

# **Prednáška 07/12**

**doc. Ing. Rastislav RÓKA, PhD.**

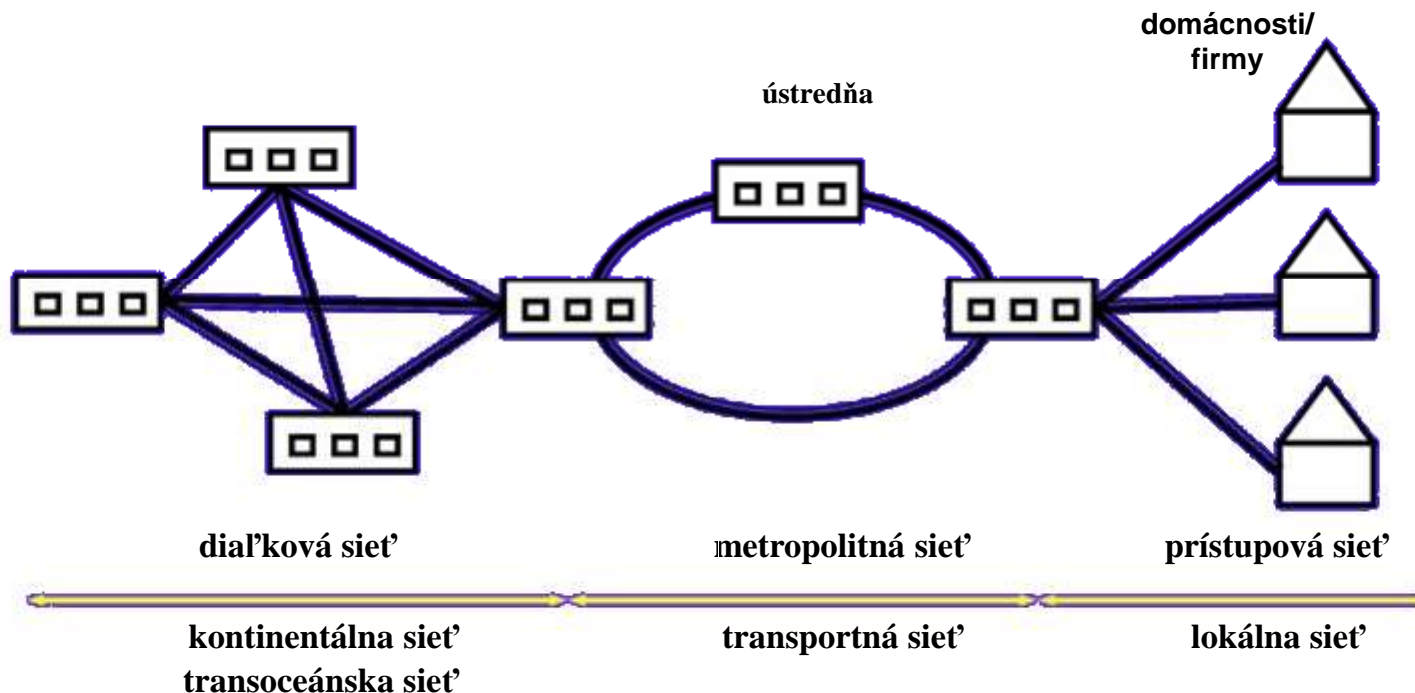
**Katedra telekomunikácií**

**FEI STU Bratislava**

# Optokomunikačné siete 1/4

## Telekomunikačné siete

- podnikové - LAN, MAN, WAN,
- verejné - prístupová, metropolitná (miestna ústredňová), diaľková (medziústredňová).



