · **R – Red –  $Y_2O_2S:Eu, Tb$**
- · **G – Green –  $Zn_xCd_{1-x}S:Cu$**
- · **B – Blue –  $ZnS:Ag$**

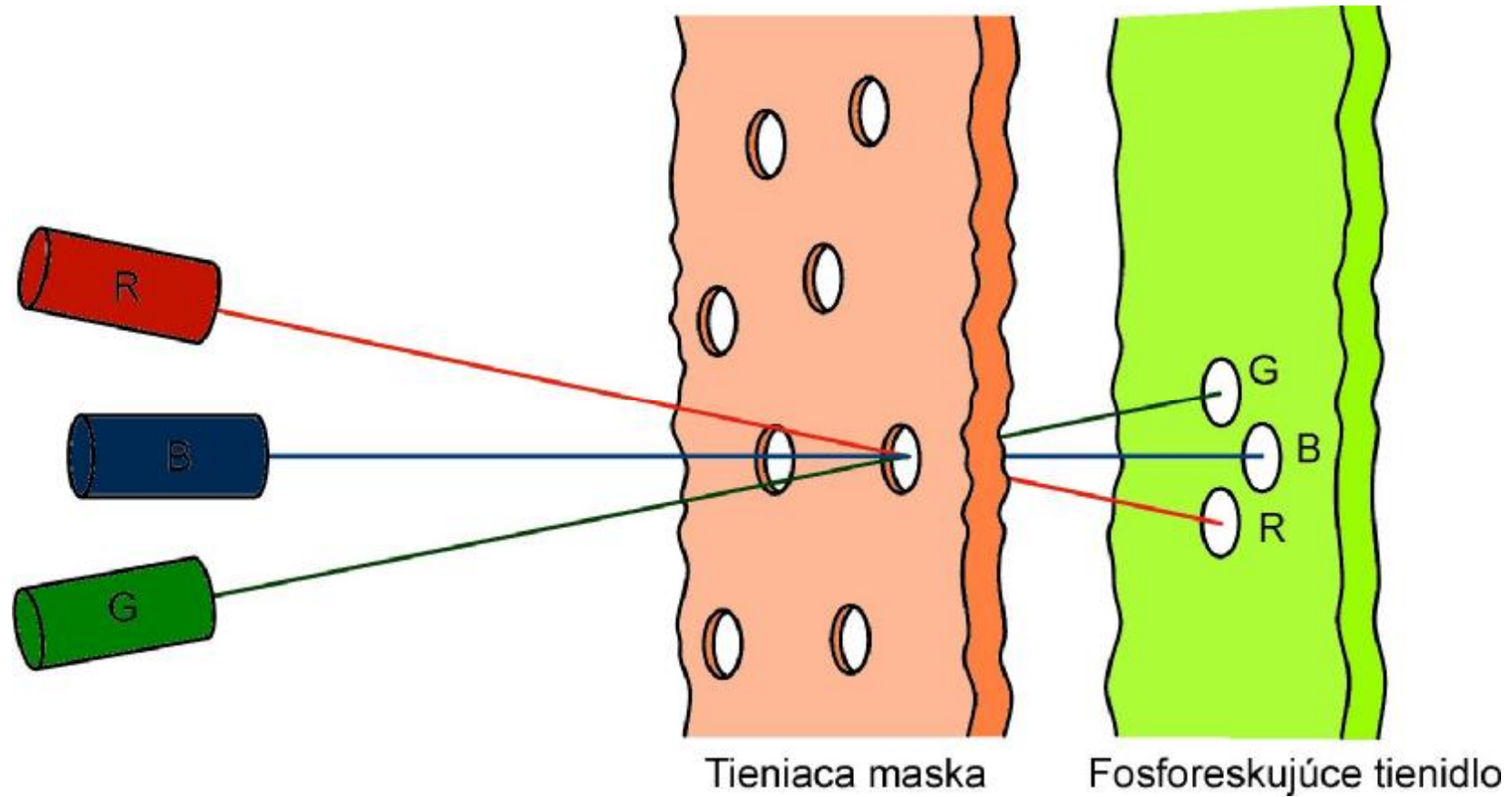
## Konštrukcia obrazovky



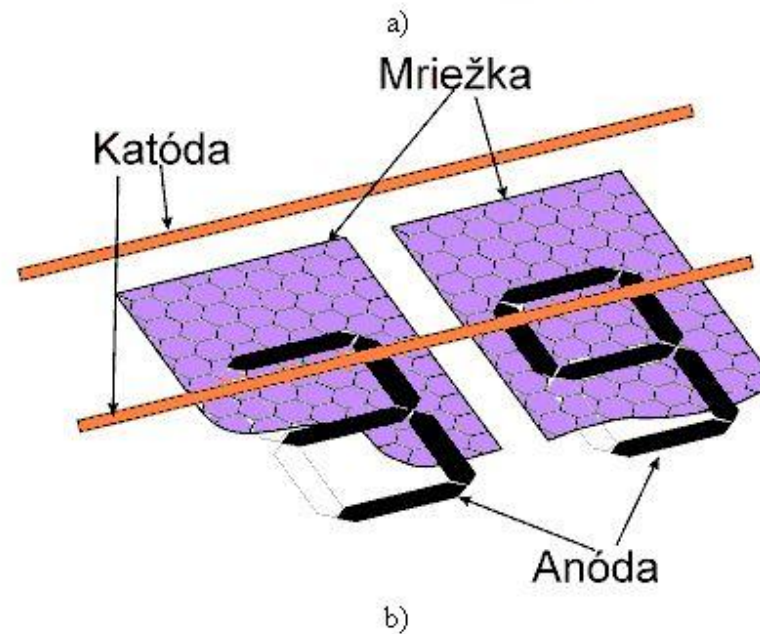
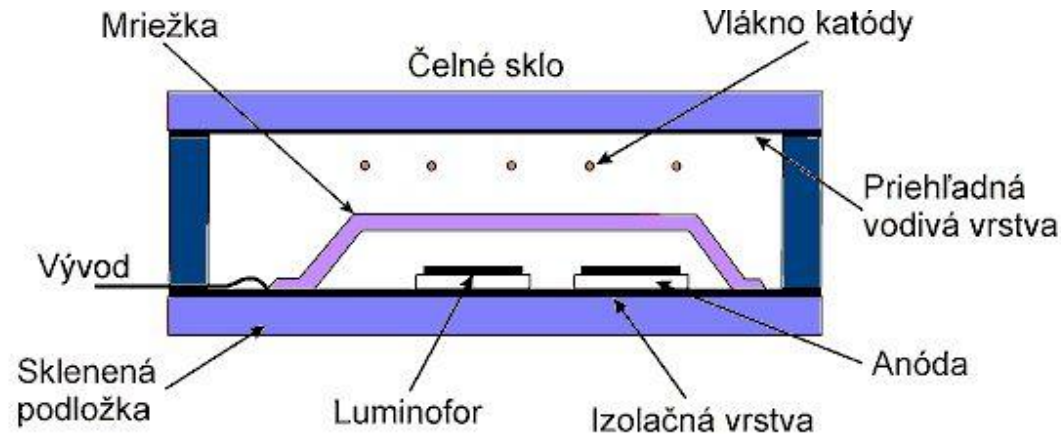
## Konštrukcia zobrazovacej plochy



## Konštrukcia farebnej zobrazovacej plochy



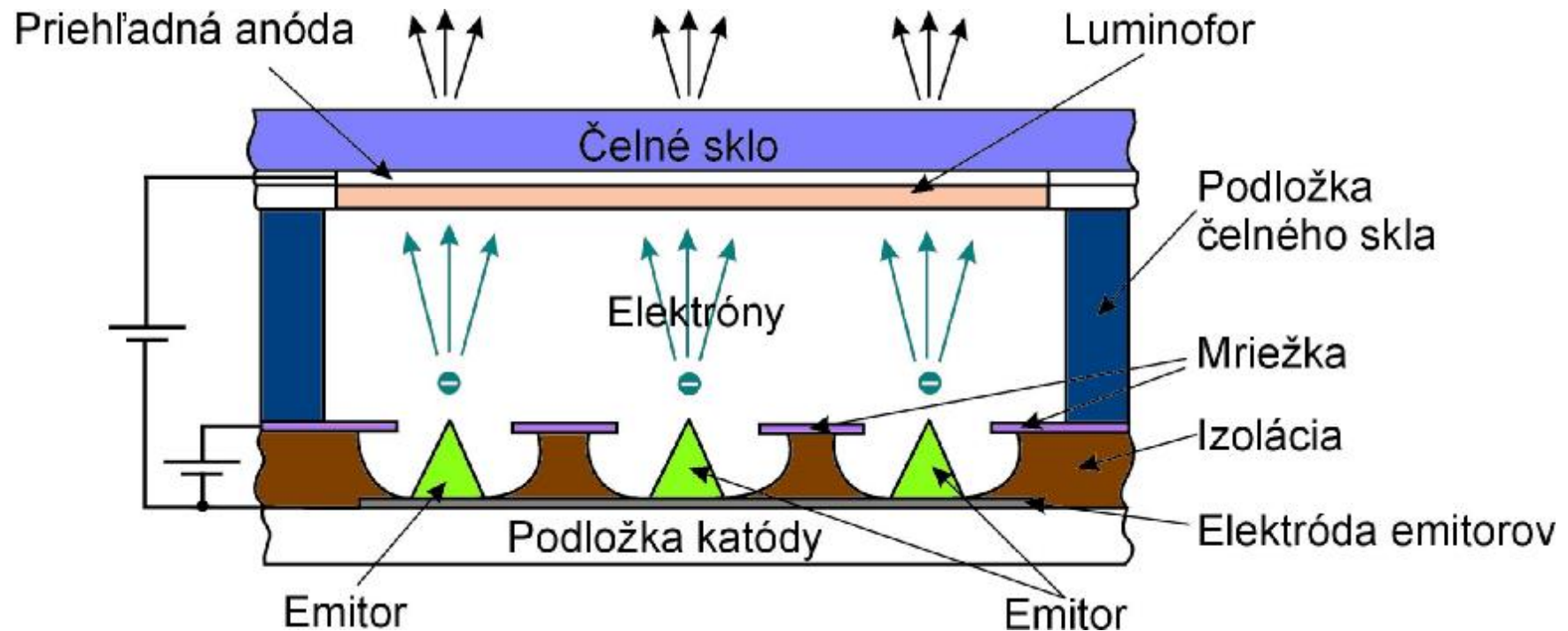
## Konštrukcia VFD - vákuové luminiscenčné zobrazovacie jednotky (Vacuum Fluorescent Display) (a), rozloženie elektród (b).



