

POČÍTAČOVÉ SIETE

Optické siete



NÁRODNÝ PROJEKT

„Zlepšenie stredného odborného školstva v Prešovskom samosprávnom kraji“



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky sociálny fond
Európsky fond regionálneho rozvoja



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



OPERAČNÝ PROGRAM
ĽUDSKÉ ZDROJE



PREŠOVSKÝ
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

„Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci operačného programu Ľudské zdroje“

Transportná (chrbticová) sieť (WDM, OTDM)

Ing. Peter Barančo

Priebeh vyučovacej hodiny

- ➔ 1. Vstup a navodenie problémovej situácie
 - ➔ 2. Stanovenie poslania a cieľov
 - ➔ 3. Osvojovanie I. časti učiva
 - ➔ 4. Priebežný hodnotiaci rozhovor
 - ➔ 5. Osvojovanie II. časti učiva
 - ➔ 6. Systematizácia nového učiva
 - ➔ 7. Riešenie priebežného autotestu
 - ➔ 8. Vyhodnotenie a sebahodnotenie
 - ➔ 9. Zasahovanie do výučby na základe výsledkov
-

Viackanálový systém WDM

Slouží k přenosu několika optických nosných vln?
Můžeme přenášet jenom optickým přenosovým prostředím?



Plné optické siete WDM (Wavelength Division Multiplexing – vlnovo delený multiplex) siete sa stávajú ďalšou generáciou optických nosných sietí.

Poslanie vyučovacej hodiny

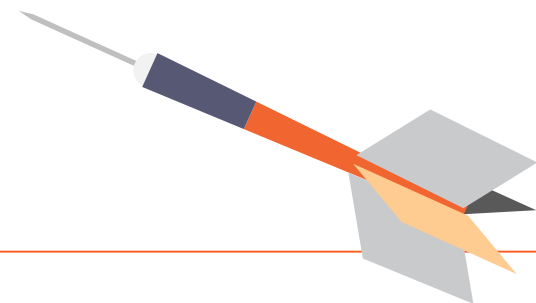
- ➔ Poznanie princípu WDM a vedie k pochopeniu jej implementácie v optických sieťach.



