

# **Prednáška 06/12**

**doc. Ing. Rastislav RÓKA, PhD.**

**Katedra telekomunikácií**

**FEI STU Bratislava**

# Optické komponenty 21/43

## **Výkonový** utlmovač, **optický** vyrovnávač

- vznik spektrálneho zvlnenia
  - a) vlnové dĺžky optického žiarenia v jednom optickom vlákne generované jedným alebo viacerými optickými zdrojmi nemusia mať rovnakú úroveň optického výkonu,
  - b) ak sú do pôvodného optického signálu v jednom optickom vlákne vkladané nové vlnové dĺžky, ktoré pochádzajú z rozdielnych systémov či dokonca sietí, takisto majú rozdielne úrovne optického výkonu.
- význam spektrálneho vyrovnávania
  - a) zlepšuje systémový pomer SNR a teda zvyšuje výkonnosť optických zosilňovačov,
  - b) adaptívne riadi úrovne intenzity optického výkonu každého prenosového kanála pre korekciu ziskových/stratových nerovností v optických systémoch WDM.

# Optické komponenty 22/43

## ***Výkonový*** utlmovač

- optický komponent, ktorého hlavnou funkciou je vyrovnat' optický výkon signálov pri vstupe a/alebo výstupe optických zosilňovačov tak, aby výkonový rozdiel medzi signálmi bol minimálny a dynamický rozsah prijímača bol akceptovaný.

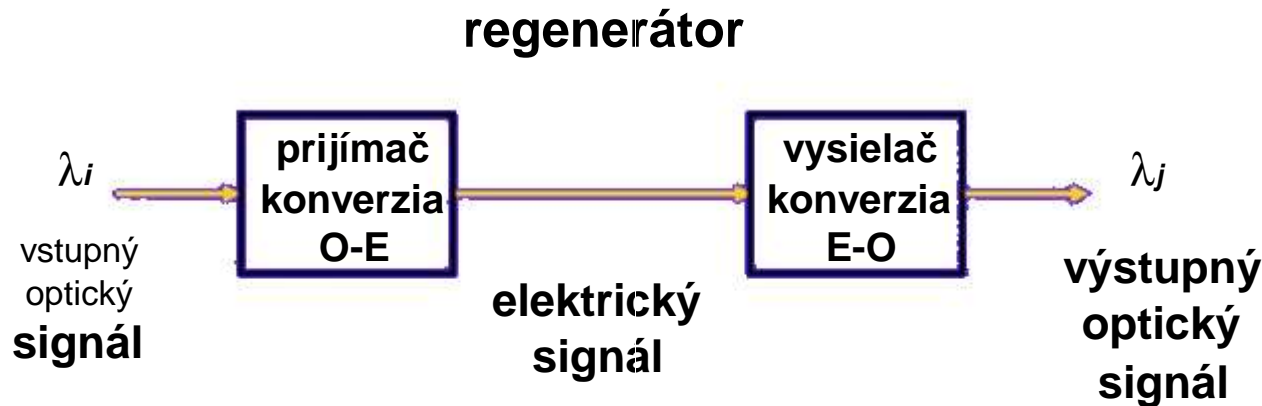
## ***Optický*** vyrovnávač

- optický komponent, ktorý vyrovnáva optické výkony signálov, monitoruje ich výkonové úrovne a selektívne vykonáva prispôsobenie z hľadiska požiadaviek optického vlákna a/alebo optického prijímača.

