

# **Prednáška 05/12**

**doc. Ing. Rastislav RÓKA, PhD.**

**Katedra telekomunikácií**

**FEI STU Bratislava**

# Optické komponenty 1/43

## ***Optický vysielateľ (zdroj + modulátor)***

- svetelný zdroj musí byť monochromatický (s jednou vlnovou dĺžkou), kompaktný, stabilný (konštantná výkonová úroveň a konštantná vlnová dĺžka generovaného toku optického žiarenia) s dlhou dobou životnosti (roky),
- svetelné zdroje sú klasifikované ako koherentné (fotóny sú vo fáze - lasery) a nekoherentné (fotóny sú náhodné a nesfázované - diódy LED),
- existujú dva typy laserov - polovodičové a vláknové.

# Optické komponenty 2/43

## *Optický vysielateľ (zdroj + modulátor)*

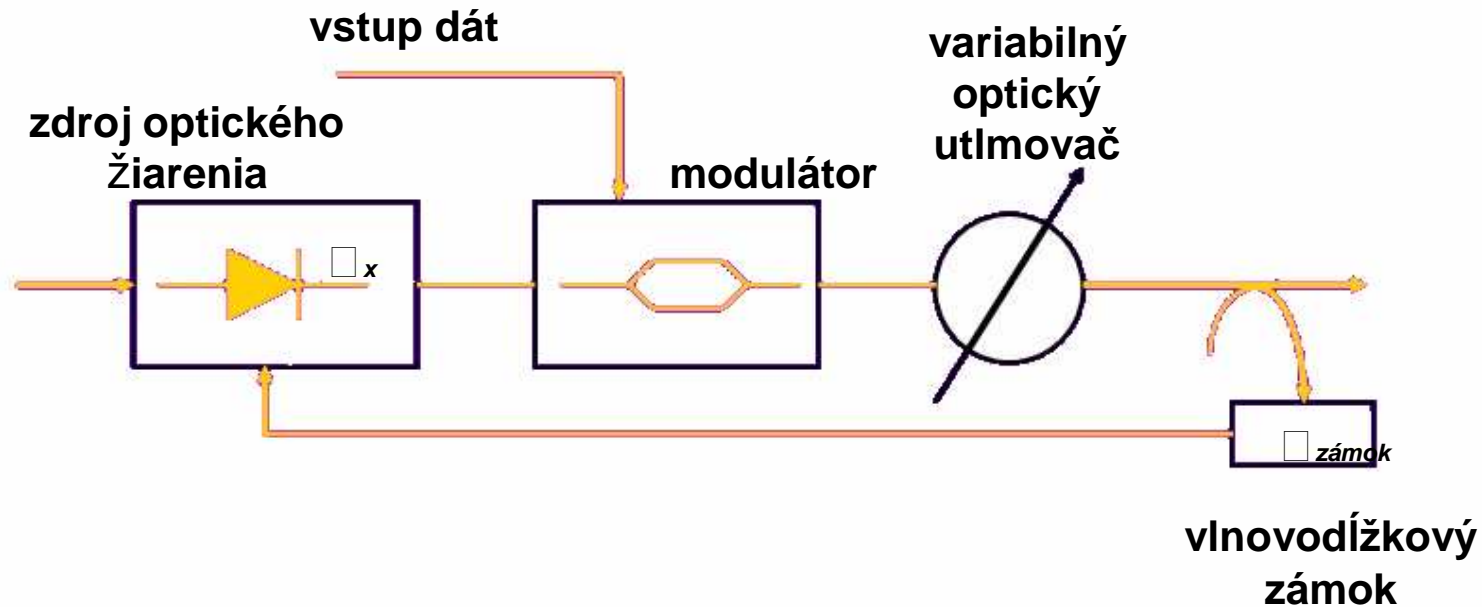
- svetelné zdroje sú klasifikované ako modulované (svetlo je kódované) a spojitovalnové CW (Continuos Wave),
- na kontrolovateľné a časové ovplyvňovanie charakteristík optického žiarenia sú v externom optickom modulátore použité špecifické materiály.

Modulácia je proces vkladania dát do svetelného toku - priama, nepriama (externá).

Vstupný komponent do siete WDM - **optický vysielateľ** - sa vytvorí integráciou svetelného zdroja a externého optického modulátora.

# Optické komponenty 3/43

## Optický vysielateľ (zdroj + modulátor)



# Optické komponenty 4/43

## ***Optický vysielateľ (zdroj + modulátor)***

• svetelné zdroje sú podľa dosiahnuteľnej prenosovej vzdialenosti klasifikované:

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| a) ELR (Extended Long Reach) | - do 80 km SMF,           |
| b) LR (Long Reach)           | - do 40 km SMF,           |
| c) IR (Intermediate Reach)   | - do 15 km SMF alebo MMF, |
| d) SR (Short Reach)          | - do 2 km MMF,            |
| e) VSR (Very Short Reach)    | - do 1 km MMF alebo PF.   |

• návrh laditeľných laserov dokážu zvládnuť viaceré technológie:

- DFB (Decision Feedback),
- VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser),
- ECL (External Cavity Laser),
- DBR (Distributed Bragg Reflector).