## Výhodné vlastnosti VFD

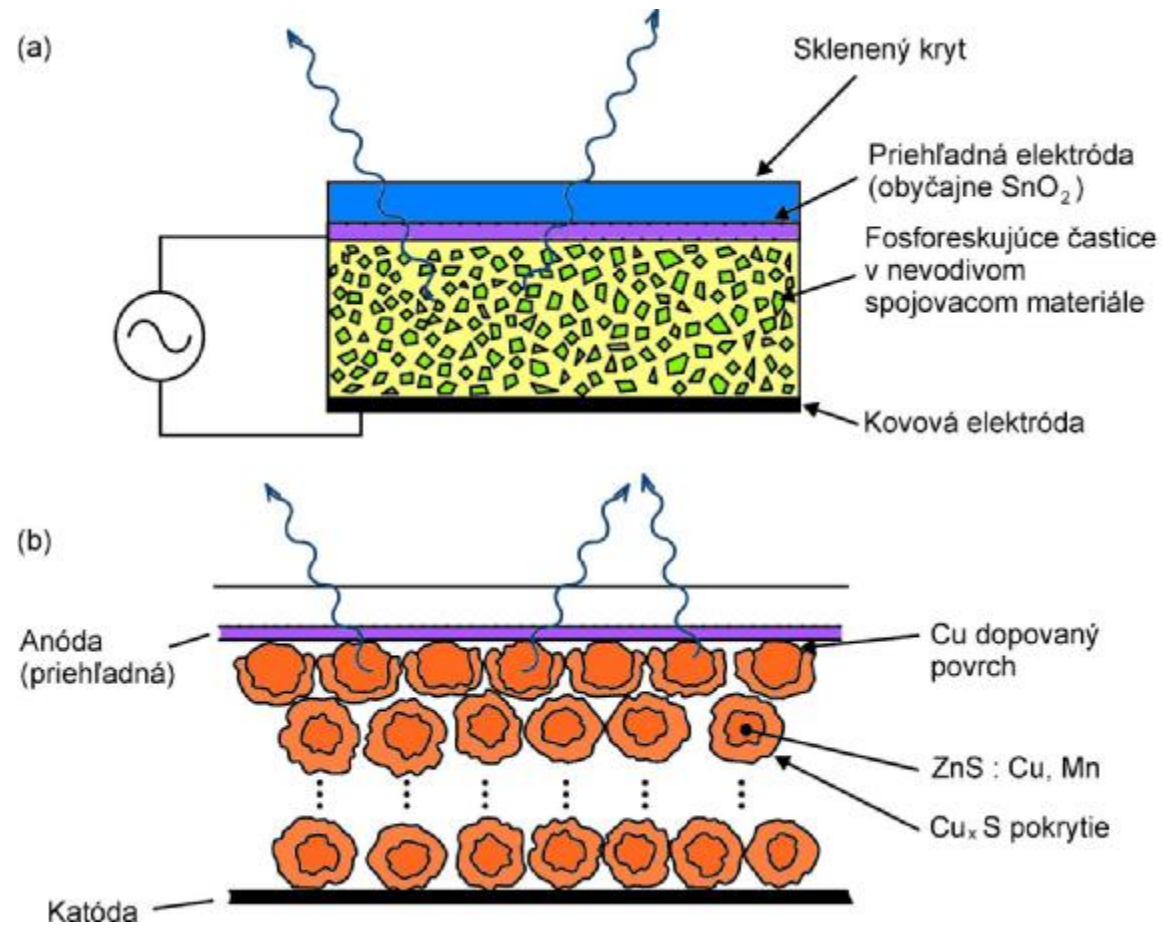
- .. **Veľmi jasné zobrazenie**
- .. **Široký pozorovací uhol**
- .. **Rozsah prevádzkových teplôt -40 °C až +85 °C**
- .. **Jednoduché je vytváranie rôznych zákazníkovi žiadaných znakov**
- .. **Veľká životnosť**
- .. **Prevádzkové napätie 10 V až 60 V**
- .. **Napájanie katódy 1,5 V až 5 V**

## Konštrukcia bunky FED - displeje s plošnou emisiou (Field Emission Display)



# Elektroluminiscencia

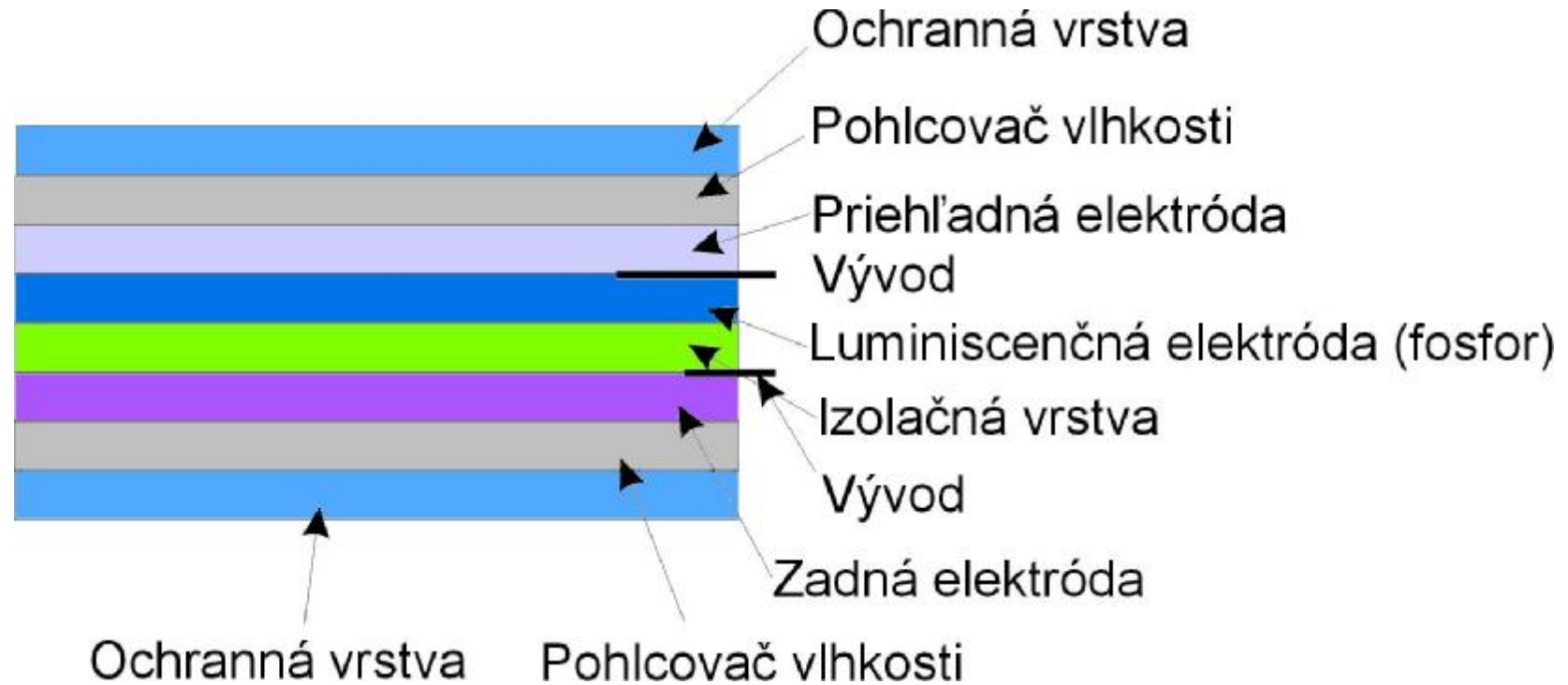
Elektroluminiscenčný prvok: a) so striedavým, b) jednosmerným budením