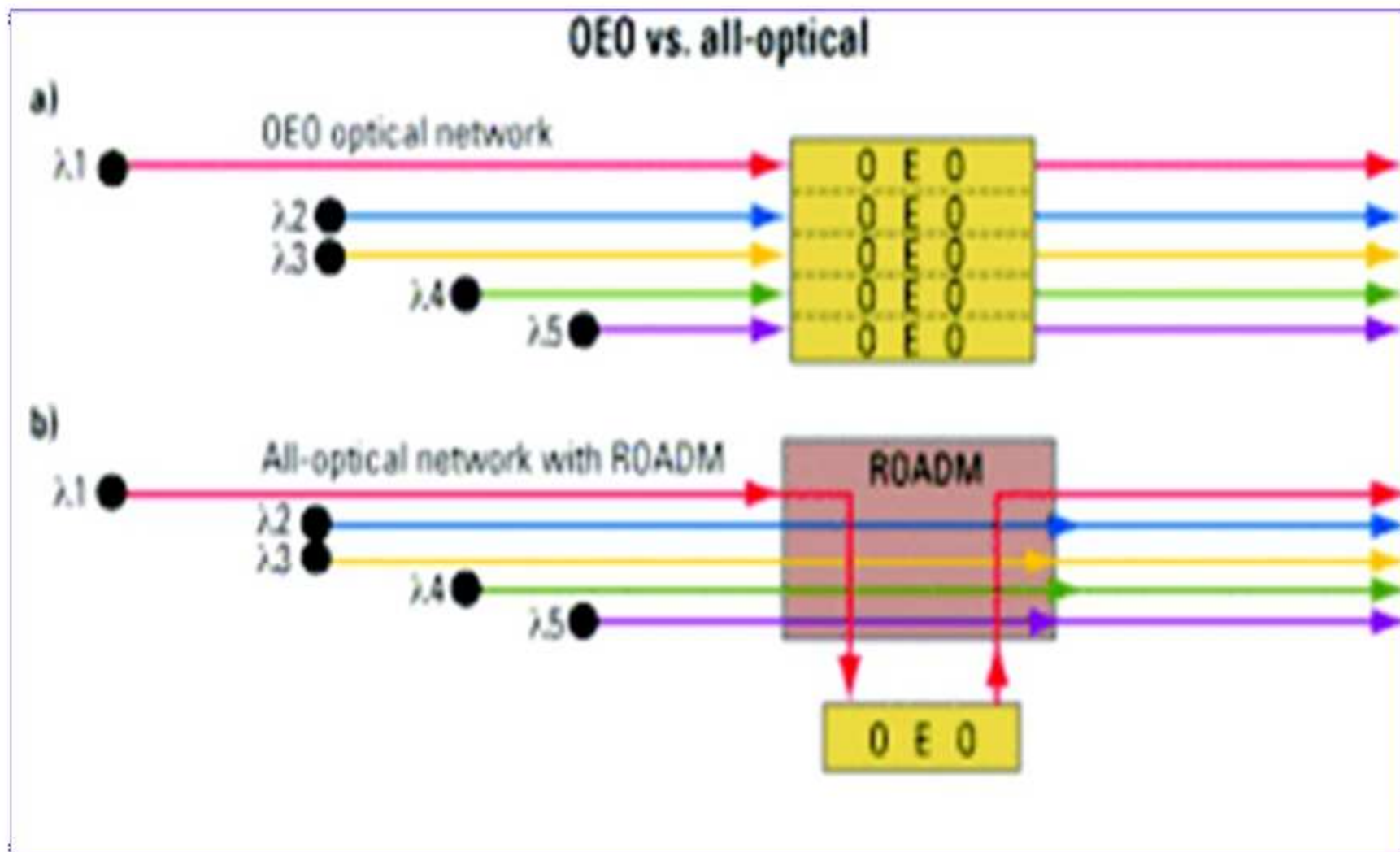
# Optické komponenty 23/43

## Opticko-elektrický regenerátor

- regenerátor je monochromatický prístroj,
  - regenerácia je viackroková technika elektronického zosilnenia úrovne optických signálov, pri ktorej je optický signál WDM konvertovaný na elektrický signál, v tejto forme je signál časovaný, tvarovaný a zosilnený (3R) a nakoniec je konvertovaný späť na optickej formy.



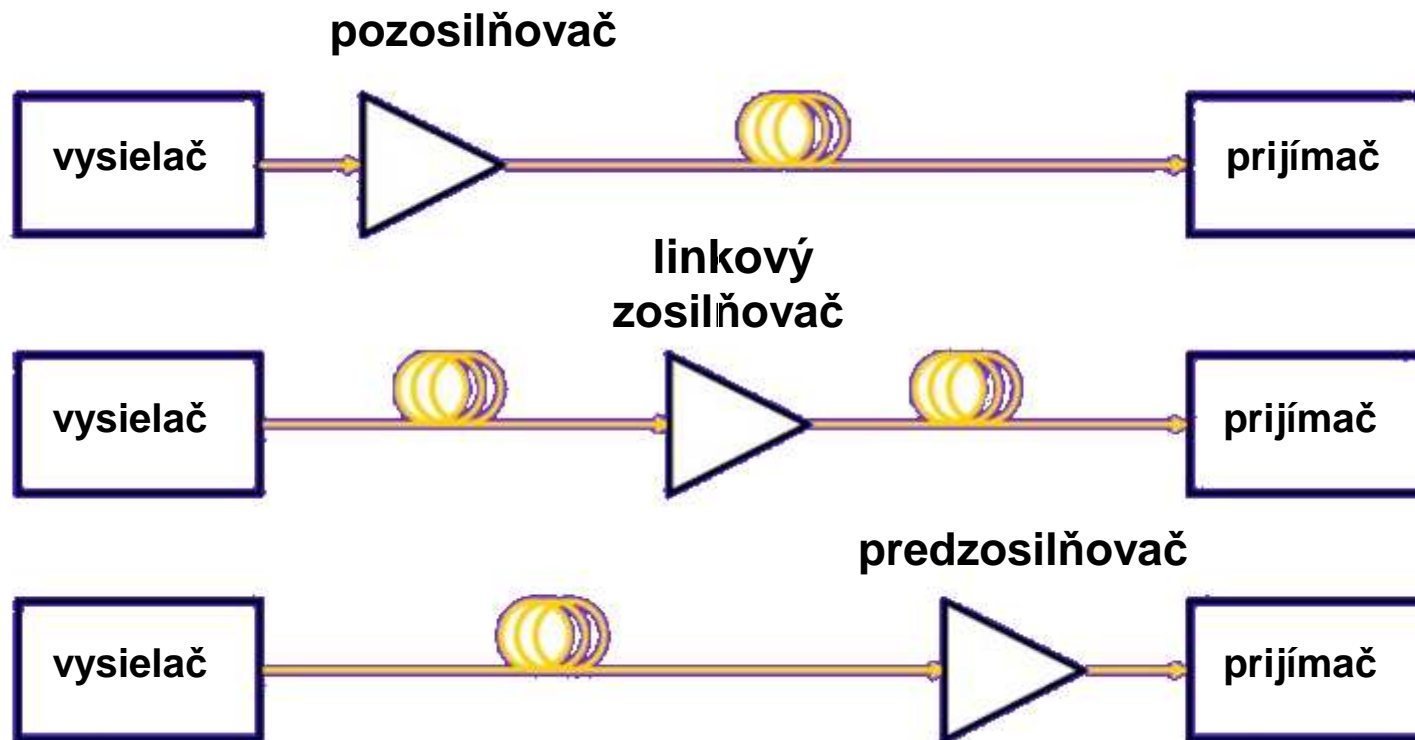
# Optické komponenty 24/43



# Optické komponenty 25/43

## Optický zosilňovač

- širokopásmový zosilňovací prístroj
  - optické zosilnenie nevyžaduje konverziu optických signálov na elektrické signály.



# Optické komponenty 26/43

## ***Optický*** zosilňovač

- polovodičový optický zosilňovač SOA
  - vytvára ziskové prostredie cez populačnú inverziu elektrickým pumpovaním polovodičového materiálu - InGaAsP,
  - je malý a môže byť ľahko integrovaný do optokomunikačných prenosových systémov,
  - má veľkú operačnú šírku pásma, je citlivý na polarizáciu a vyžaduje vlákna zachovávajúce polarizáciu,
  - poskytuje nízky pomer SNR a generuje významný kanálový presluch.

# Optické komponenty 27/43

## *Optický zosilňovač*

- Erbium dopovaný vláknový zosilňovač EDFA
  - erbiové ióny v dopovanom optickom vlákne sú vybudené na vyššie energetické úrovne optickým pumpovaním pri vlnových dĺžkach 980 a 1480 nm,
  - tieto vybudené ióny sa uvoľňujú na nižší metastabilný stav vyprodukovaním akustického fotónu alebo fotónovej emisie za rádovo niekoľko  $\mu\text{s}$ ,
  - zosilnenie vzniká vtedy, keď sa excitovaný erbiový ión uvoľní späť do základného stavu po stimulovaní signálovým fotónom a vyprodukuje druhý, identický fotón pri vlnovej dĺžke 1550 nm,
  - po spontánnom životnom čase rádovo ms sa voľne vybudené ióny uvoľňujú na základný energetický stav, pričom pri tomto procese sa takisto uvoľňujú fotóny - vznik negatívneho javu ASE.