# Optokomunikačné siete 2/4

## *Telekomunikačné siete*

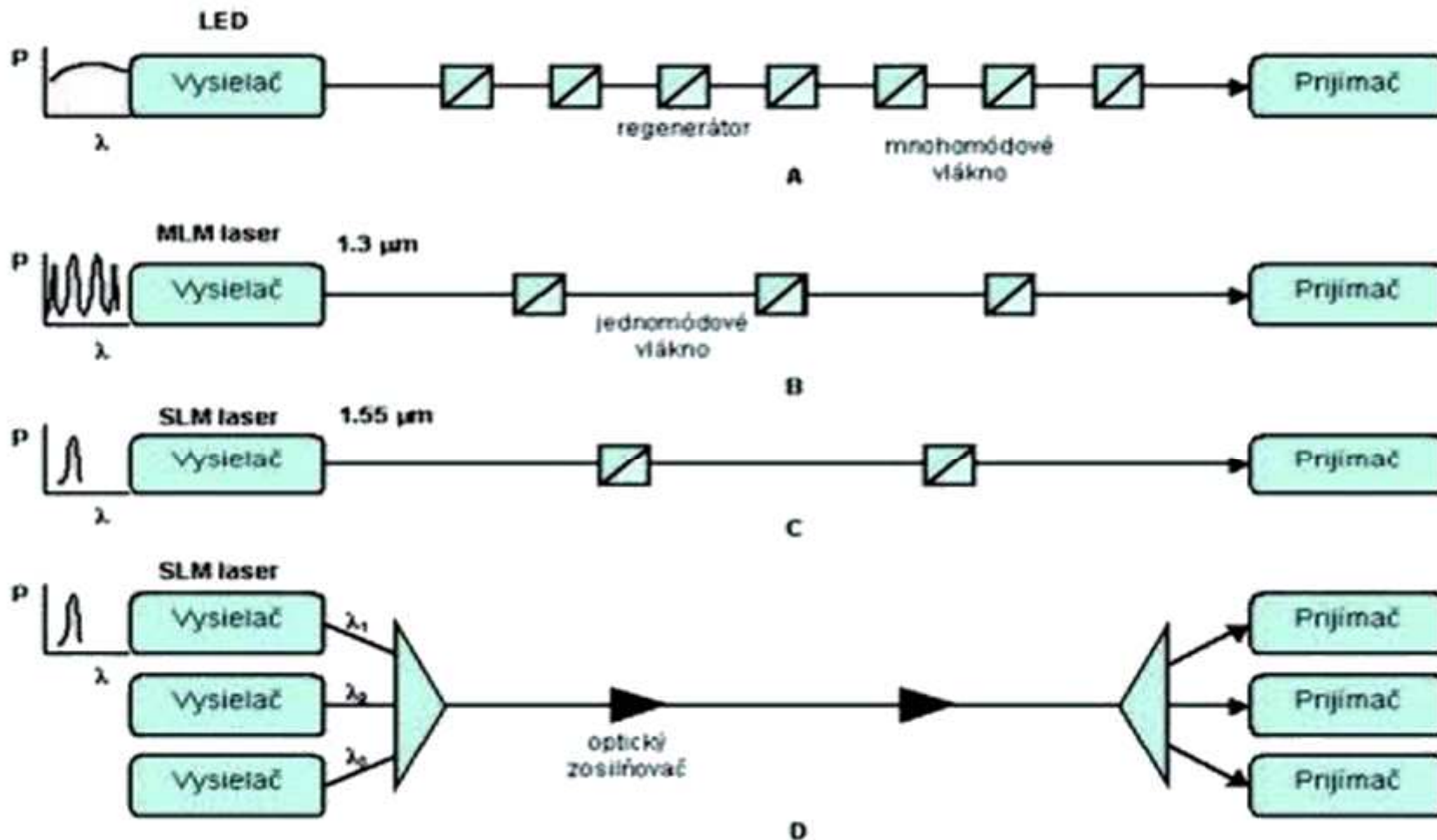
- analógové,
- digitálne - asynchrónna, synchrónna, optická.

## *Optické siete*

- evolúcia
  - módová disperzia,
  - chromatická disperzia,
  - úzkospektrálne laserové zdroje,
  - vlnovodížkové multiplexovanie WDM.