- n **Elektroluminiscenčné displeje (ELD)** budené jednosmerným napätím – podobná štruktúra ako fosforeskujúce častice (ZnS:Cu, Mn) sú pokryté vodivou vrstvou  $\text{Cu}_x\text{S}$
- n **Tenká fólia z elektroluminiscenčného materiálu** (ZnS, ZnSe, ZnSMn)
- n Budiace napätie **15 až 30 V**
- n **ELD aplikácie**
  - .. Svetelné zdroje na podsvietenie LCD
  - .. Dekoračné účely

## Konštrukcia tenkovrstvového ELD

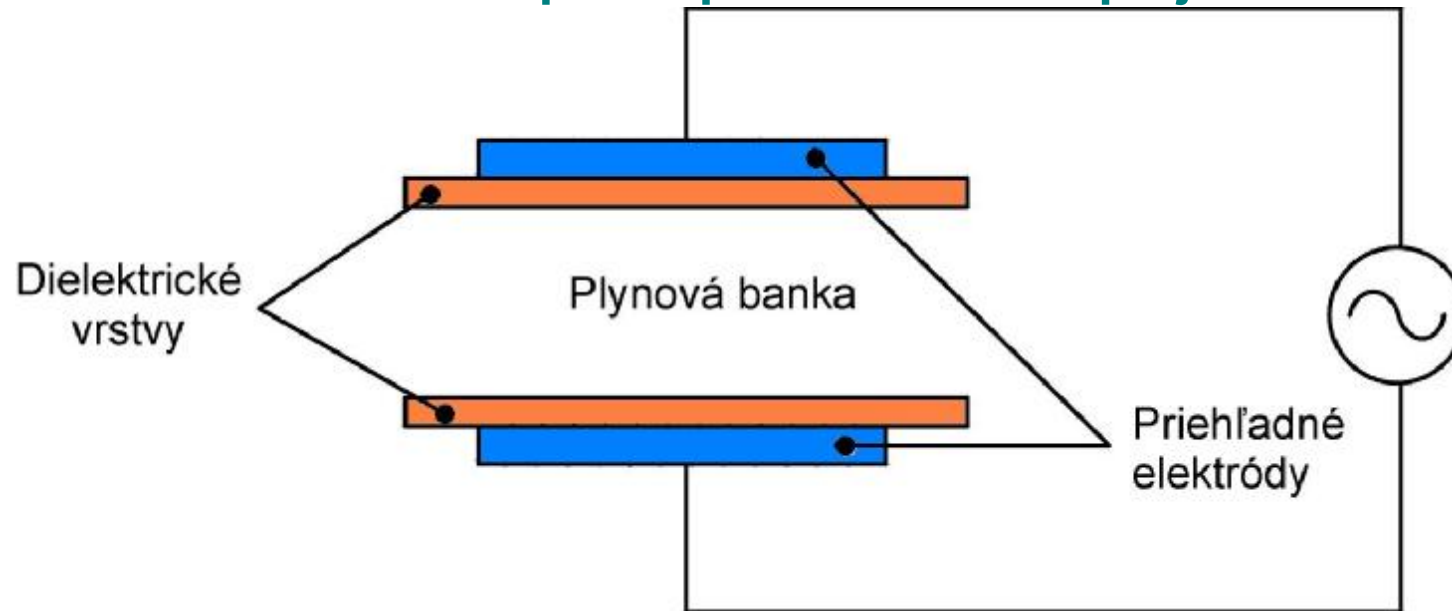


## **Plazmové displeje**

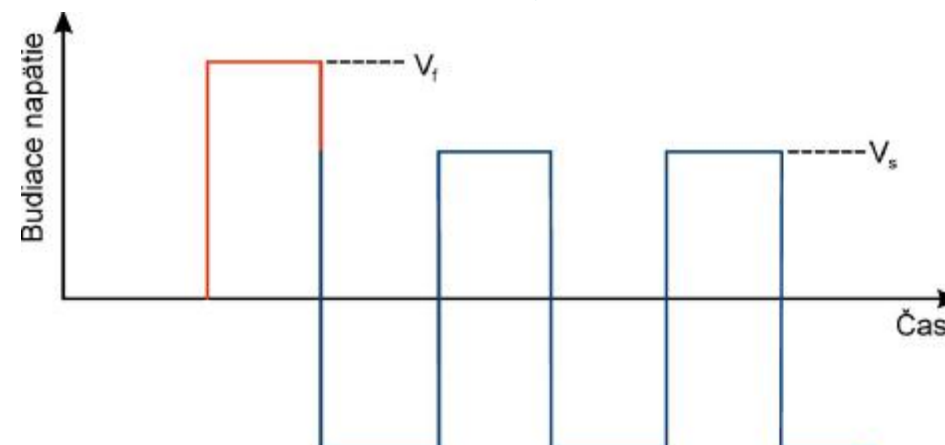
### **Plazmové displeje - PDP (Plasma Display Panel)**

- .. **Založené na budení výboja prúdom v plazme**  
(obyčajne sa používa **neón, xenón, hélium**, resp. ich zmesi)
- .. **Šírka banky je 100 mm**
- .. **Tlak v banke je 400 torr**
- .. **Zápalné napätie  $V_f @ 150 V$**
- .. **Pracovné napätie displeja je nižšie  $V_s @ 90 V$**
- .. **Nevýhoda vyššia spotreba**

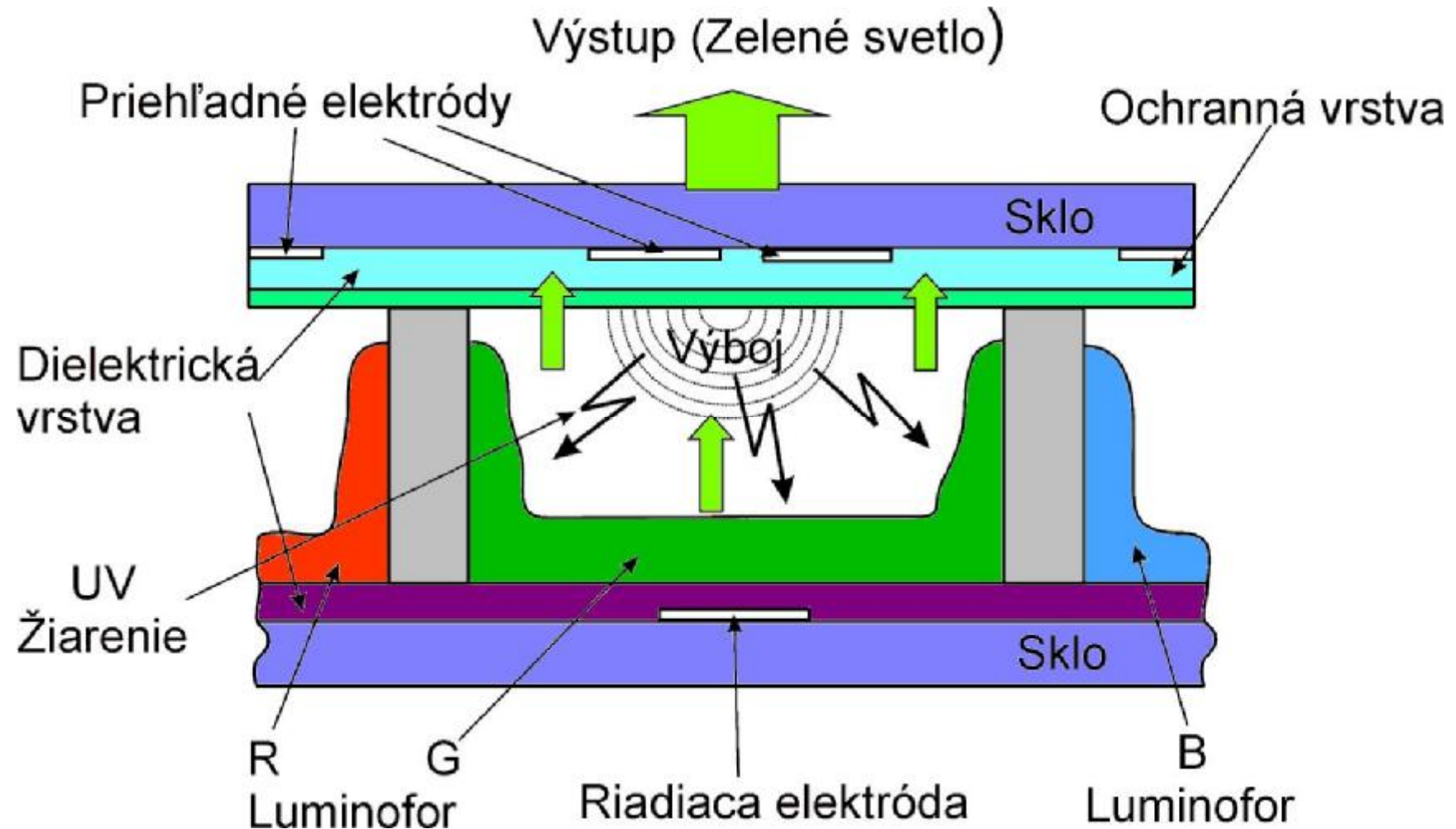
## Konštrukcia základného prvku plazmového displeja