# Optické komponenty 5/43

## *Optické vlákno*

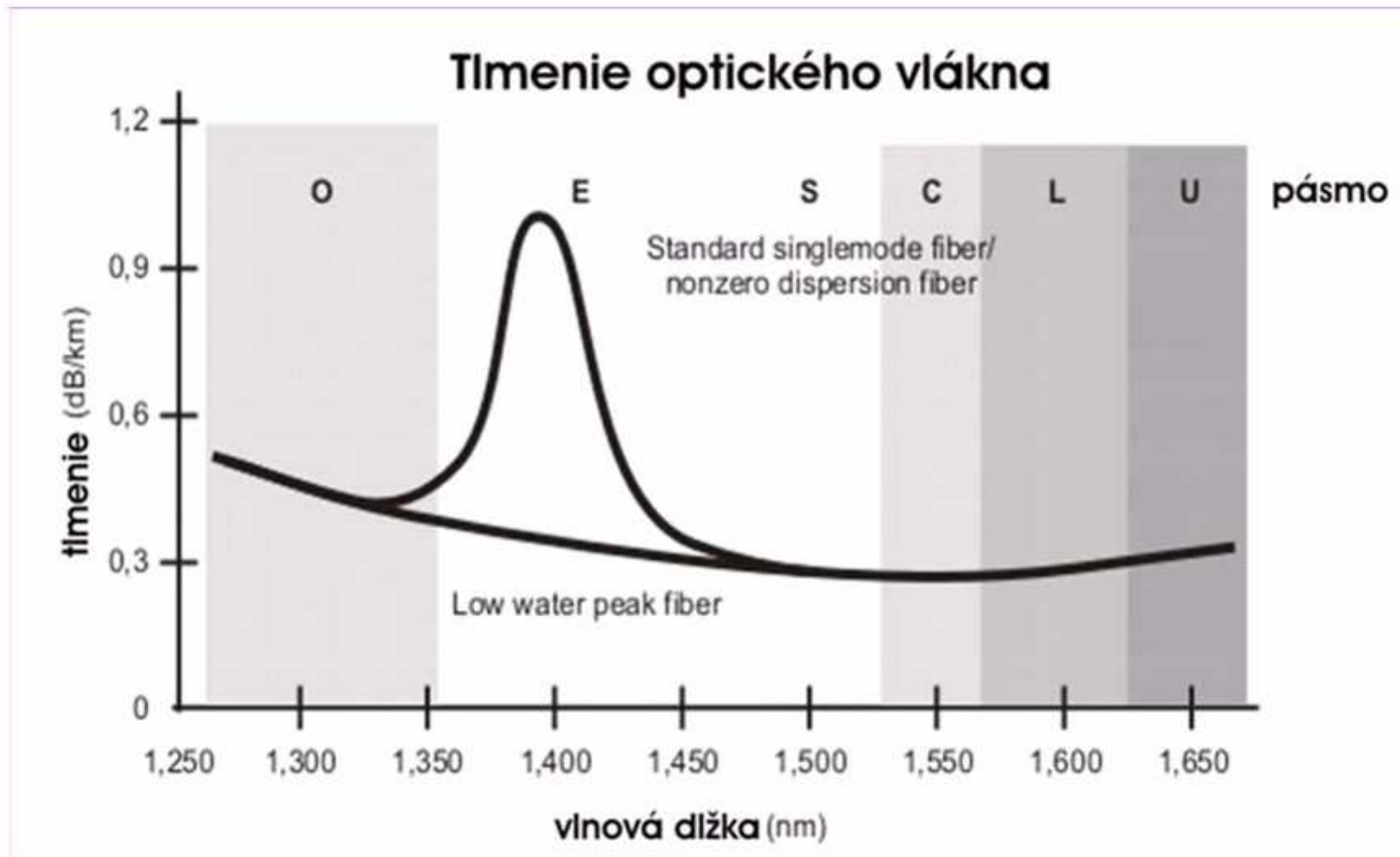
- II.a III. prenosové okno sa podľa rozsahu vlnových dĺžok delia na prenosové pásma:

a) pásmo O - original	1260 až 1360 nm
b) pásmo E - extended	1360 až 1460 nm
c) pásmo S - short	1460 až 1530 nm
d) pásmo C - conventional	1530 až 1565 nm
e) pásmo L - long	1565 až 1625 nm
f) pásmo U - ultralong	1625 až 1675 nm

- typy optických vlákien v optických sieťach WDM:

- a) štandardné jednomódové vlákna SSMF,
- b) vlákna s nízkou špičkou hydroxylových iónov LWPF,
- c) nenulové disperzne posunuté vlákna s pozitívnou disperziou NZDSF,
- d) negatívne disperzne posunuté vlákna NDSF,
- e) disperziu kompenzujúce vlákna DCF.