# Optické komponenty 28/43

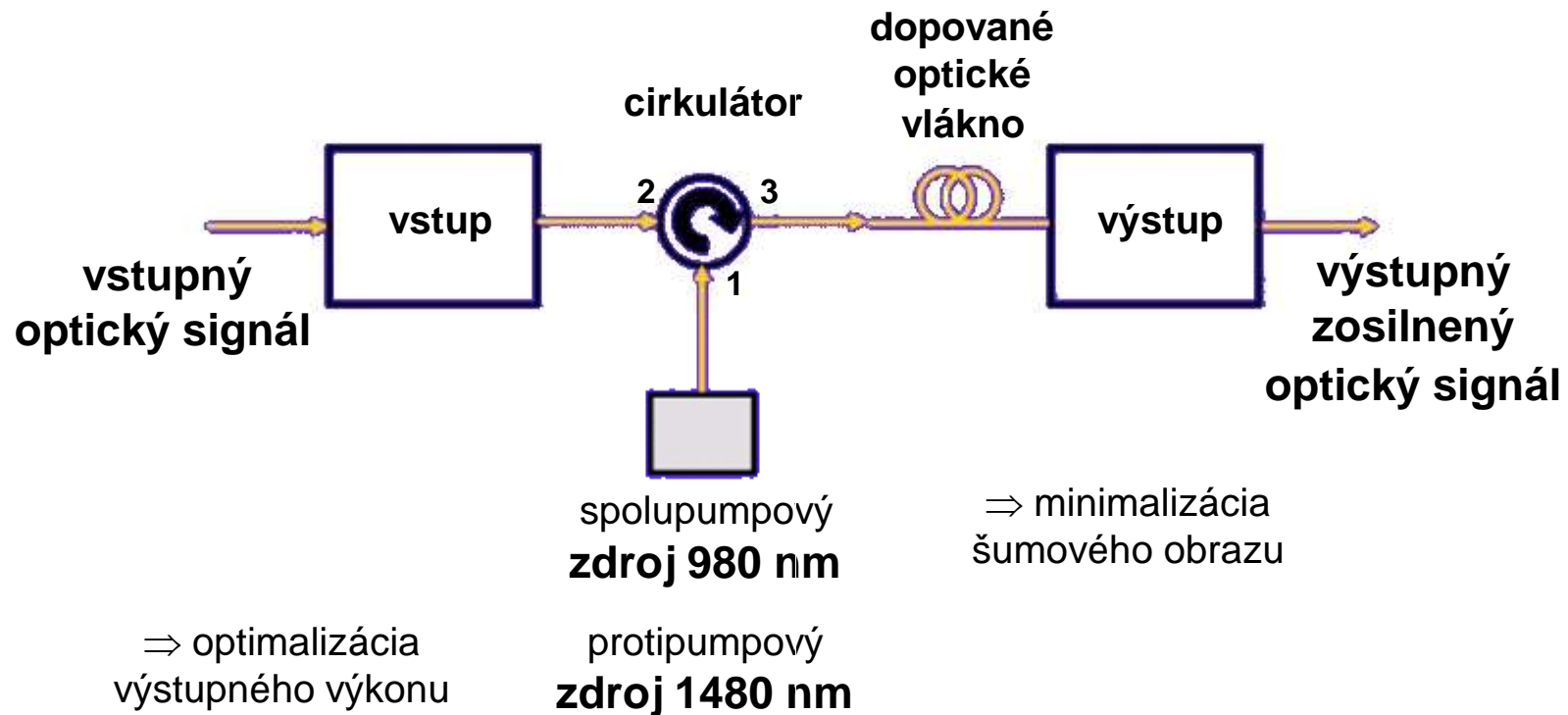
## *Optický zesilovač*

- Erbium dopovaný vláknový zesilovač EDFA
  - najkritickejšie výkonnostné parametre sú zosilnený výstupný optický výkon pri vlnovej dĺžke 1550 nm (dBm) a šumový obraz (dB)
    - výstupný výkonový zisk  $G$  je prvotne určený celkovým výkonom pumpového zdroja a vnútornými stratami optického zesilovača,
    - šumový obraz  $N_F$  je definovaný ako pomer pomeru SNR na vstupe k pomeru SNR na výstupe optického zesilovača.
  - najsilnejší výkonový zisk je v pásme 1525 - 1570 nm, ale prakticky je limitovaný centrálny rozsah do tzv. C-pásma (1530 až 1565 nm),
  - niekedy pracuje v pásme 1570 - 1605 nm, ktoré tvorí časť tzv. L-pásma (1565 až 1625 nm).

# Optické komponenty 29/43

## Optický zesilovač

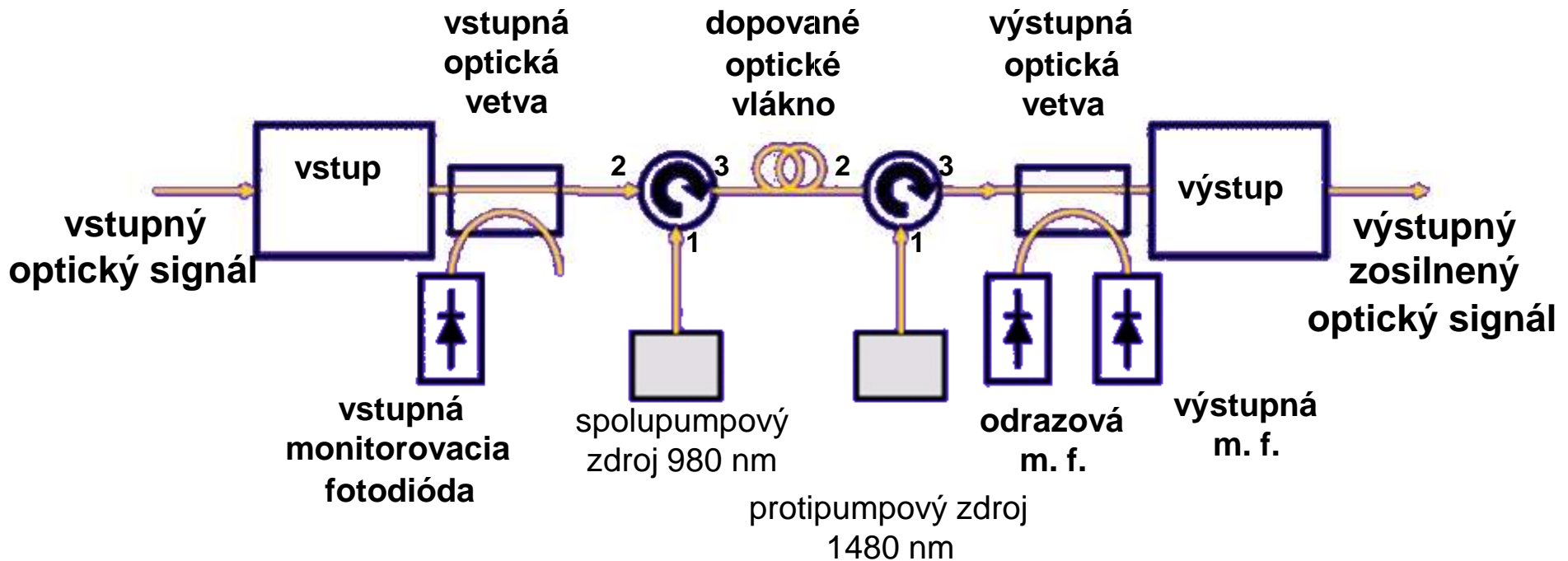
- Erbium dopovaný vláknový zesilovače EDFA
  - jednoduchý jednostavový **zosilňovač EDFA**