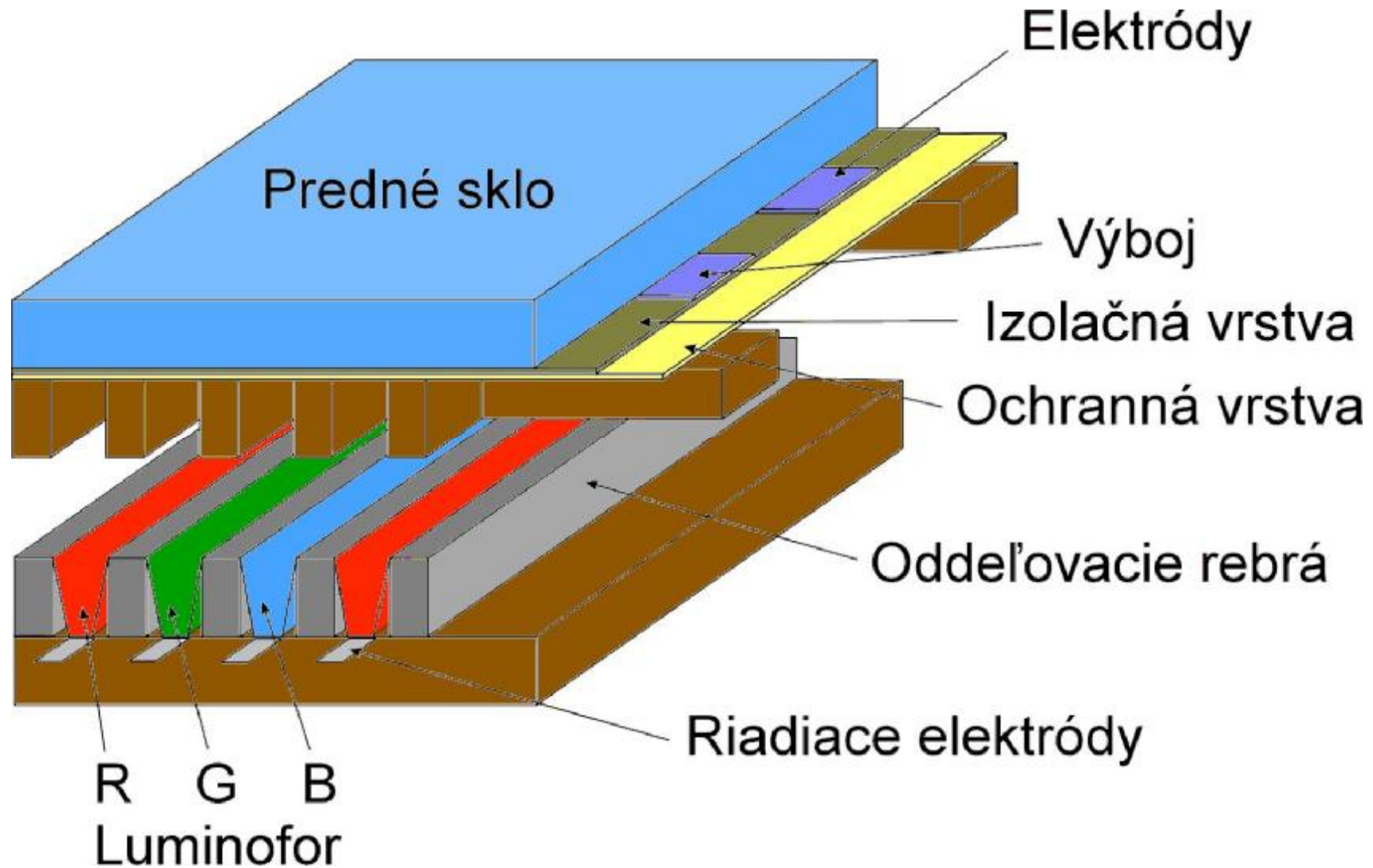
## Budiace napätie plazmového displeja



## Konštrukcia buky PDP



## Farebná bunka PDP



## *Displeje z tekutých kryštálov*

### Displeje z tekutých kryštálov –

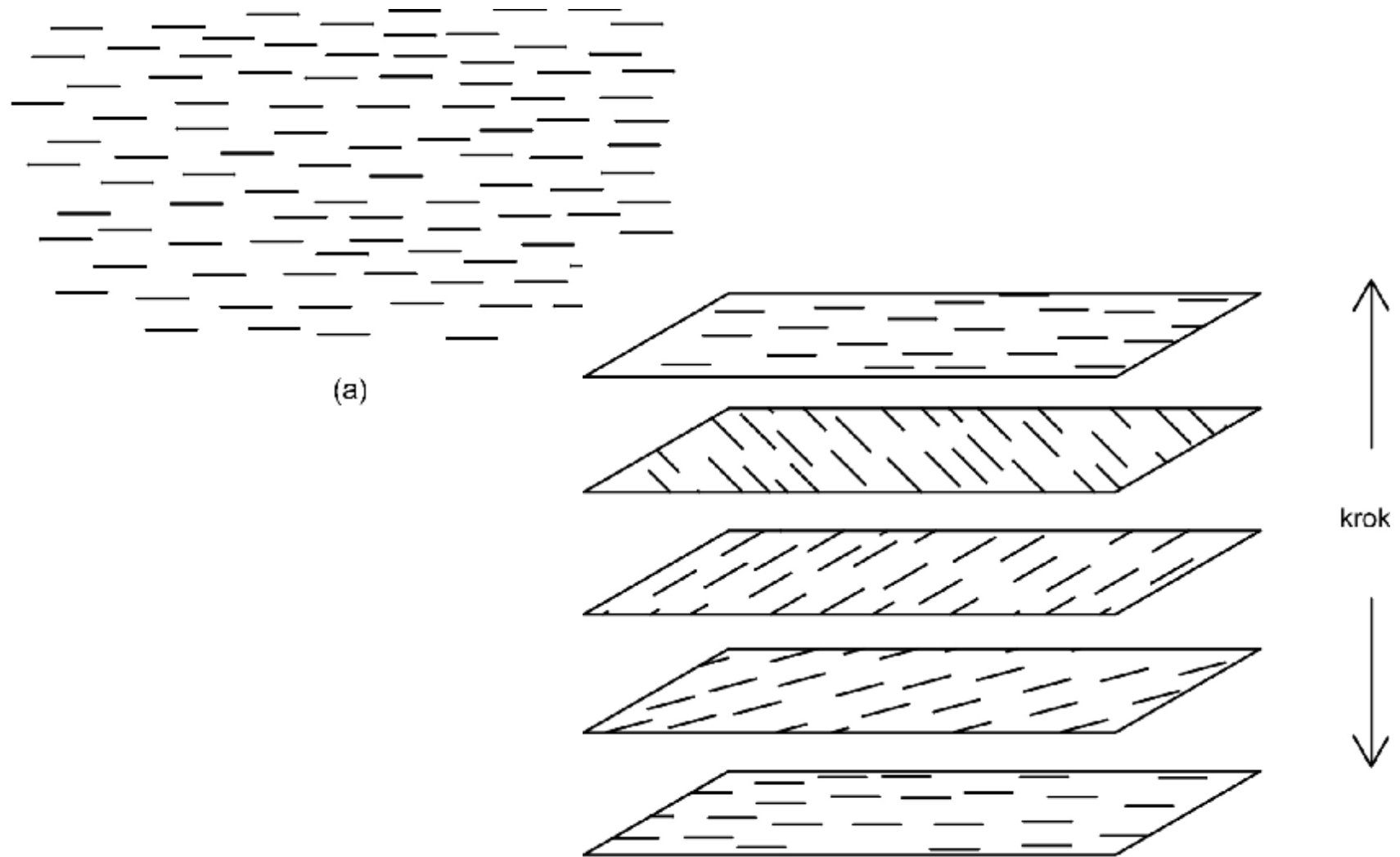
#### LCD (Liquid Crystal Display)

- Tenká vrstva tekutého kryštálu (~10 $\mu$ m)
- Tekuté kryštály boli objavené v r. 1888 rakúskym botanikom **Reinitzom**
- 1963 – **Richard Williams** – žiarenie prechádzajúce tenkou vrstvou tekutých kryštálov sa ohýba podľa ich kryštalickej štruktúry