# Optokomunikačné siete 3/4

## Optické siete



# Optokomunikačné siete 4/4

## *Optické siete*

- 1. generácia - siete, v ktorých je optické vlákno použité ako prenosové médium a v ktorých je všetko spojovanie a spracovanie signálov v sieťových uzloch vykonávané elektronicky
  - verejné siete SONET/SDH,
  - počítačové prepojenia ESCON, Fiber Channel, HIPPI,
  - metropolitné siete FDDI, ATM, IP.
- 2. generácia - siete, v ktorých je smerovanie realizované v optickej oblasti
  - siete WDM a OTDM.

# 2G optické siete 1/12

## ***Služby***

- Akákoľvek sieť môže pozostávať z viacerých vrstiev, pričom každá vrstva môže vykonávať rozdielne funkcie. Je potrebné vnímať 2G optické siete ako základnú optickú fyzickú vrstvu, ktorá môže ponúkať 3 základné typy služieb pre vyššie vrstvy.

## ***Transparentnosť***

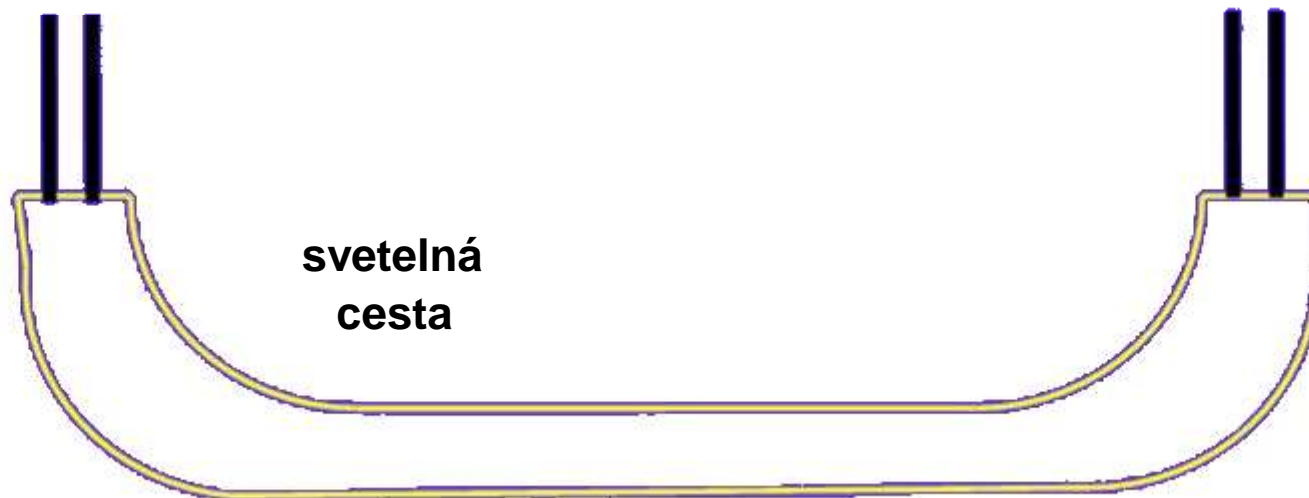
- Hlavná vlastnosť 2G optických sietí je, že poskytované prenosové služby môžu byť transparentné k aktuálnym dátam posielaným cez svetelnú cestu, t.j. optické dátové signály sú akceptované pri akejkoľvek bitovej rýchlosti a akomkoľvek protokolovom formáte, môžu byť prenášané aj analógové optické dátové signály.