# Optické komponenty 6/43



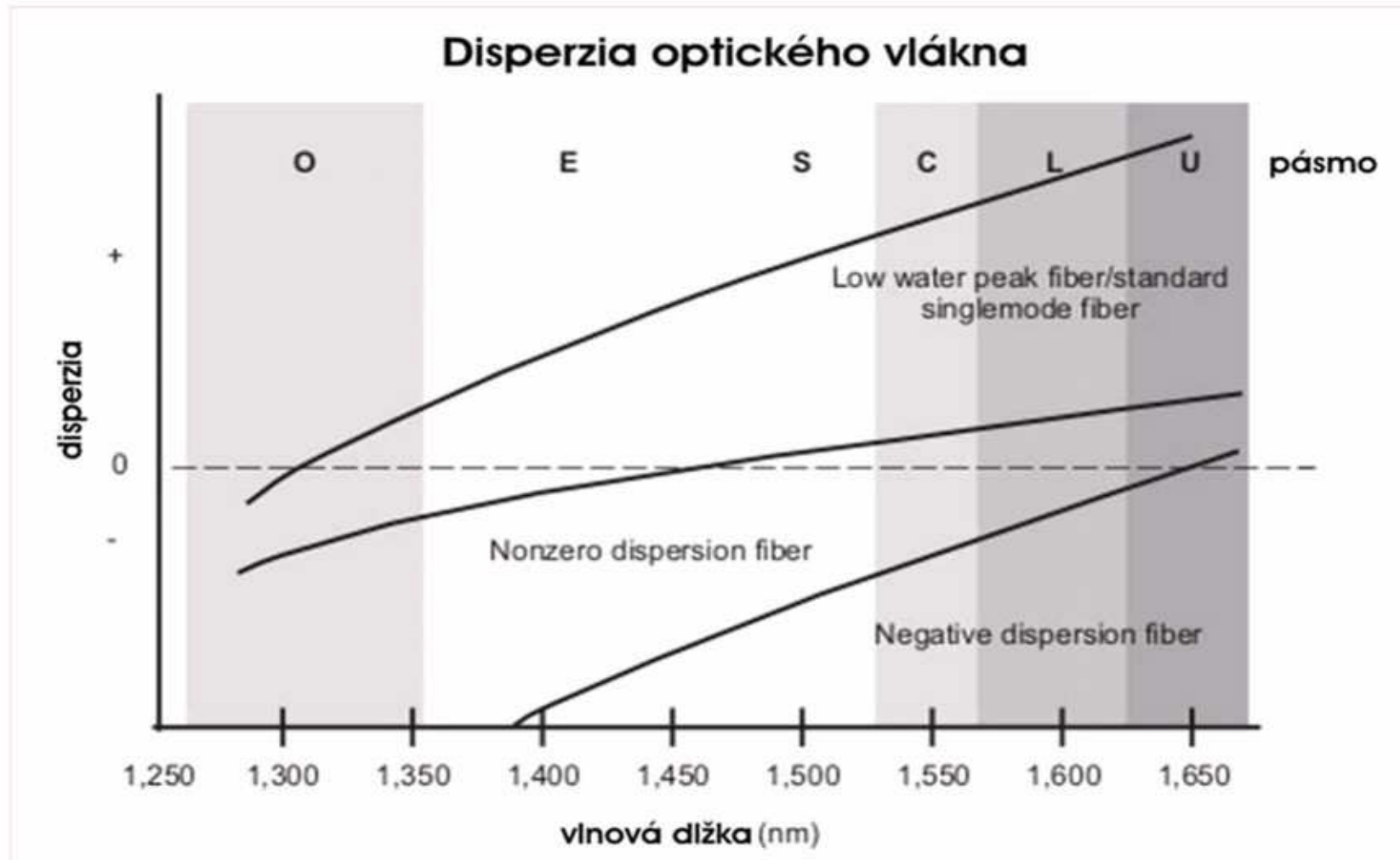
# Optické komponenty 7/43

## *Optické vlákno*

- Chromatická disperzia CD
  - v podstate zmena rýchlosti šírenia sa optického žiarenia v závislosti od vlnovej dĺžky,
  - nelineárny jav - štvorvlnové zmiešavanie FWM,
- vplyv nelineárneho javu FWM môže byť najvyšší blízko nulovej hodnoty CD; vyššia hodnota CD znižuje vplyv nelineárneho javu FWM z dôvodu väčšej zmeny rýchlosti šírenia sa,
- Polarizačná módová disperzia PMD
  - každý polarizačný mód má rozdielny index lomu, ktorý môže zapríčiniť rozdielne rýchlosti šírenia sa optického žiarenia v optickom vlákne.

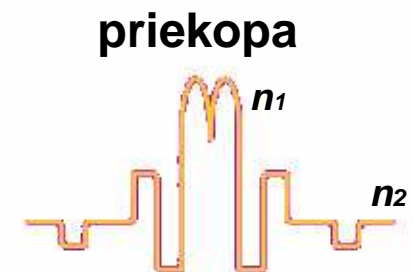
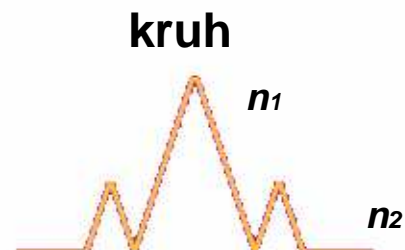
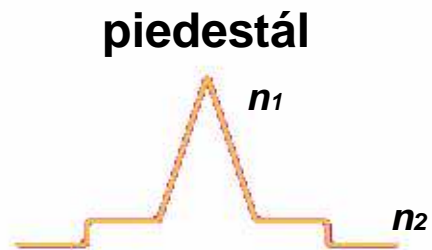
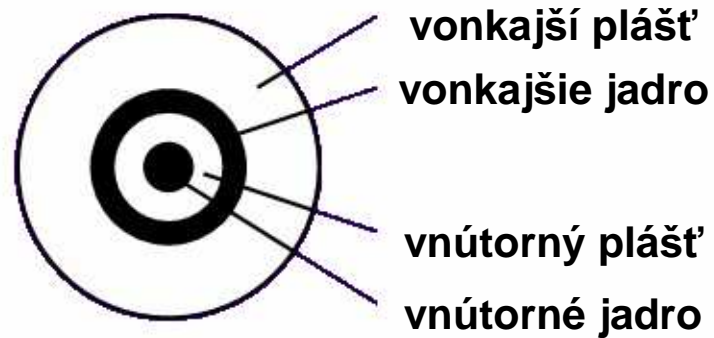