#### n Základné typy tekutých kryštálov

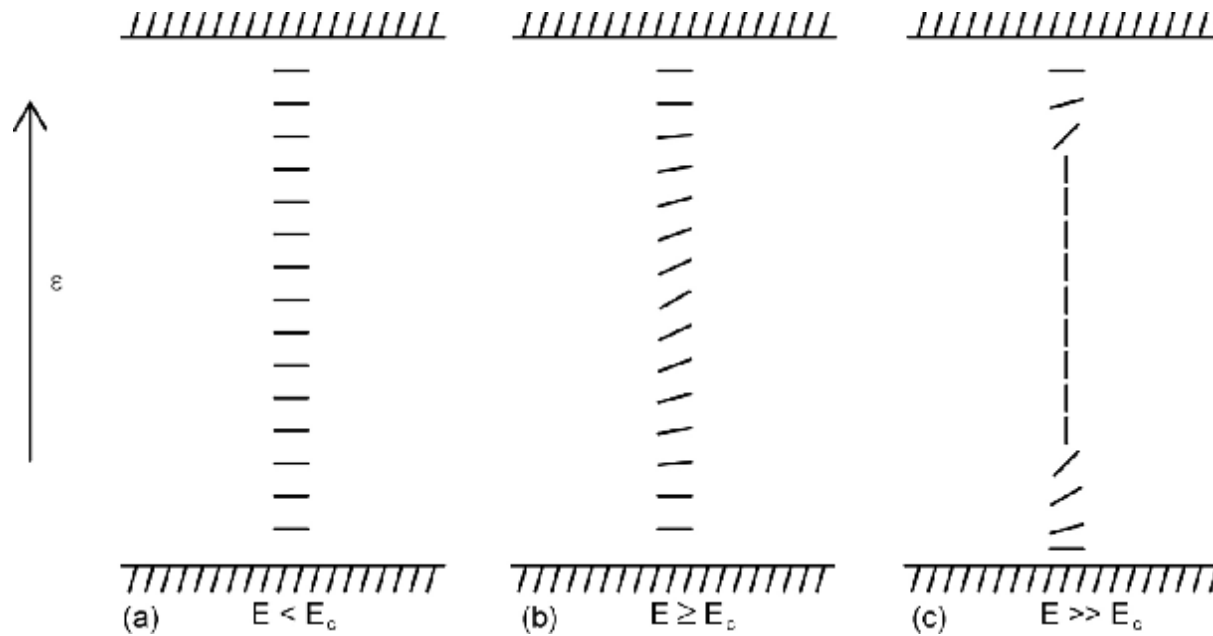
- **Nematické**
- **Cholesterické**
  - n Braggov odraz
  - n Symbolické teplomery
- **Smectické**
  - n Homeotiopická orientácia – kolmo
  - n Homogénna orientácia – paralelne

a) Nematické a b) cholesterické tekuté kryštály

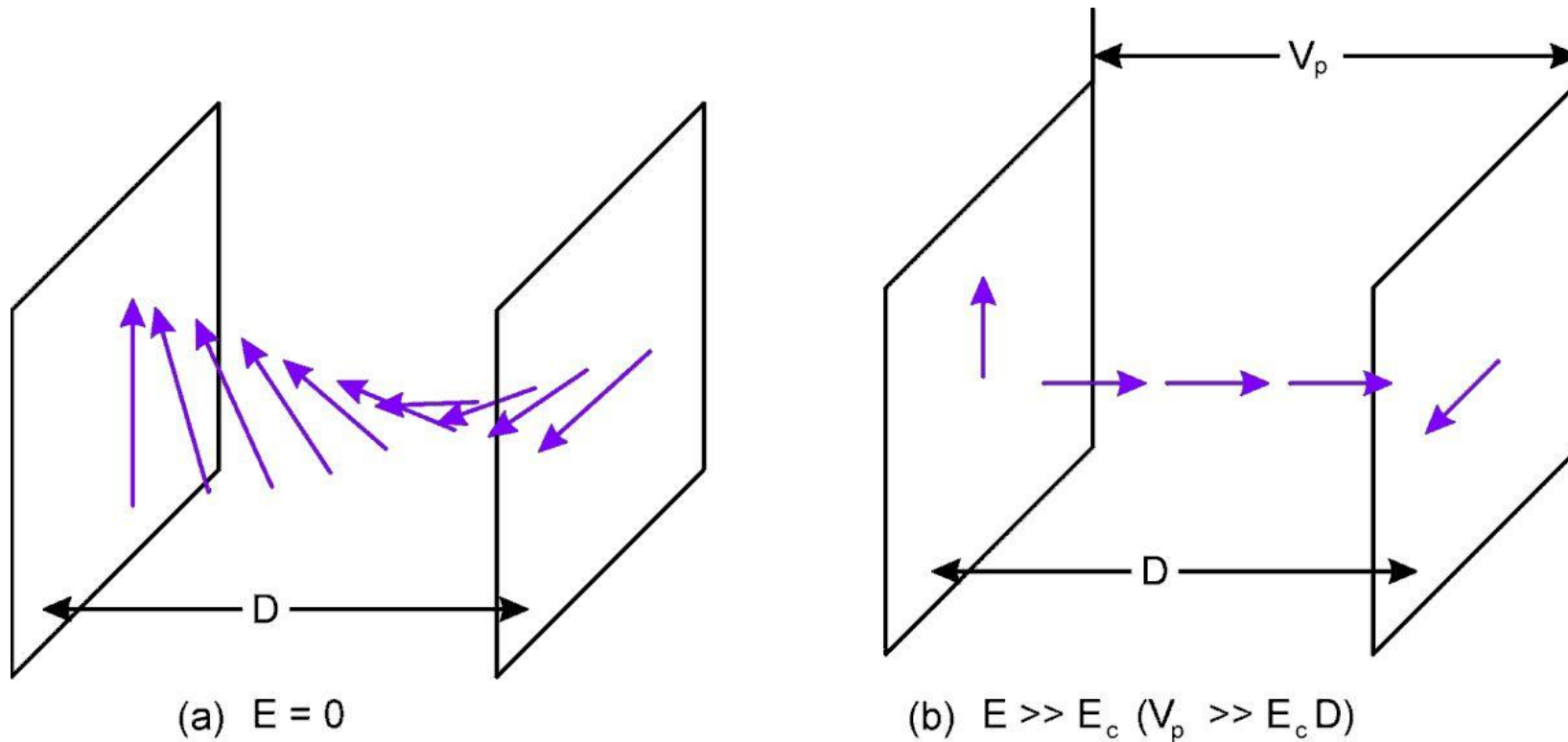




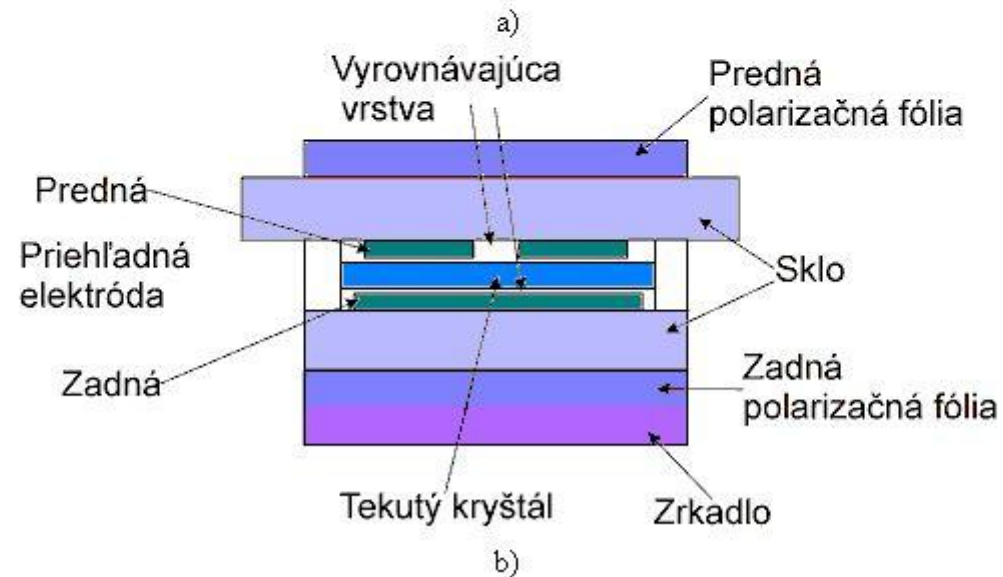
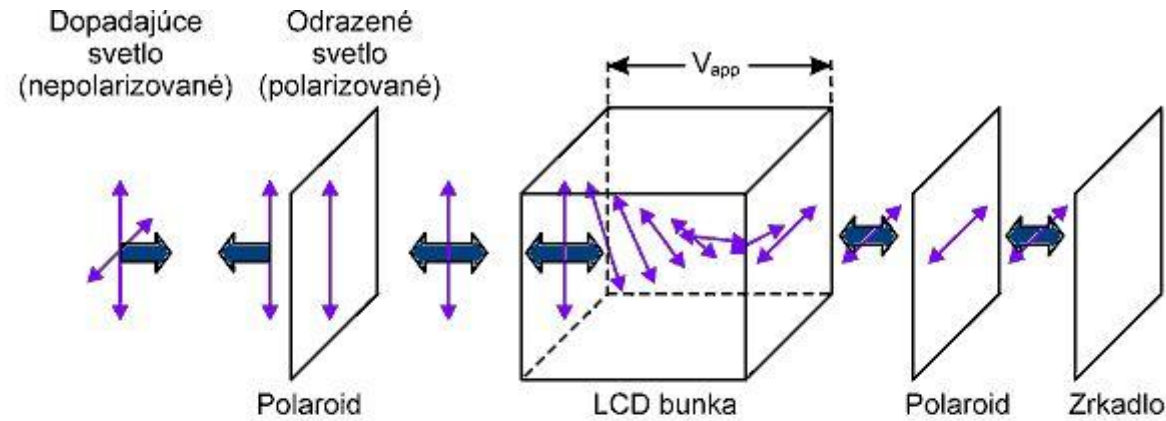
Vplyv vonkajšieho elektrického poľa na orientáciu molekúl nematického kryštálu: a) homogéna orientácia; b) čiastočná preorientácia; c) hometropická orientácia