# 2G optické siete 2/12

## Služba svetelnej cesty

- celá linková prenosová šírka pásma určená priradenou vlnovou dĺžkou je poskytovaná vyššej vrstve,
- zostavená alebo zrušená na základe požiadavky vyššej vrstvy (služba prepájania okruhov),
- alternatívne je možné poskytovať permanentné svetelné cesty (zostavené na čas, po ktorý sa sieť využíva).

virtuálny okruh / datagram

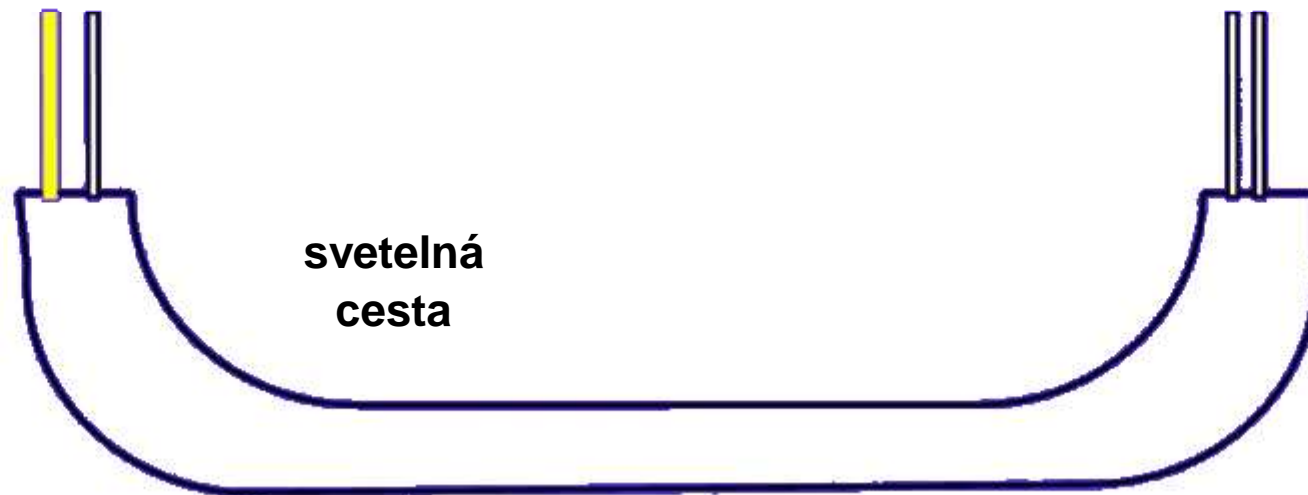


# 2G optické siete 3/12

## Služba virtuálneho okruhu

- prenosová šírka pásma ponúkaná vyššej vrstve môže byť menšia ako celá linková prenosová šírka pásma,
- združovanie virtuálnych okruhov buď na vlnovú dĺžku na linke WDM alebo na prenosové rýchlosti v prípade linky OTDM (služba prepájania okruhov),
- pevné alebo štatistické (služba prepájania paketov).