# Optické komponenty 8/43



# Optické komponenty 9/43

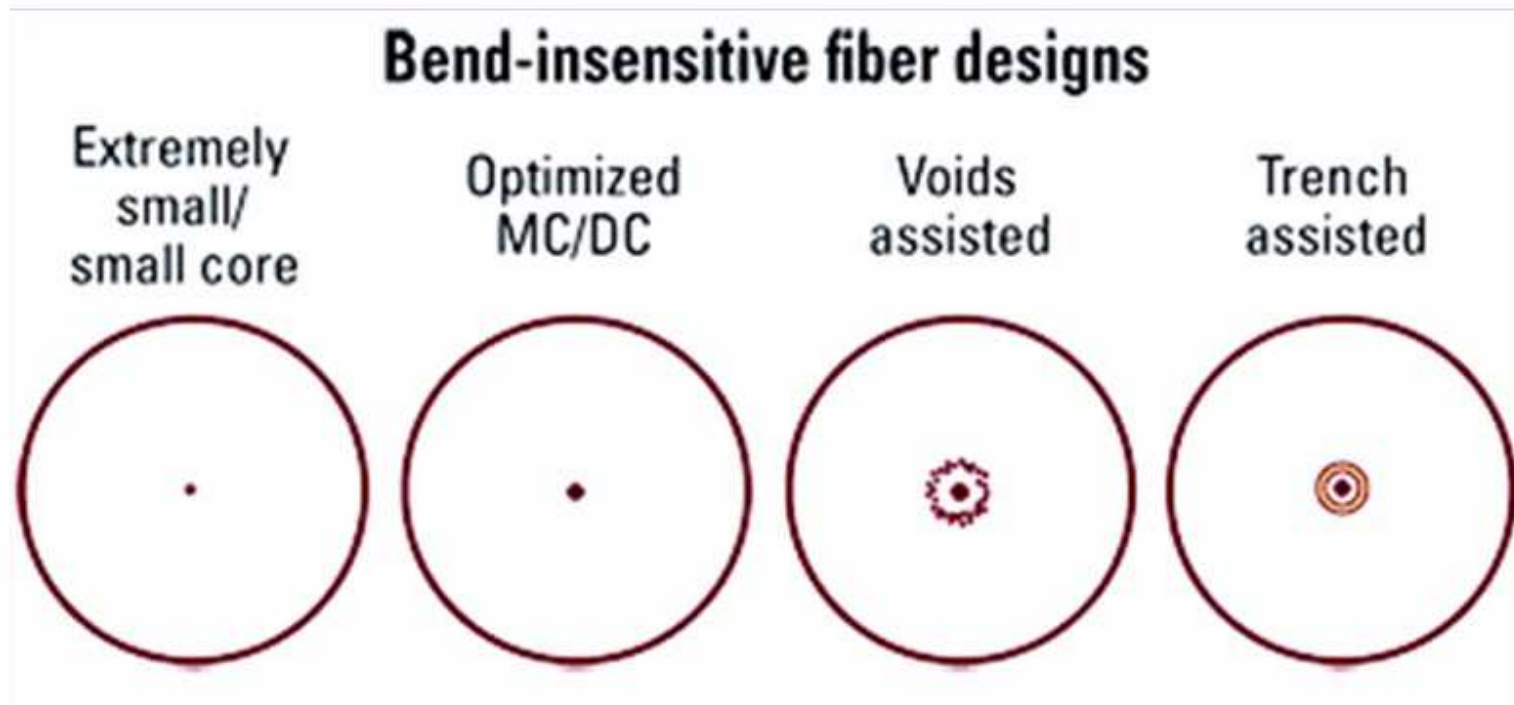
## Optické vlákno NZDSF



# Optické komponenty 10/43

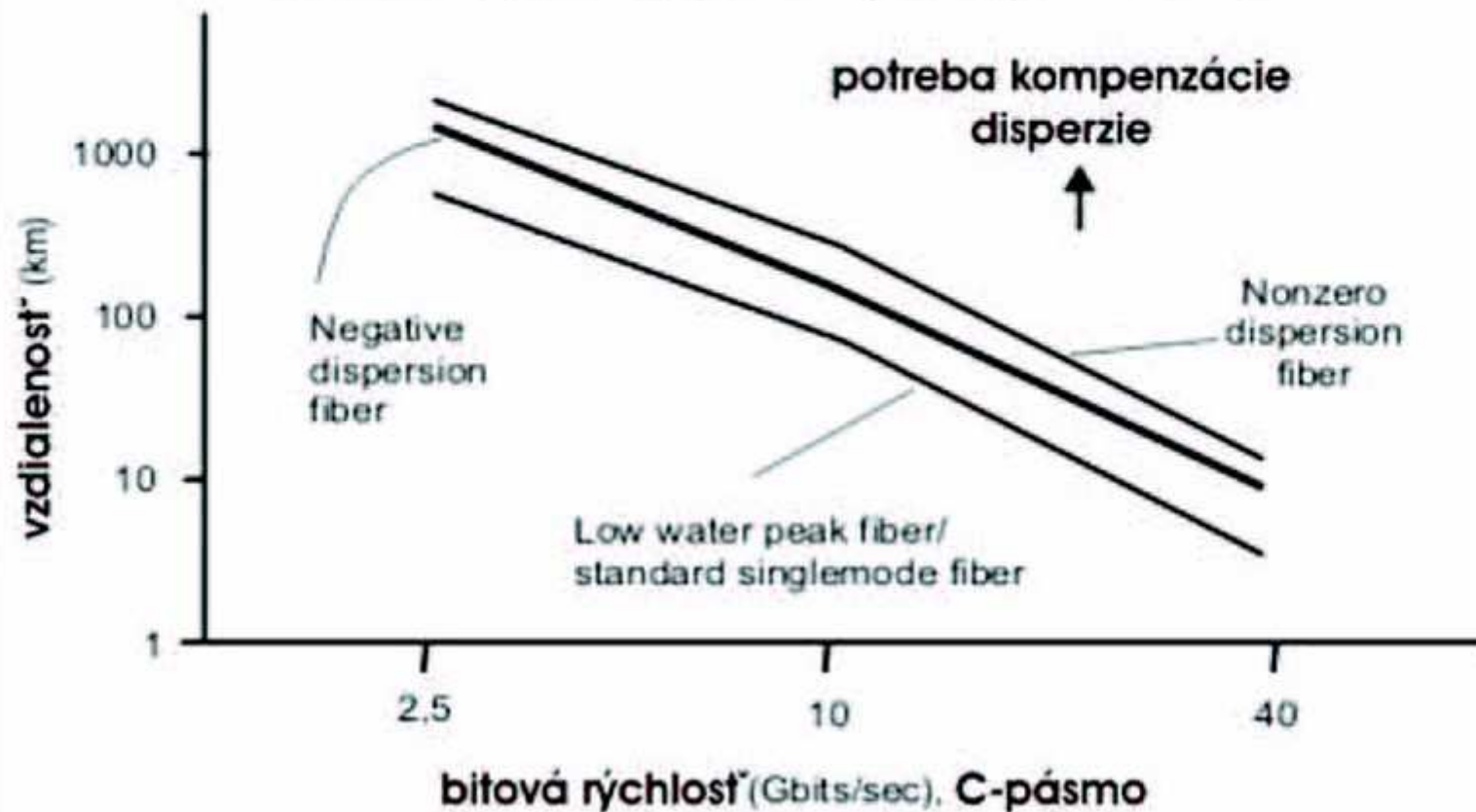
## ***Optické vlákno BIF (Bend-Insensitive Fiber)***

- odolné voči ohybom optického vlákna, určené predovšetkým pre aplikácie v architektúre FTTH