# Optické komponenty 30/43

## Optický zesilovač

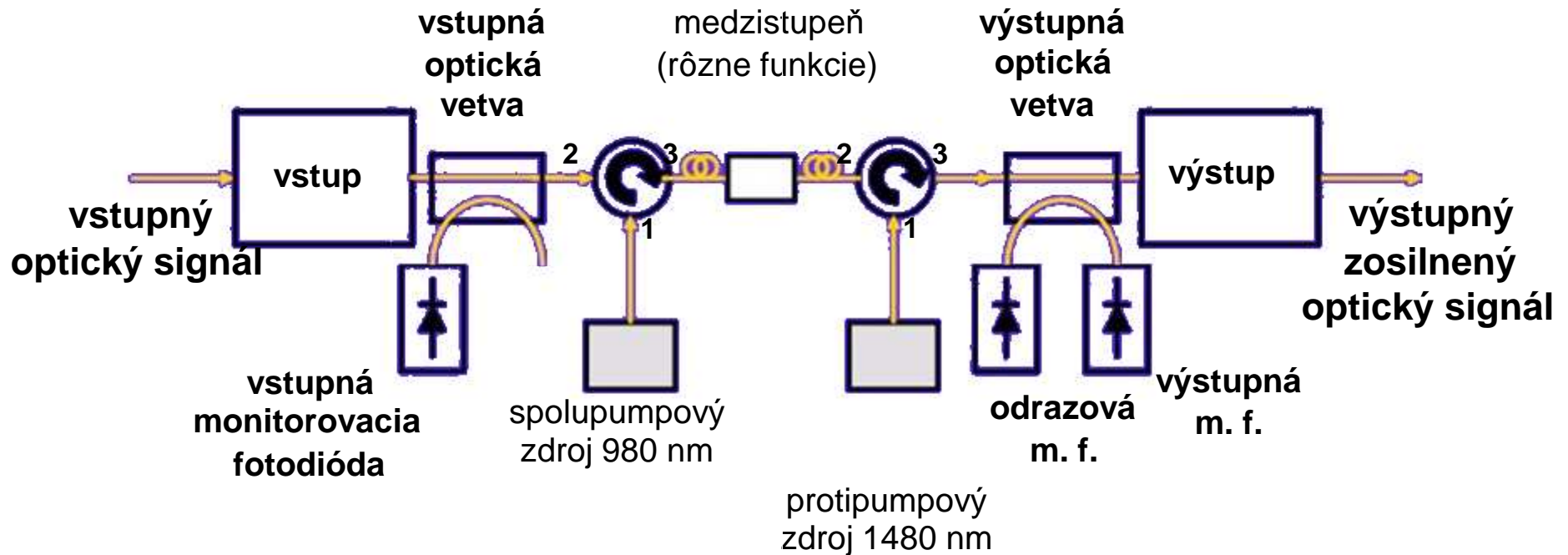
- Erbium dopovaný vláknový zesilovač EDFA
  - rozšířený jednostavový **zosilňovač EDFA**



# Optické komponenty 31/43

## Optický zesilovač

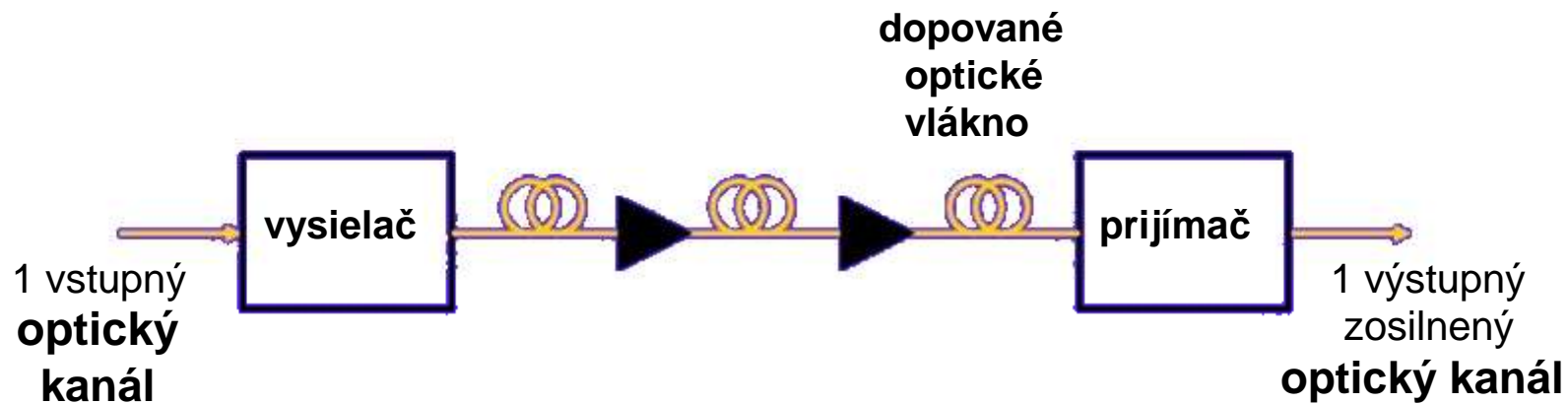
- Erbium dopovaný vláknový zesilovač EDFA
  - mnohostavový **zosilňovač EDFA**