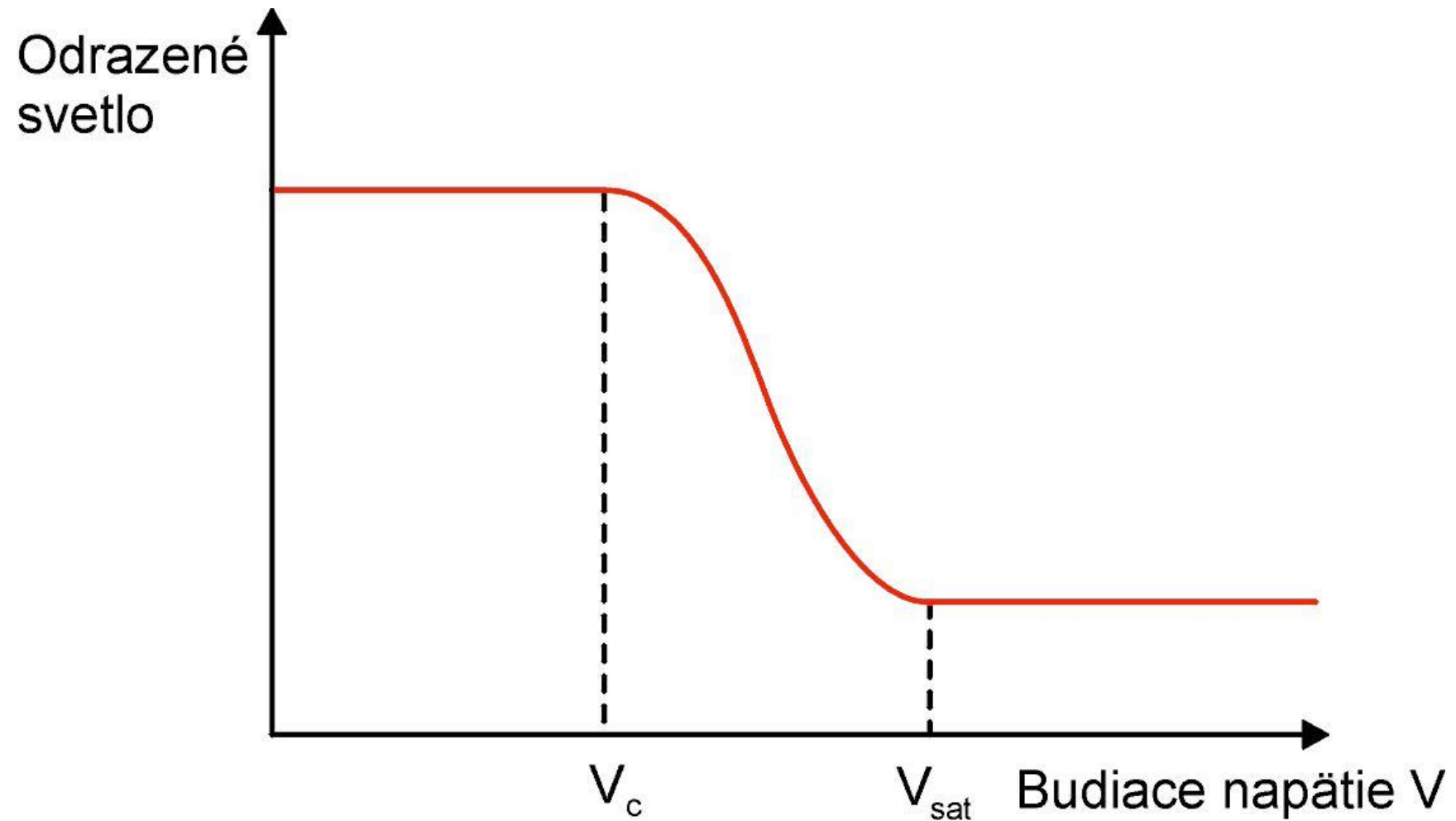
**Optické vlastnosti bunky tekutého kryštálu:** a) bez elektrického poľa,  
b) so silným elektrickým poľom ( $E > E_c$ )



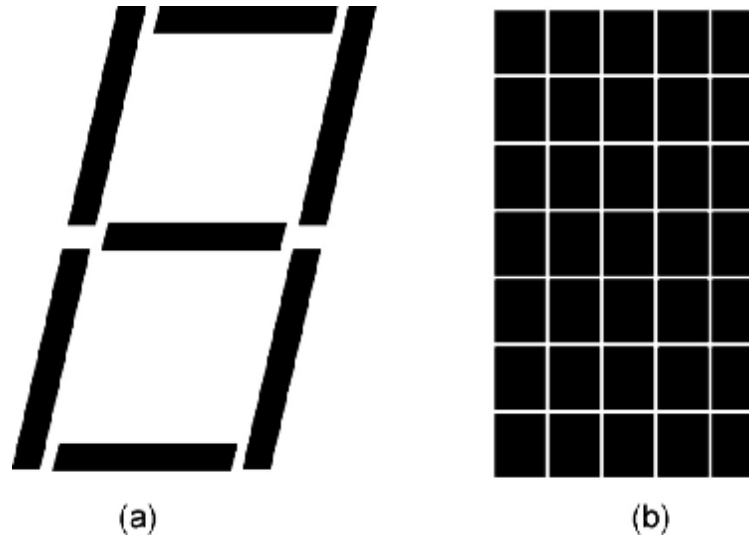
## Princíp práce (a) a konštrukcia LCD bunky (b)



## Elektrooptická charakteristika LCD



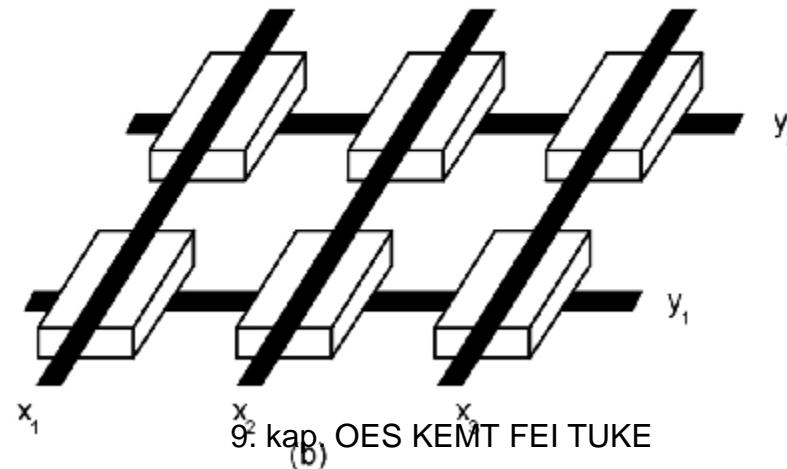
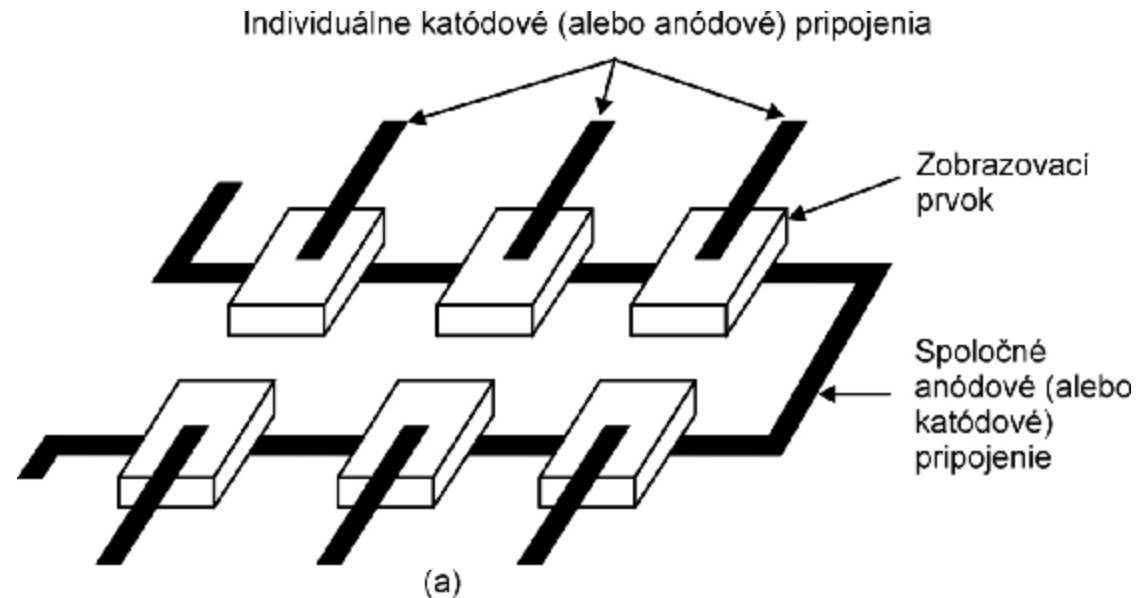
**Základné typy LCD:** a) sedem segmentový displej, b) maticový displej s 7 × 5 obrazovými prvkami