# Optické komponenty 11/43

Maximálna možná prenosová vzdialenosť  
na rozdielnych typoch optických vlákien



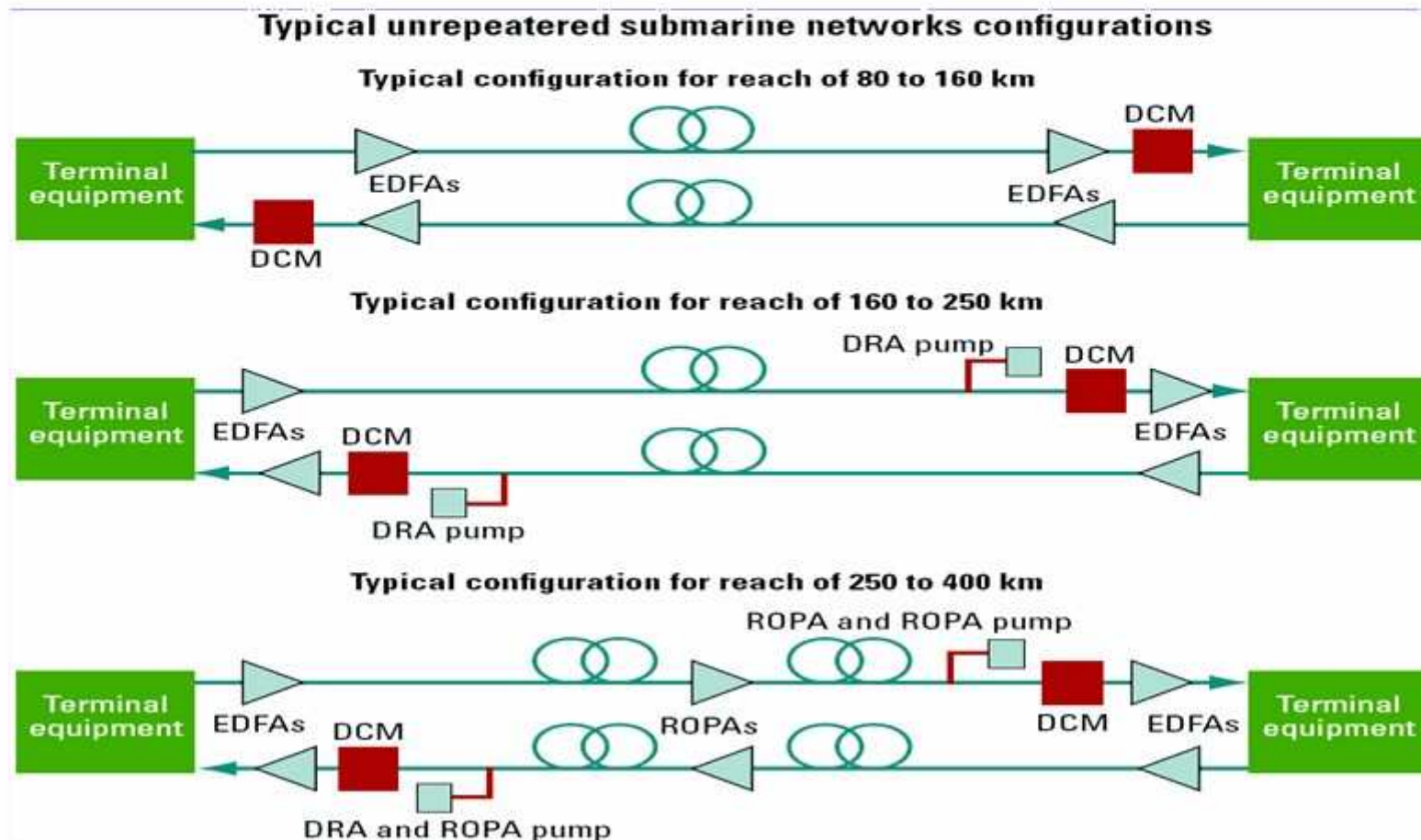
# Optické komponenty 12/43

## ***Kompenzácia disperzie (CD, PMD)***

- disperziu kompenzujúce vlákna DCF
- disperziu kompenzujúce moduly DCM
  - a) tunable dispersion compensator TDC
- duobinárna modulácia
- elektronická disperzná kompenzácia EDC
  - a) v prijímači - DFE, FFE, MLSE
  - b) vo vysielajúcej
- nenulové disperzne posunuté vlákna NZDSF (ITU-T G.655 - LEAF, ITU-T G.652)