# Optické komponenty 32/43

## Optický zesilovač

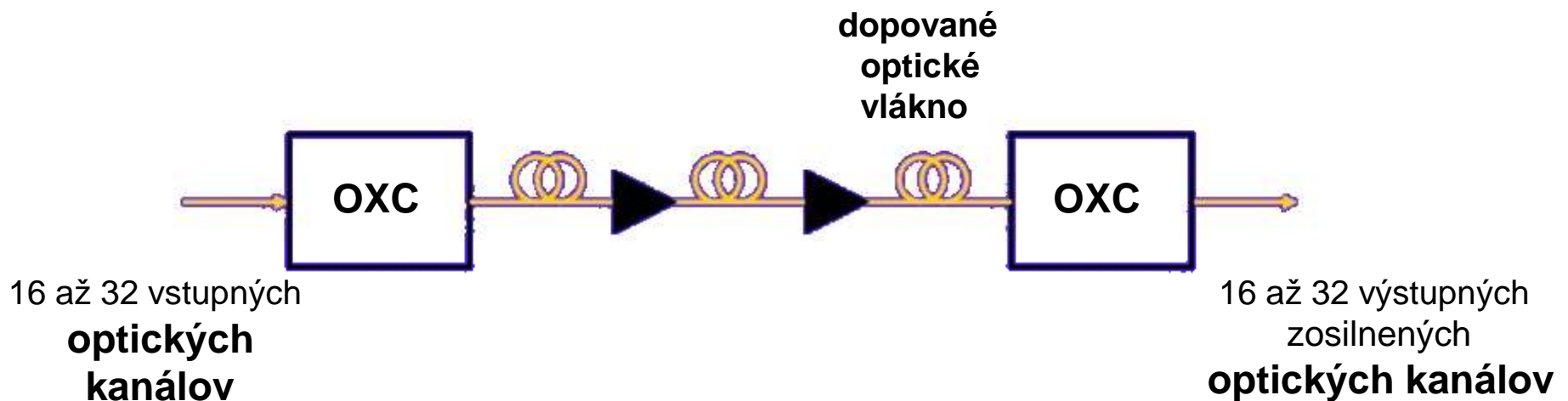
- Erbium dopovaný vláknový zesilovač EDFA
  - jednokanálový **zosilňovač EDFA**



# Optické komponenty 33/43

## Optický zesilovač

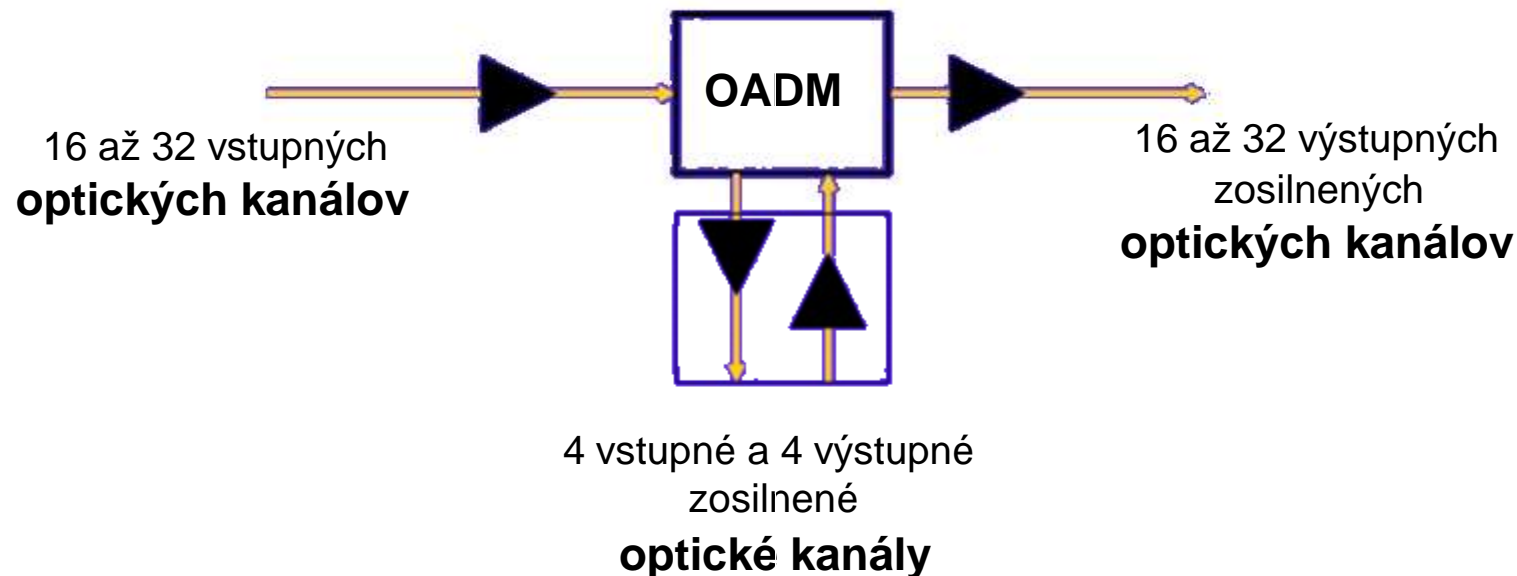
- Erbium dopovaný vláknový zesilovač EDFA
  - DWDM kruhový/linkový **zesilovač EDFA**