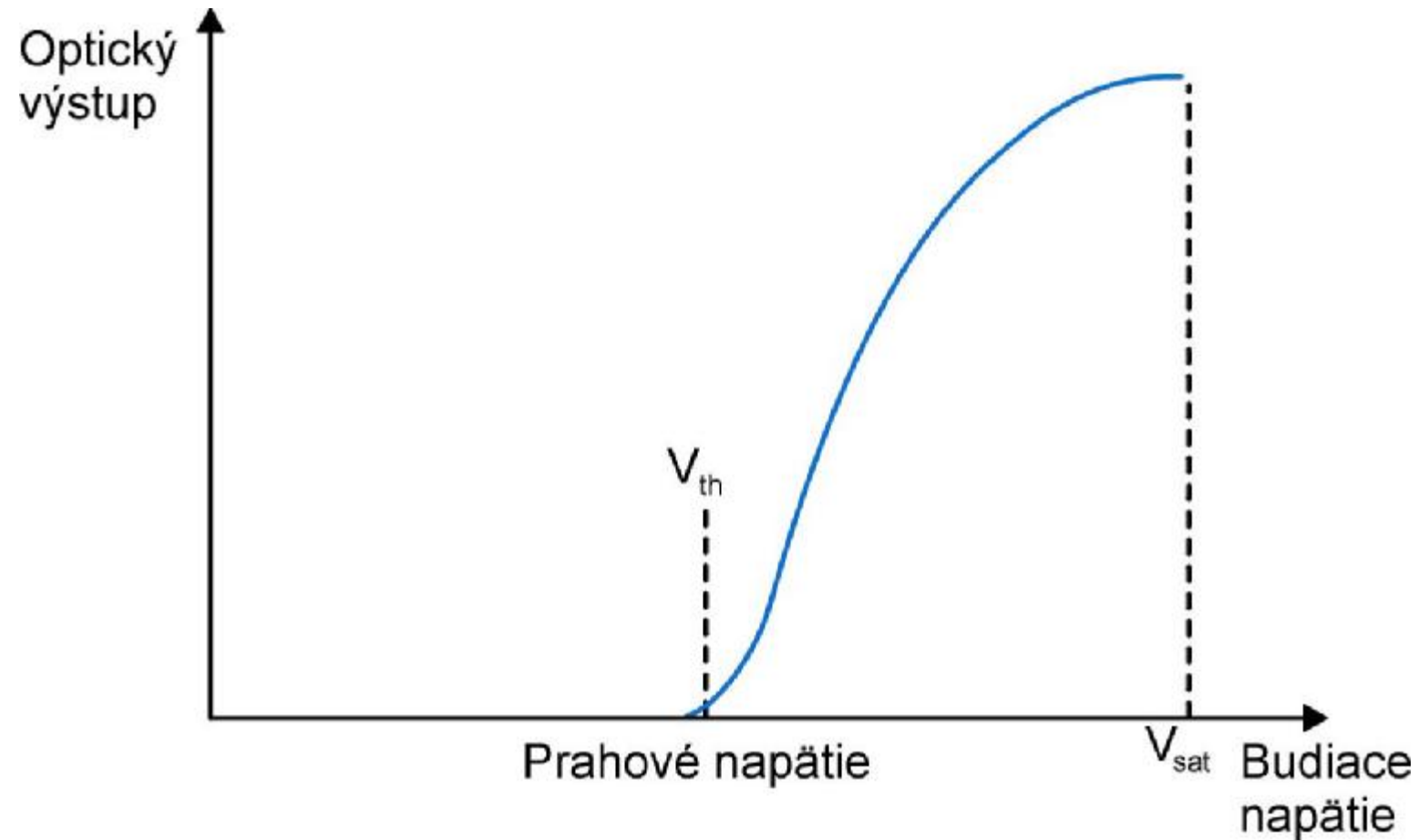
## Metódy prepojenia elementov LCD

- .. Spoločná anóda (alebo katóda)
- .. Maticové (adresné) prepojenie

## Prepojenie elementov LCD: a) spoločná anóda, b) maticové (adresné) prepojenie



## Budiaca charakteristika maticovo budeného elementu LCD



## LCD s malou hustotou zobrazovanej informácie

- .. Segmenty
- .. Obrazové body zostavené do matic
- .. Špeciálne tvary segmentov

## Vlastnosti LCD

- .. Nízka cena
- .. Malá hmotnosť
- .. Malé rozmery
- .. Veľmi malá spotreba elektrickej energie
- .. Sledovateľnosť znakov

LCD sú pasívne, t.j. neemitujú optické žiarenie

- .. Reflexné
- .. Transmisné
- .. Transflexné



## n Farebné podsvietenie

- .. LED
- .. Elektroluminiscenčná fólia
- .. Fluorescenčná lampa s chladnou katódou (CCFL)

## n Zorný uhol LCD je pomerne malý

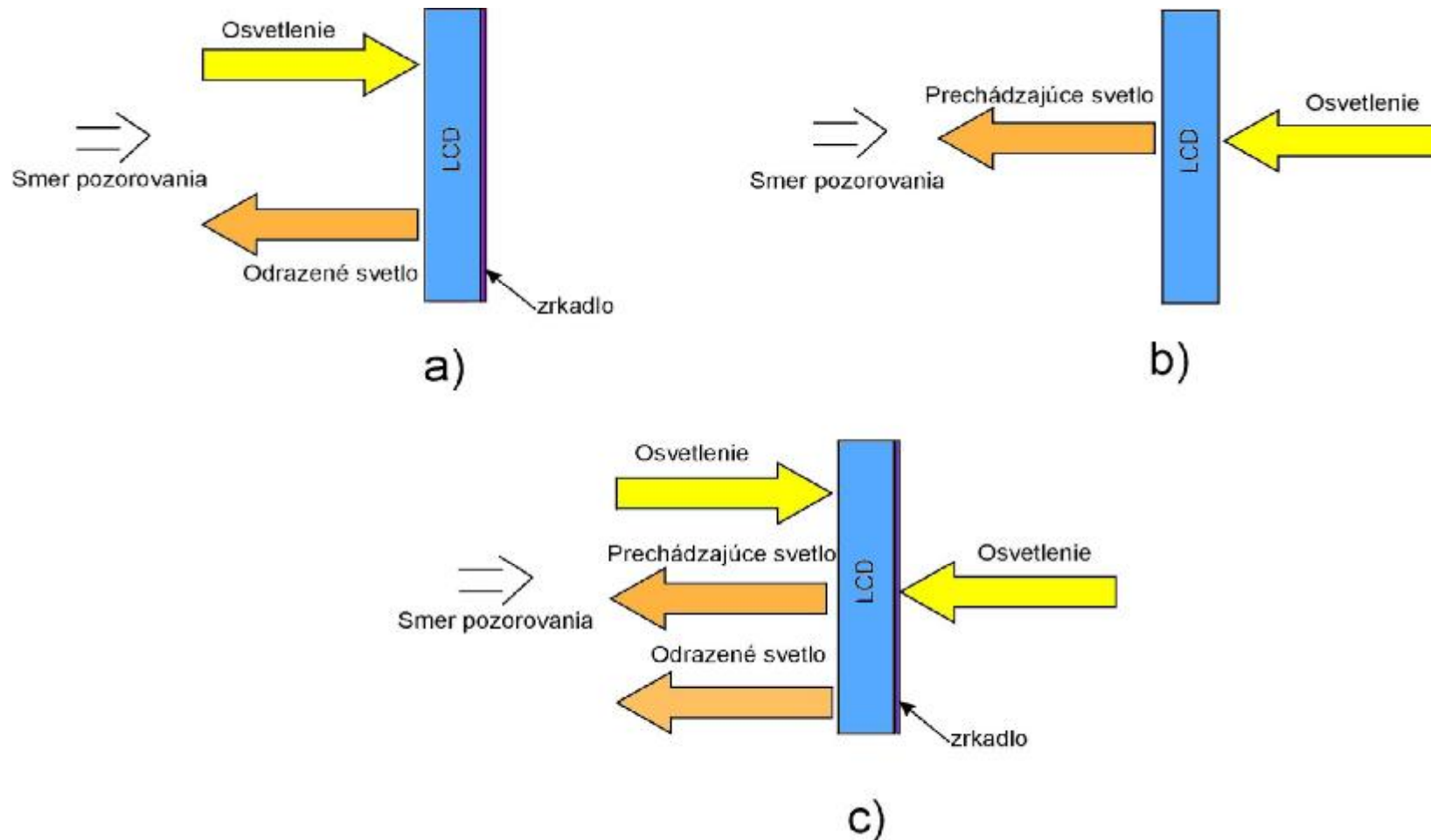
n Veľkosť budiaceho napätia závisí od typu LCD

n Kontrast

## n Rozsah prevádzkových teplôt LCD

- .. Od 0 °C až do +70 °C
- .. Špeciálne aplikácie od -20 °C až do +70 °C

LCD: reflexný (a), transmisný (b), transflexný (c).