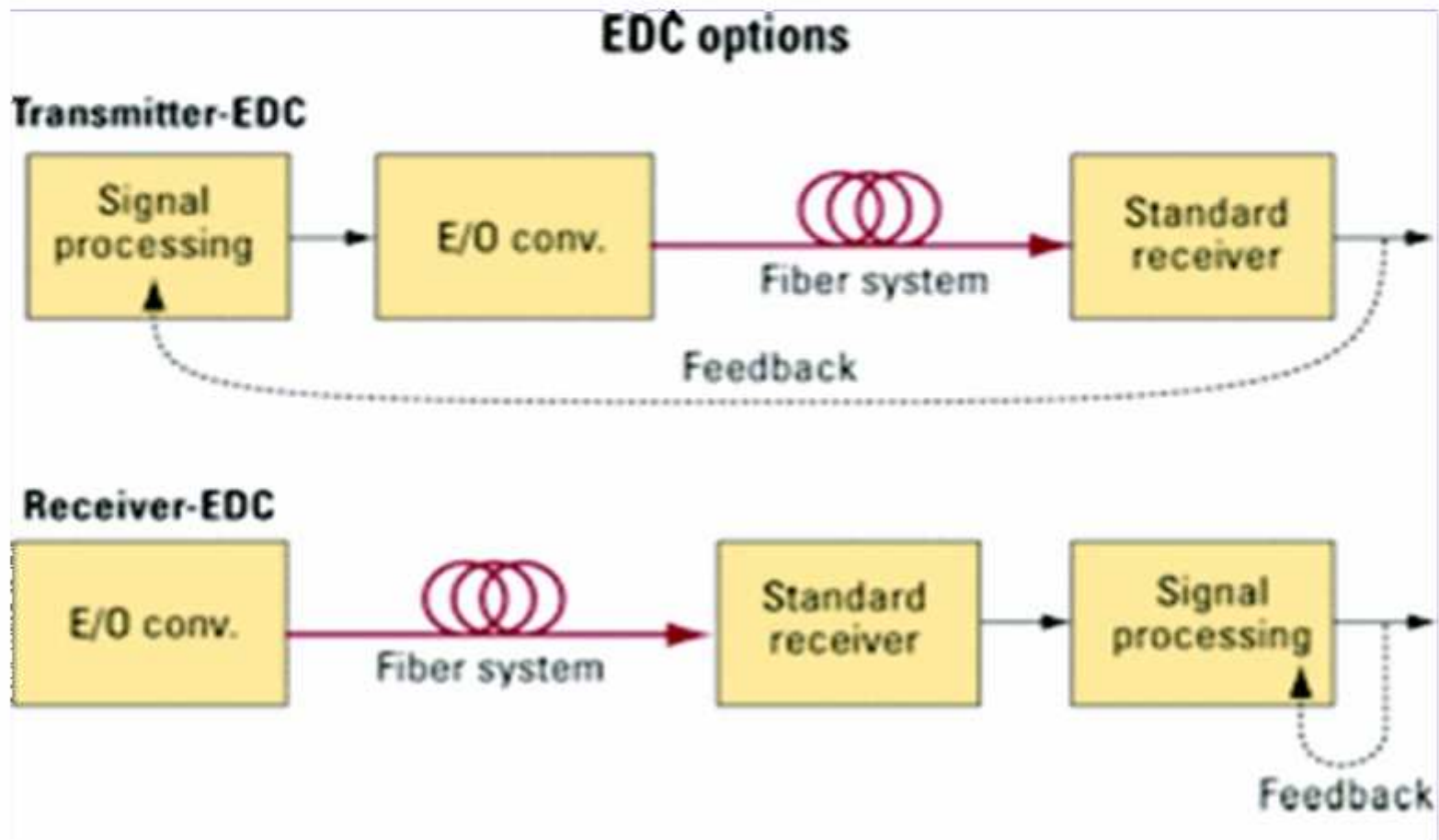
# Optické komponenty 13/43

## *Kompenzácia disperzie (CD, PMD)*



# Optické komponenty 14/43

## *Kompenzácia disperzie (CD, PMD)*



# Optické komponenty 15/43

## *Optický filter*

- základný komponent pre najmenej 2 aplikácie:
  - multiplexovanie/demultiplexovanie vlnových dĺžok,
  - vyrovnávanie výkonových úrovní optických signálov,
- funkciou optických spektrálnych filtrov je rozpoznať úzke pásmo vyžadovanej optickej frekvencie v širokospektrálnom optickom toku a buď ho prepustiť alebo ho odmietnuť,
- využívajú sa efekty mnohociestnej interferencie a/alebo materiálovej disperzie, založené na interferencii alebo absorpcii optického žiarenia,
- optické filtre sa rozdeľujú na pevné a laditeľné, prípadne hybridné.



# Optické komponenty 16/43

## ***Väzobný prvok***

- využívaný pri kombinovaní a rozdeľovaní optických signálov v optickej sieti, má recipročnú vlastnosť.

## ***Optický multiplexor***

- využívaný buď samostatne alebo vo väčších elementoch - vlnovodížkových smerovačoch (statické, dynamické) a optických add/drop multiplexoroch.

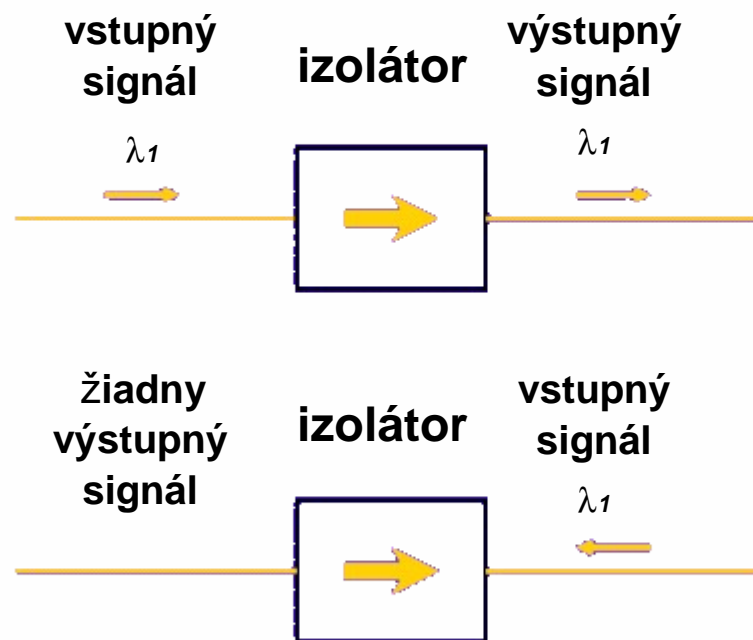
## ***Optický demultiplexor***

- klasifikuje sa ako pasívny a aktívny (laditeľný detektor).