# Optické komponenty 34/43

## Optický zesilovač

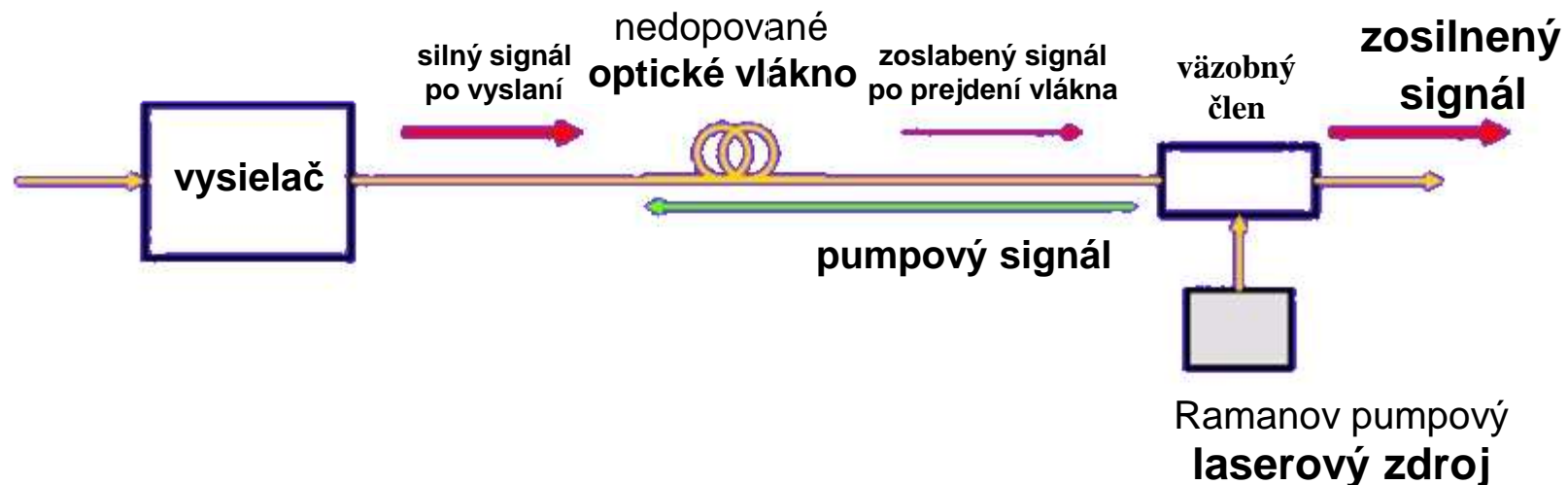
- Erbium dopovaný vláknový zesilovač EDFA
  - WADM pred/po **zosilňovač EDFA**
  - WADM pásmový add/drop **zosilňovač EDFA**



# Optické komponenty 35/43

## Optický zesilovač

- Ramanov zesilovač RA
  - na zesílenie optických signálov využíva stimulovaný Ramanov rozptyl SRS,
  - pracuje v širokom spektre vlnových dĺžok pokrývajúce pásma S, C a L, vyžaduje však veľmi dlhé optické vlákna a vysokovýkonové pumpové laserové zdroje.