virtuálny okruh / datagram



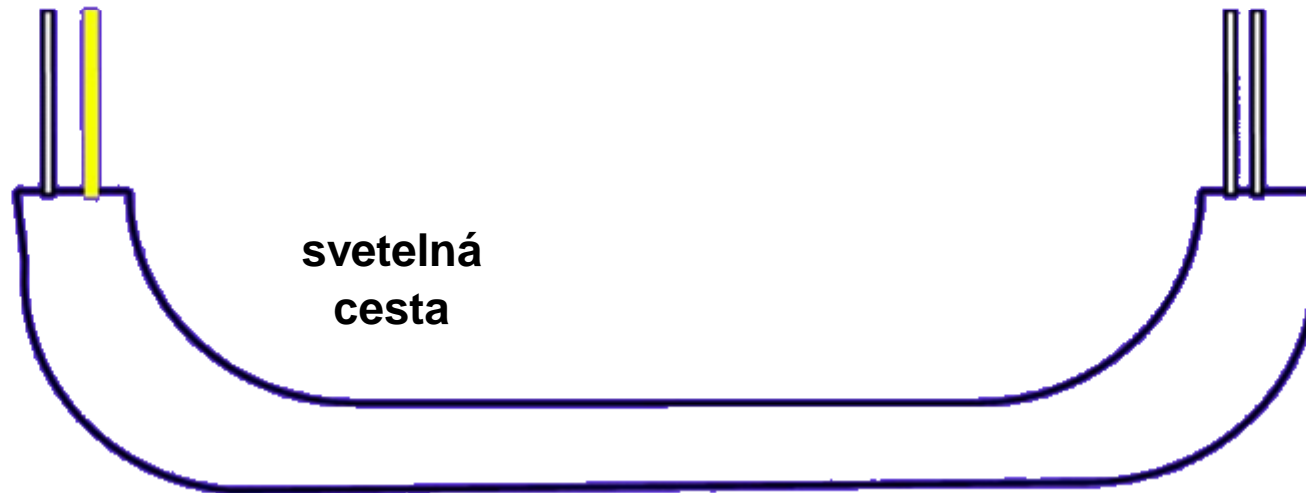


# 2G optické siete 4/12

## Datagramová služba

- umožňuje prenášať krátke pakety alebo správy informácií medzi uzlami v sieti bez potreby riadiacej informácie na zostavenie explicitného spojenia.

virtuálny okruh / datagram



# 2G optické siete 5/12

## *Transparentnosť*

- Úrovně transparentnosti dosiahnutelné v optickej sieti závisia od niekoľkých parametrov fyzickej vrstvy, ako je napr. prenosová šírka pásma a pomer signál-šum.
- Aktuálne požiadavky závisia od použitej modulačnej techniky, protokolového formátu a bitovej rýchlosti digitálneho signálu.
- Okrem toho, analógové signály vyžadujú oveľa vyššie pomery signál-šum ako digitálne signály.
- Najvyššia úroveň transparentnosti sa získa, ak dátový signál zostáva v optickej forme od svojho zdroja k svojmu cieľu.
- V niektorých prípadoch musí byť dátový signál v rámci prenosovej cesty regenerovaný.

# 2G optické siete 6/12

## *Regenerácia 3R*

- regenerácia s obnovou časovania a tvarovania (3R) - v tomto prípade je časovací (taktovací) signál získaný z informačného signálu, ktorý je následne znovu synchronizovaný,
- v podstate nová kópia digitálneho signálu v každom regeneračnom kroku, čím umožňuje signálu prechádzať cez veľké množstvo regenerátorov,
- zároveň však eliminuje transparentnosť na bitové rýchlosti a protokolové formáty signálov,
- určitá obmedzená forma transparentnosti bitových rýchlostí je možná použitím programovateľných čipov na obnovu časovania, ktoré môžu pracovať s viacerými prenosovými rýchlosťami digitálnych signálov.

# 2G optické siete 7/12

## *Regenerácia 2R*

- regenerácia bez obnovy časovania (2R) - ponúka transparentnosť bitových rýchlostí bez podporovania analógových dát alebo rozdielnych protokolových formátov signálov,
- tento prístup však limituje počet možných regeneračných krokov, konkrétne pri vyšších prenosových rýchlostiach nad stovky Mbit/s,
- obmedzenie je dané jitterom, ktorý má schopnosť akumulácie pri každom regeneračnom kroku.

# 2G optické siete 8/12

## *Regenerácia 1R*

- regenerácia bez obnovy časovania a tvarovania (1R) - je jednoducho prijatie signálu a jeho opätovné vyslanie bez obnovy časovania alebo tvarovania,
- táto forma regenerácie môže pracovať aj s analógovými dátami, ale jej výkonnosť je výrazne slabšia ako predchádzajúcich dvoch foriem regeneračných techník.

# 2G optické siete 9/12

## ***Architektúra B&S WDM***

- architektúra vysielania a výberu B&S - rozdielne sieťové uzly vysielajú na rozdielnych vlnových dĺžkach,
- optický väzobný prvok kombinuje optické signály prichádzajúce zo všetkých uzlov a rozdeľuje ich na všetky výstupné porty,
- každý sieťový uzol využíva laditeľný optický filter,
- použitie v sieťach LAN a MAN, aj v prístupových sieťach,
- počet uzlov v sieti je limitovaný počtom prípustných vlnových dĺžok, ale aj úrovňou vysielaného optického výkonu,
- konektivita je poskytovaná väčšinou triviálnym spôsobom a žiadna smerovacia funkcia nie je implementovaná.