## Štandardné zobrazenie LCD

- .. **Pozitívne** – znaky sú zobrazované tmavo
- .. **Negatívne** – transmisívny spôsob osvetlenia

n **TFT (Thin Film Transistor)**

n **Farebné LCD – farebné filtre**

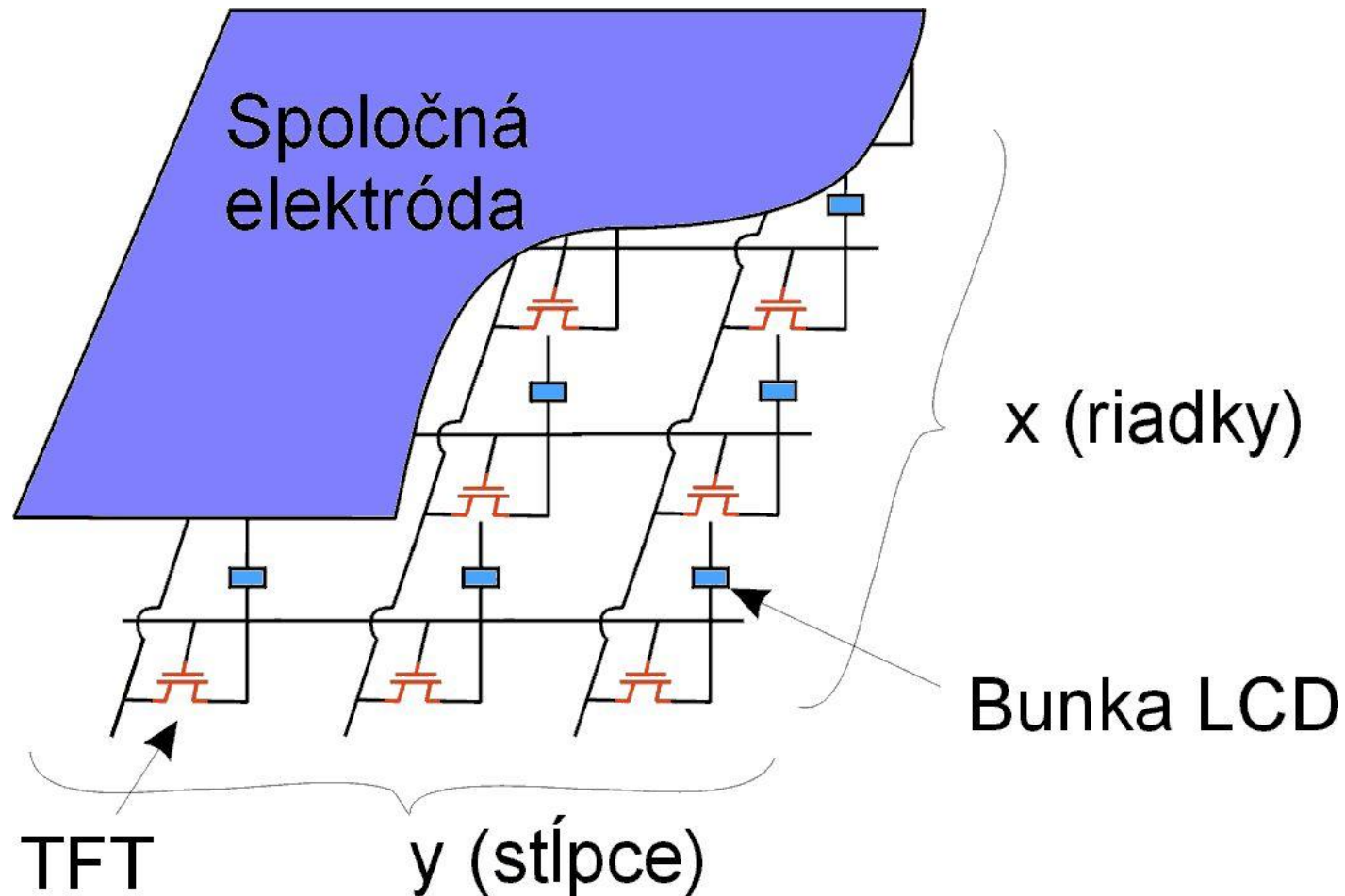
## Technológie pre zväčšenie pozorovacieho uhla

- .. **Displeje IPS (In Plane Switching)**
- .. **Displeje so štruktúrou V-A (Vertically Aligned)**  
– tekuté kryštály

**MIM (Metal Insulator Metal)**

- .. **Feroelektrické LCD**
- .. **Plasmatrony PALCD**

## Maticový LCD s použitím TFT



## *Displeje s využitím LED*

### n LED s vysokým jasom – HB LED (High Britness LED)

### Vlastnosti displejov s využitím LED

- .. **Malé napájacie napätie** (3 V), pre modré a biele LED napájacie napätie  $>3,6$  V
- .. **Pomerne nízka cena** (modré a biele displeje sú drahšie)
- .. **Displeje možno vyrábať v rôznych rozmeroch**
- .. **Za vyššiu cenu sú vyrábané aj veľmi jasné displeje**

## n **OLED (Organic Light Emitting Diodes)**

- .. **SMOLED (Small Molecule LED)**
- .. **LEP (Light Emitting Polymers)**

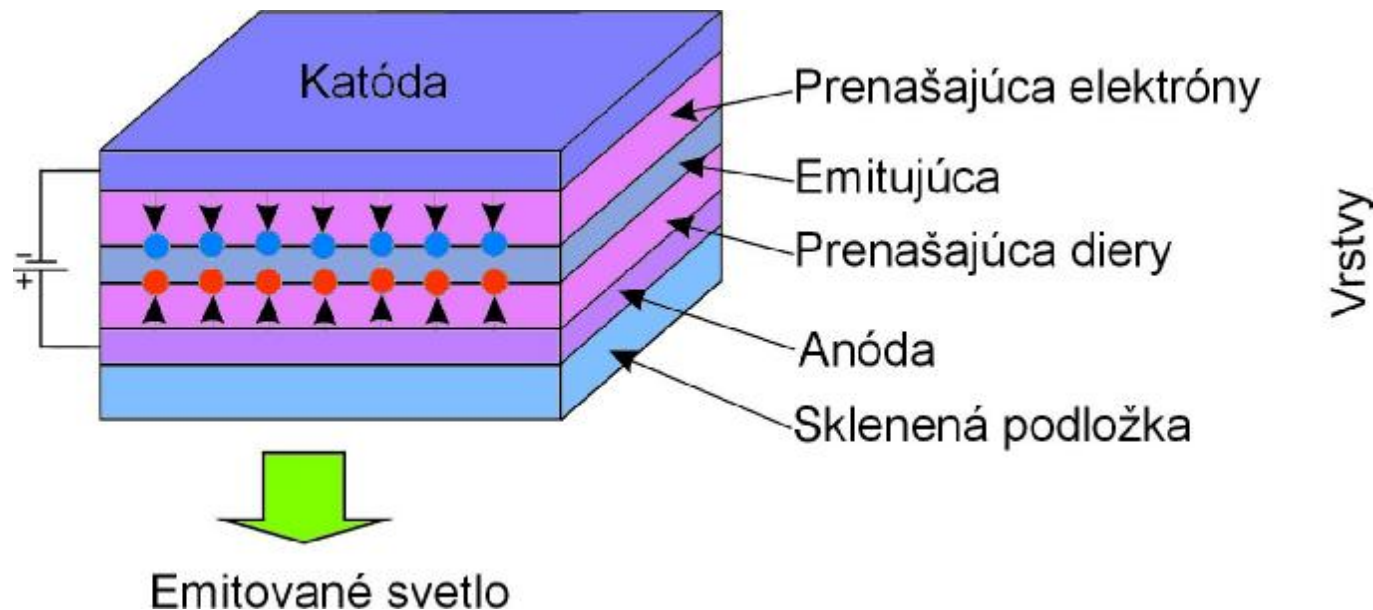
### **Vlastnosti displejov s využitím OLED**

- .. Vyžarujú optické žiarenie, nie je potrebné pomocné osvetlenie
- .. Malá hrúbka (menej ako 2 mm)
- .. Veľká svietivosť
- .. Veľký kontrast
- .. Rýchla odozva
- .. Malá spotreba
- .. Veľký uhol pozorovania (väčší ako  $160^{\circ}$ )
- .. Veľký rozsah prevádzkovej teploty
- .. Možnosť použiť ohybnú podložku

## Nové technológie

- .. TOLED (Transparent OLED)
- .. SOLED (Stacked OLED)
- .. FOLED (Flexible OLED)

### Konštrukcia displeja s využitím OLED



## Adresovanie bunky OLED