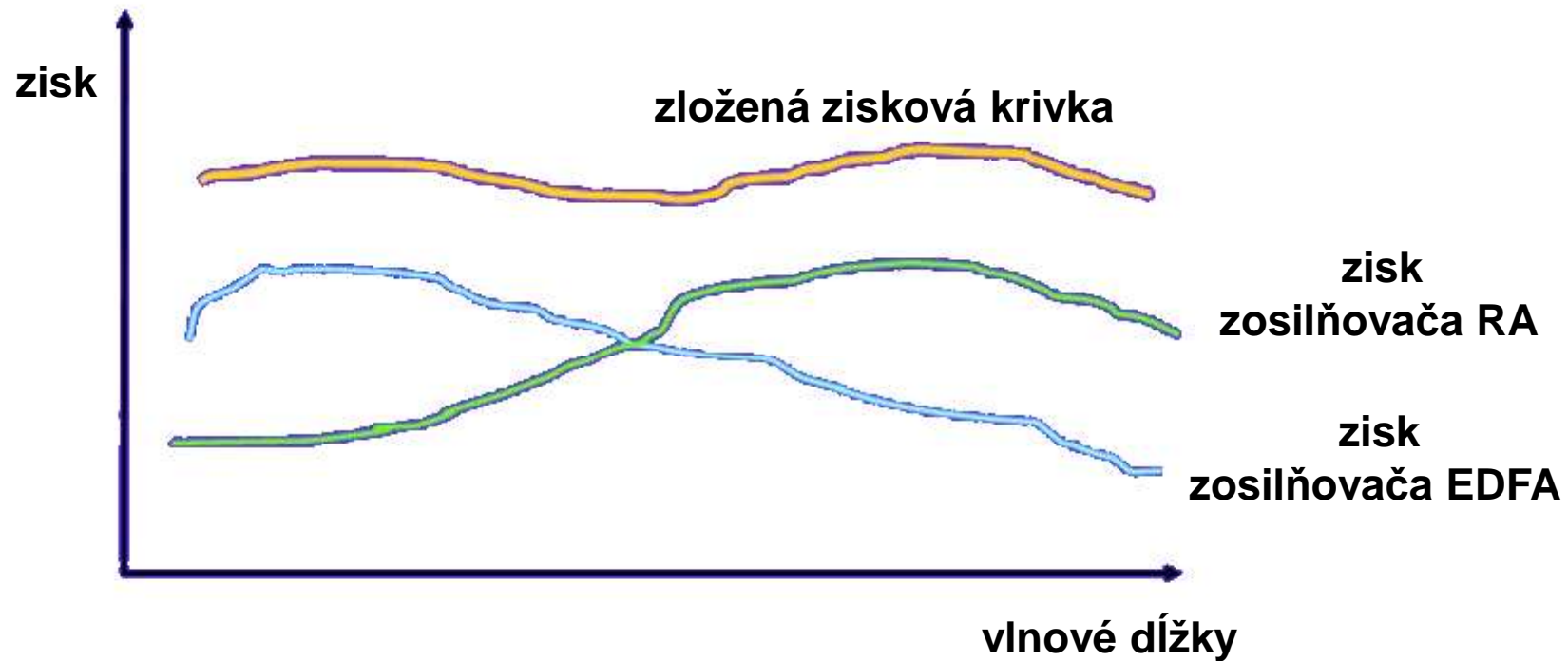




# Optické komponenty 36/43

## Optický zesilovač

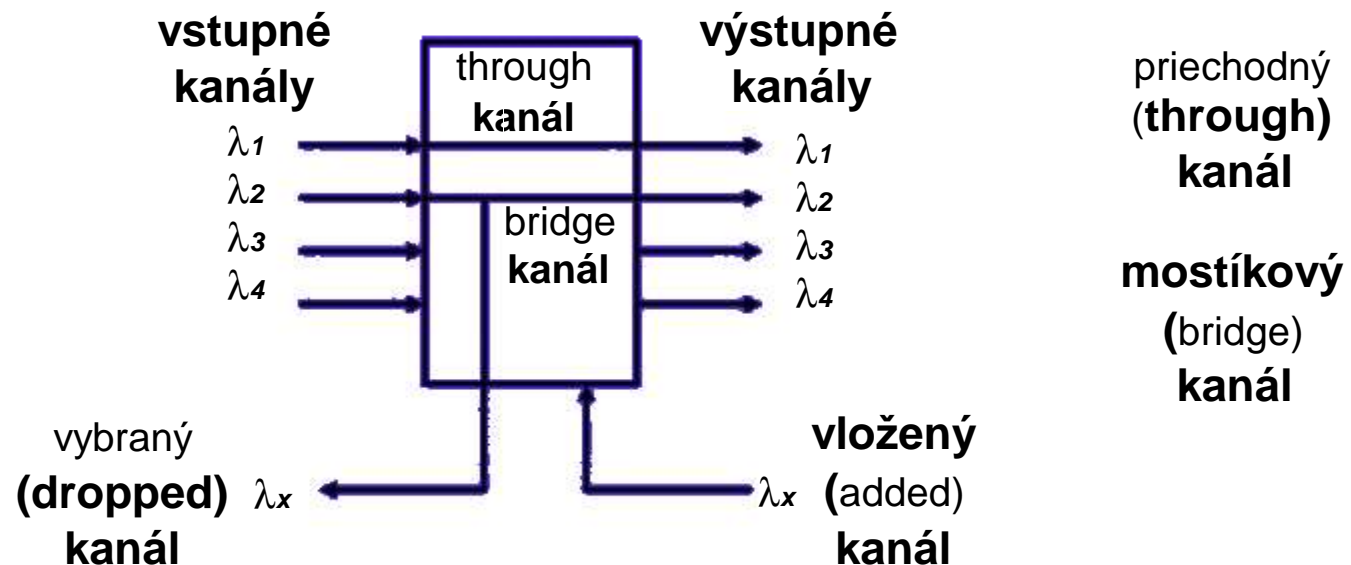
- hybridný Ramanov - erbiový zesilovač



# Optické komponenty 37/43

## Optický add/drop multiplexor OADM

- jeho funkciou je vkladať alebo vyberať vlnové dĺžky (prenosové kanály) do alebo z hlavného toku optického žiarenia,
- môže byť klasifikovaný ako s pevnou alebo s dynamicky vyberanou vlnovou dĺžkou.



# Optické komponenty 38/43

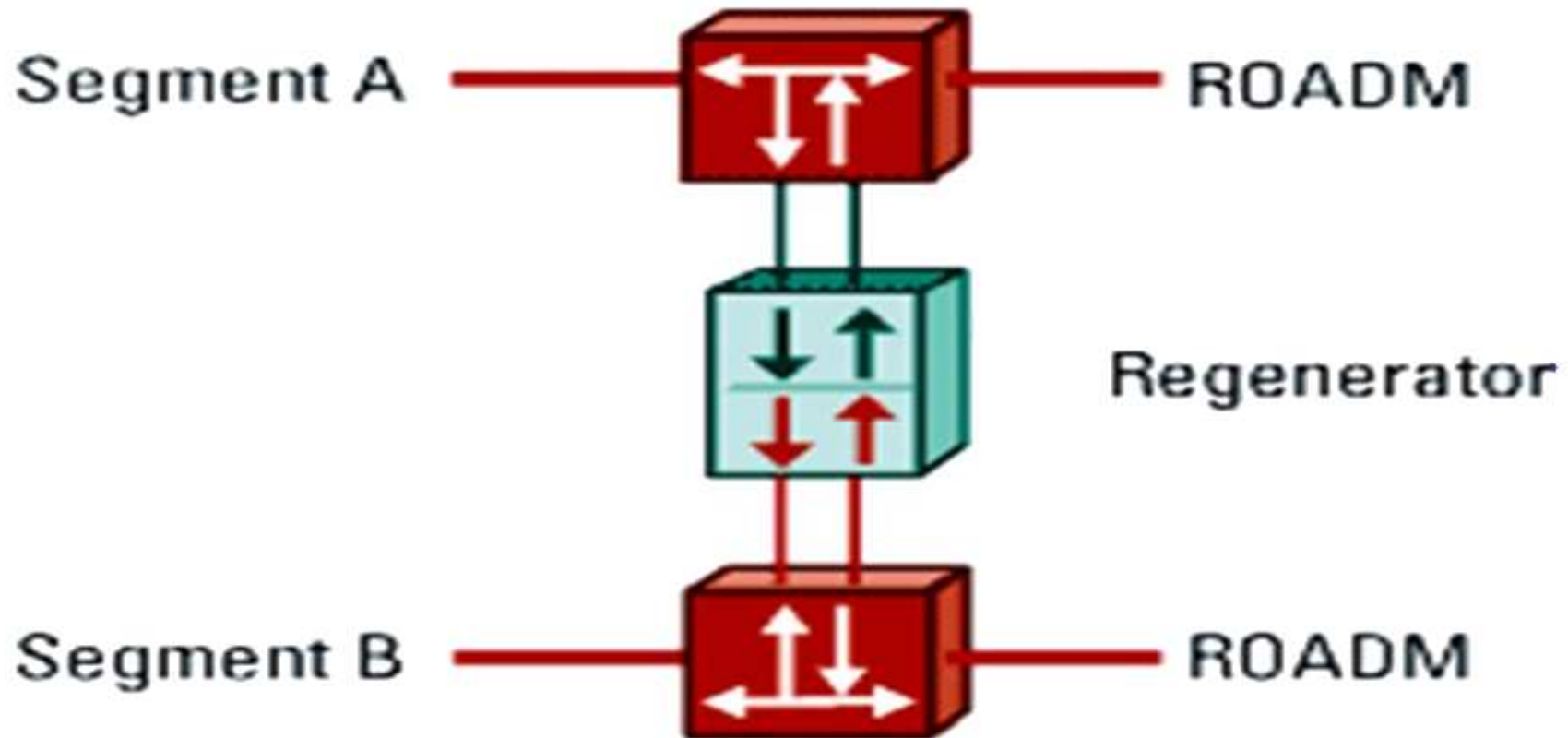
## *Rekonfigurovatelný OADM*

- dynamická povaha optickej vrstvy,
- môže byť charakterizovaný ako
  - a) dvojstupňový - pridelovanie vlnových dĺžok medzi klientským a sieťovým portom,
  - b) mnohostupňový - pridelovanie vlnových dĺžok medzi 4 a viac sieťovými portami (ľubovoľnými),
  - c) jadrový (core) - uzol s plnou funkčnosťou ako súčasť transportnej alebo metropolitnej siete
  - d) koncový (edge) - uzol s obmedzenou funkčnosťou na rozhraní jadrovej a prístupovej siete
  - e) bezfarebný - neobmedzené pridelovanie vlnových dĺžok k vláknovým portom.