# Optické komponenty 17/43

## Izolátor

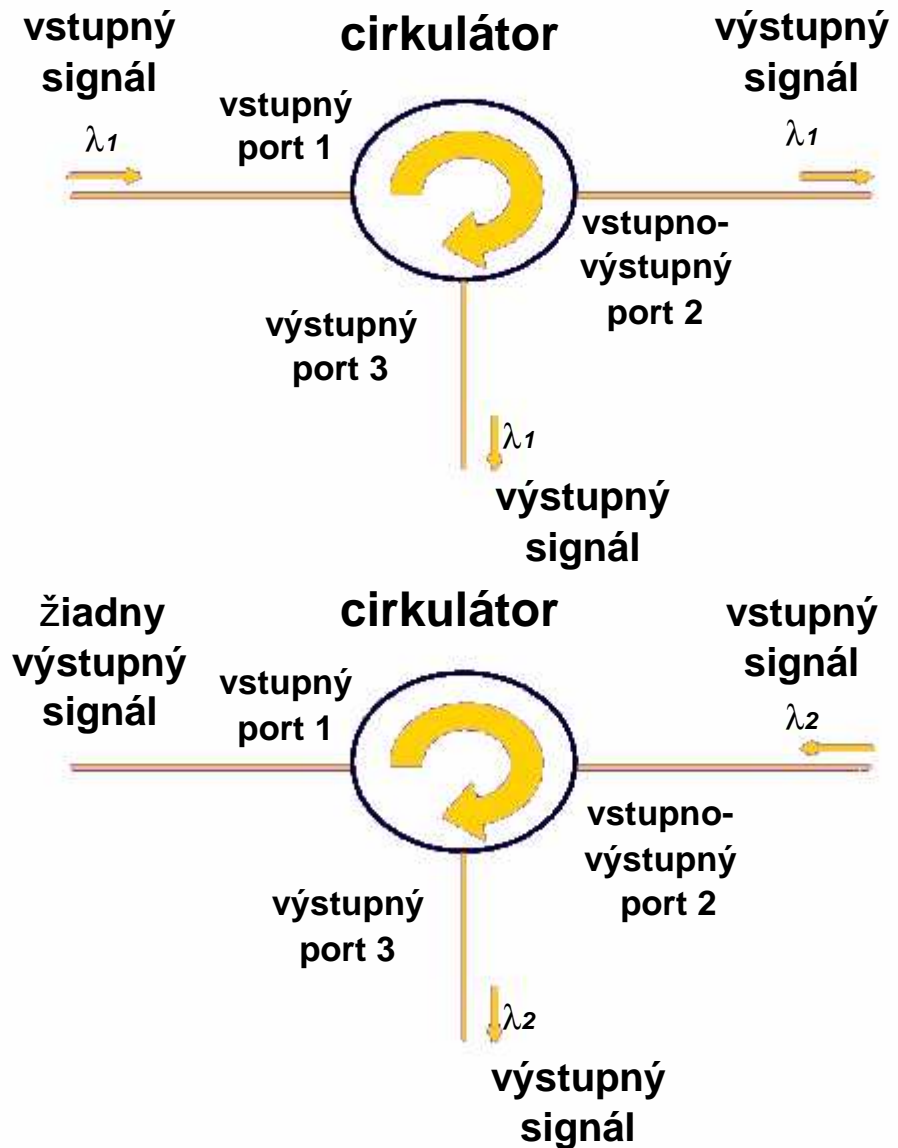
- pasívny nerekipročný prvok, ktorého úlohou je umožniť prenos optického žiarenia v jednom smere, ale zároveň blokovat' prenos optického žiarenia v inom, opačnom smere.



# Optické komponenty 18/43

## Cirkulátor

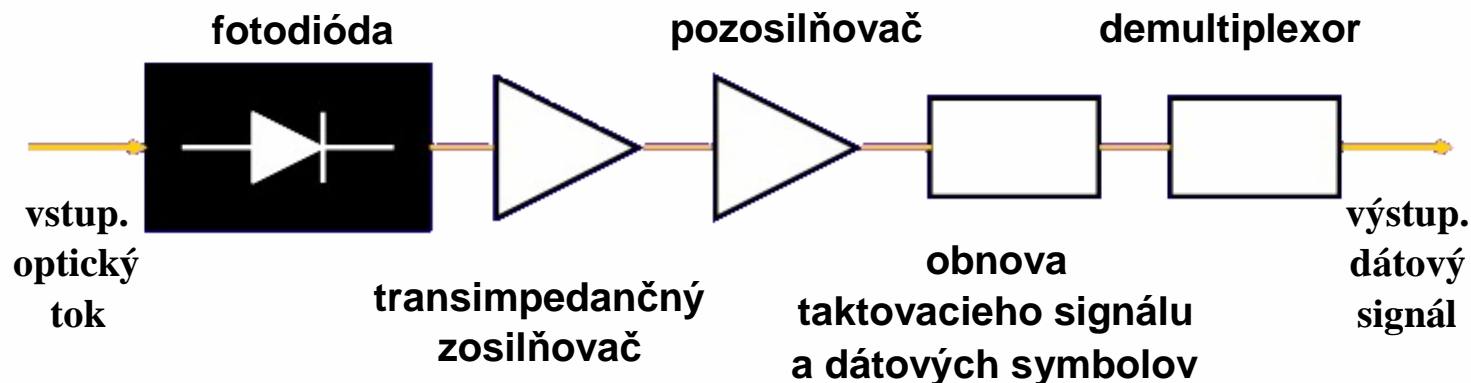
- pasívny prvok, ktorý vedie optický signálový tok z portu na port iba v jednom smere a tým zabraňuje šíreniu sa toku optického žiarenia nežiaducim smerom,
- na rozdiel od izolátora má viac portov (3 alebo 4).



# Optické komponenty 19/43

## Optický prijímač

- v každom bode optickej siete, v ktorom je potrebná opticko-elektrická konverzia,
- kritickým parametrom optického prijímača je jeho rýchla odpoveď na dopad optických fotónov pri veľmi vysokých bitových rýchlostiach,
- polovodičové PIN a lavínové APD fotodiódy.



# Optické komponenty 20/43

## *Optický prijímač*

- príklady optickej funkcionality
  - a) monitorovanie výkonnosti optických signálov,
  - b) demultiplexovanie celého signálového pásma pre sledovanie kanálového výkonu, centrálnej vlnovej dĺžky a optického pomeru SNR,
  - c) integrovanie laditeľného optického filtra,
  - d) integrovanie optického predzosilnenia a kompenzácie disperzie.
- úroveň integrácie funkcií optického prijímača
  - a) pri menej ako 2,5 Gbit/s pripojenie fotodiódového čipu k optickému vláknu,
  - b) pri 2,5 Gbit/s integrovanie analógových funkcionalít do fotodiódového komponentu,
  - c) pri 10 Gbit/s integrovanie analógových a digitálnych funkcionalít na základe špecifického modulu úrovne základnej dosky,
  - d) pri 40 Gbit/s sa objaví integrovanie digitálnych a demultiplexovacích funkcionalít v určitých segmentoch sieťových aplikácií.