# 2G optické siete 10/12

## **Architektúra WR WDM**

- architektúra vlnovodížkového smerovania WR - signály prijaté z jedného uzla selektívne vysielajú do príslušnej časti siete na základe informácie prijatej zo zdrojového uzla, t.j. uzly sú schopné smerovať rozdielne vlnové dĺžky na vstupnom porte na rozdielne výstupné porty,
- kapacita jednej vlnovej dĺžky môže byť priestorovo znovu použitá, obmedzenie je platné len v prípade, že sieťové uzly nemajú schopnosť konvertovať vlnové dĺžky,
- použitie v sieťach MAN a WAN, aj vo veľkých a stredných metropolitných sieťach,
- smerovanie a spojovanie optických signálov je založené na ich vlnových dĺžkach.

# 2G optické siete 11/12

## ***Architektúra B&S OTDM***

- architektúra vysielania a výberu B&S - namiesto vlnových dĺžok majú rozdielne sieťové uzly priradené rozdielne časové okná pre vysielanie svojich dát,
- takéto siete sú charakteristické rovnakými vlastnosťami ako siete B&S WDM, ale môžu sa eventuálne stať vhodnými na rozvinutie v sieťach LAN.



# 2G optické siete 12/12

## ***Architektúra OPS OTDM***

- optická paketovo-prepájaná sieť OPS - mala by uskutočňovať všetky funkcie, ktoré sú vykonávané sieťami prepájania paketov v súčasnosti,
- základom sú vysokorýchlostné optické paketové prepínače,
- videálnom prípade by mali byť všetky funkcie (prepínanie, konverzia) vykonávané v sieťovom uzle v optickej oblasti, ale v praxi sa určité funkcie vykonávajú v elektronickej oblasti,
- samotná hlavička môže byť posielaná pri nižších bitových rýchlostiach ako dáta, takže môže byť spracovaná elektronicke.

# Topológie optických sietí 1/2

## *Topológie sietí (siet'ové topológie)*

- fyzická - z pohľadu optickej fyzickej vrstvy, t.j.
  - uzly v sieti = umiestnenie optického komponentu,
  - linka v sieti = spojenie optickým vláknom.
- virtuálna - z pohľadu vyššej vrstvy, t.j.
  - uzly v sieti = uzly vyššej vrstvy,
  - linka v sieti = svetelná cesta, ktorá má byť zostavená medzi príslušnými sieťovými uzlami.
    - namapovať každé spojenie do (jedinečnej) svetelnej cesty,
    - spracovať každú svetelnú cestu ako fyzickú linku.

# Topológie optických sietí 2/2

Topológia	Bod-bod	Kruh
<b>Prenosová vzdialenosť</b> - krátka	<b>SM / MM OV</b> zopár vlnových dĺžok (16 až 40) nízke bitové rýchlosti (od 1,25 Gbit/s po 10 Gbit/s) na $\chi$	zopár km po obvode kruhu do 10 pasívnych OADM minimálny počet vlnových dĺžok 16 bitová rýchlosť až 10 Gbit/s na $\chi$ jeden dohliadací kanál až stovky km po obvode kruhu
<b>Prenosová vzdialenosť</b> - dlhá	<b>SM OV</b> viac vlnových dĺžok (80 až 160) vysoké bitové rýchlosti (od 10 Gbit/s vyššie) na $\chi$	viac ako 32 aktívnych OADM minimálny počet vlnových dĺžok 32, maximálny N'32 bitová rýchlosť až 10 Gbit/s na $\chi$ viac dohliadacích kanálov
<b>Prenosová vzdialenosť</b> - veľmi krátka	konverzia sériového dátového toku do paralelného bitová rýchlosť na OV k/N [Gbit/s]	