# Optické komponenty 39/43

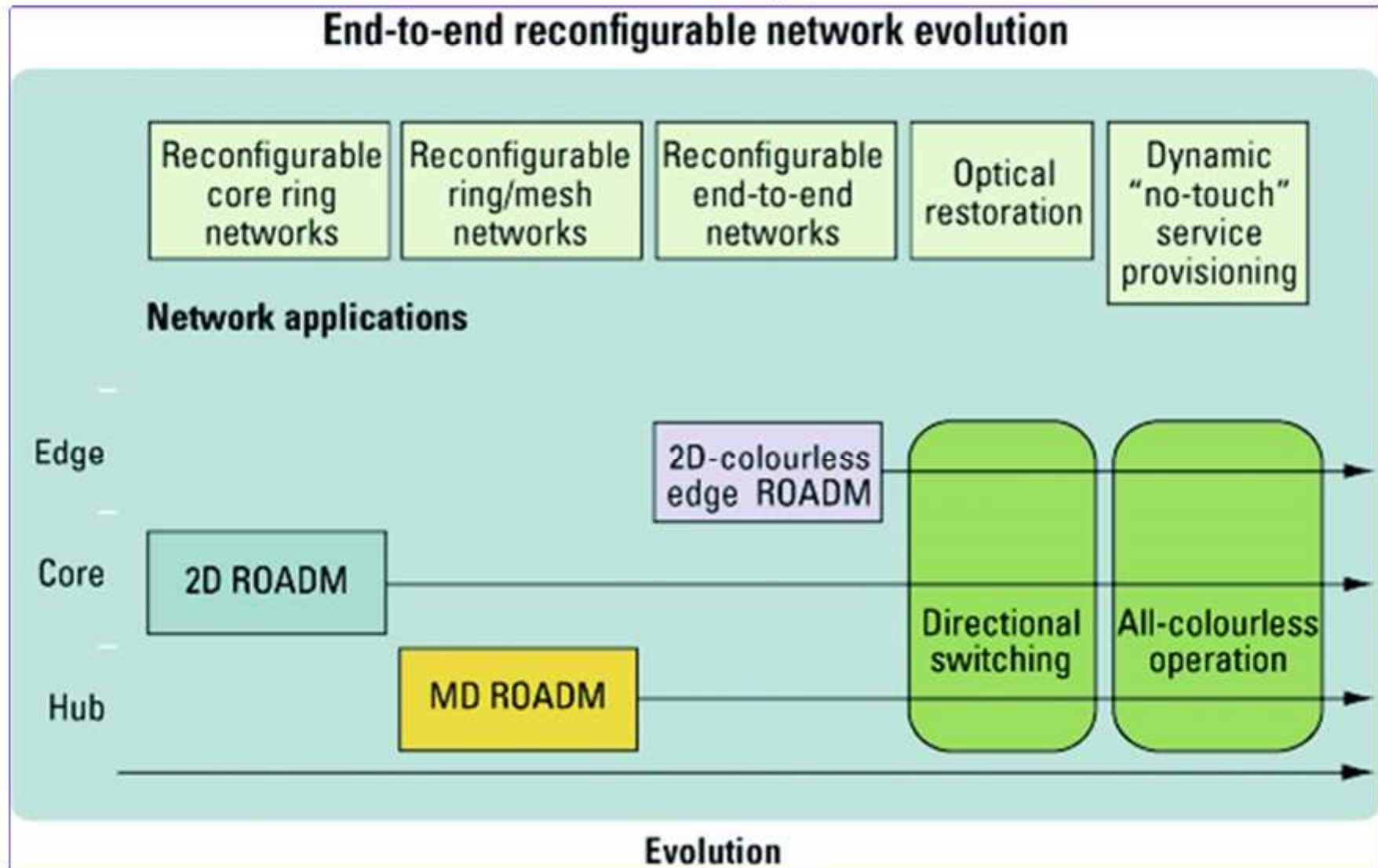
## Rekonfigurovatelný OADM

**Wavelength shifting between segments**



# Optické komponenty 40/43

## Rekonfigurovatelný OADM



# Optické komponenty 41/43

## **Optický** prepínač OXC

- jeho funkciou je prepínať ľubovoľné vstupné vlnové dĺžky (prenosové kanály) s ľubovoľnými výstupnými vlnovými dĺžkami (prenosovými kanálmi),
- umožňuje uskutočňovať vyžadované prepínanie na rozdielnych úrovniach
  - a) vlákňová úroveň - FXC,
  - b) vlnovodížková úroveň - WSXC, WIXC.
- cieľom je presunúť niektoré úlohy signálového spracovania z elektronickej do optickej oblasti a združovať optické signály podľa vlnových dĺžok.

# Optické komponenty 42/43

## ***Optický (vlnovodížkový) konvertor OWC***

- jeho funkciou je umožniť premiestňovanie rôznych vlnových dĺžok (prenosových kanálov), zvyšovať flexibilitu siete a účinnosť prenosovej šírky pásma optického vlákna
  - prepínanie alebo smerovanie v určitom sieťovom uzle pri mnohých vlnových dĺžkach medzi mnohými bodmi,
  - vstup do siete na určitej vlnovej dĺžke, ktorá nie je vhodná na použitie alebo sa v nej nevyužíva,
  - zvýšenie efektívnosti využitia prípustných vlnových dĺžok v optickom vlákne z pohľadu sieťových liniek,
  - pri hraniciach medzi rozdielnymi optickými sieťami bez vzájomnej koordinácie pridelovania vlnových dĺžok.

# Optické komponenty 43/43

## ***Optický (vlnovodížkový)*** konvertor OWC

- základné spôsoby
  - a) optické bránenie,
  - b) vlnové zmiešavanie.
- cieľom je vlnovodížková konverzia nezávislá od bitovej rýchlosti alebo formátu optického signálu, plne optická, s nízkym výkonom, bez degradácie optického výkonu signálu a s laditeľným výstupom.