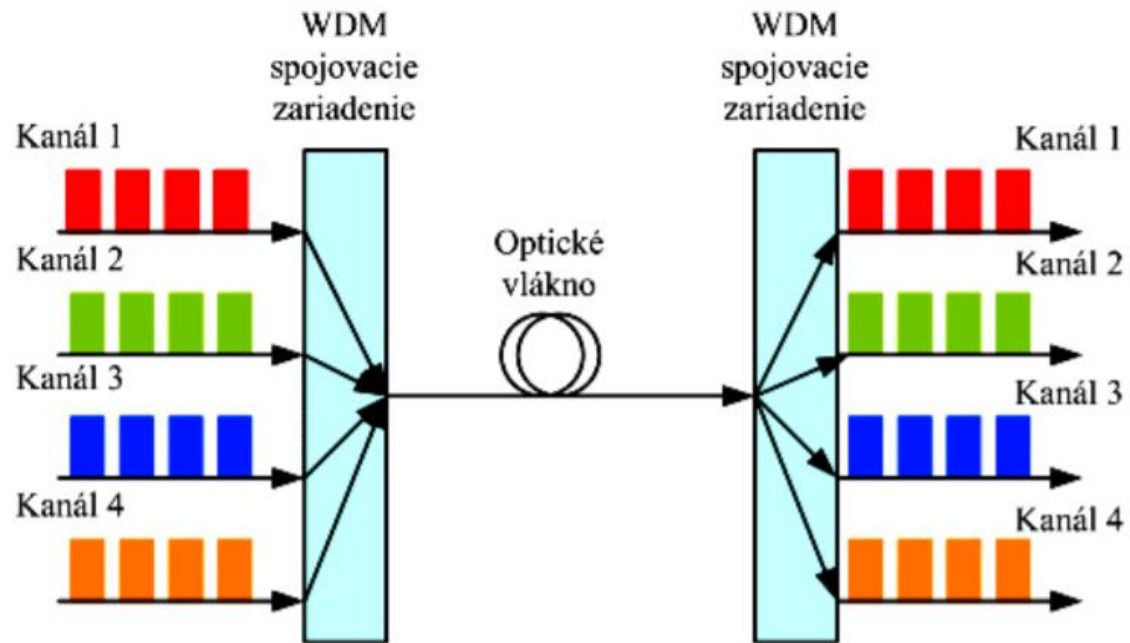
Ciele vyučovacej hodiny



- ☒ Charakterizovať princíp viackanálového systému WDM.
- ☒ Vymenovať a popísať jednotlivé druhy WDM systému.
- ☒ Vymenovať a popísať jednotlivé druhy OTDM systému.
- ☒ Vymenovať a popísať komponenty transportnej siete.
- ☒ Vymenovať a popísať optické zosilňovače.



Viackanálový systém WDM



WDM siete využívajú technológiu vlnovo deleného multiplexu.

Princíp WDM

Viackanálový systém WDM

Výhody WDM systémov:

- rozšírenie kapacity spoja bez zasahovania do položených optických vlákien,
- lepšie využitie prenosovej kapacity optických vlákien,
- možný súčasný prenos analógového a digitálneho signálu na rôznych vlnových dĺžkach,
- optické WDM multiplexory sú menšie a kompaktnejšie než elektrické.

Viackanálový systém WDM



Nevýhody WDM systémov:

- potreba väčšieho počtu vysoko stabilných zdrojov svetla pre rôzne vlnové dĺžky,
- presluch kanálov,
- technologická náročnosť jednotlivých komponentov.

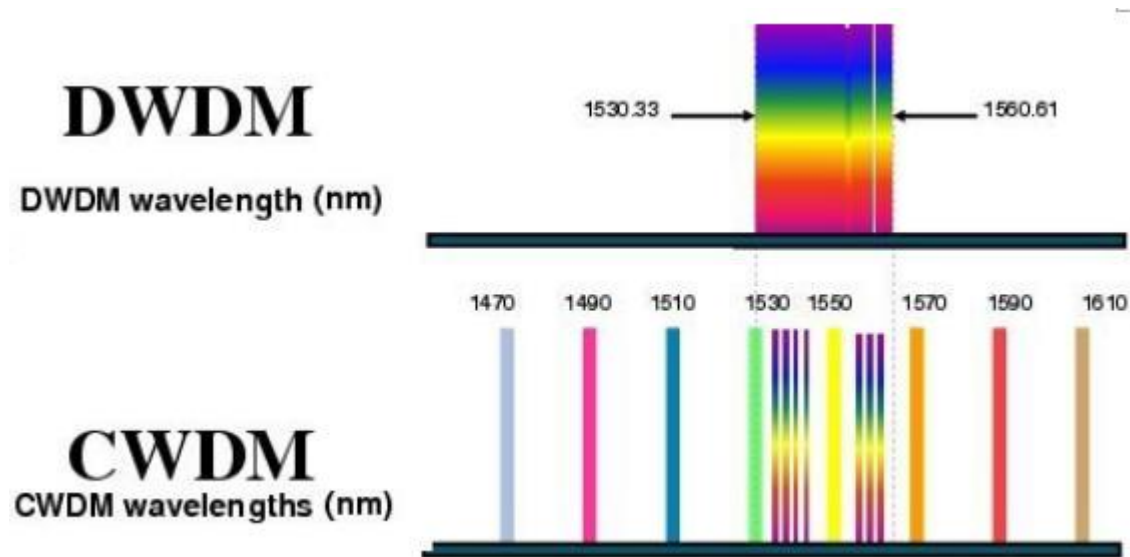
Vysoko rýchlostné pripojenie 😊

Viackanálový systém WDM

Limitujúce faktory vo WDM:

- potreba vysoko kvalitných filtrov,
- stabilita strednej vlnovej dĺžky emitovaného žiarenia, aby nevznikali presluchy medzi jednotlivými kanálmi,
- nelinearita vlákna, naor. SRS (Stimulated Raman Scattering – stimulovaný Ramanov rozptyl).

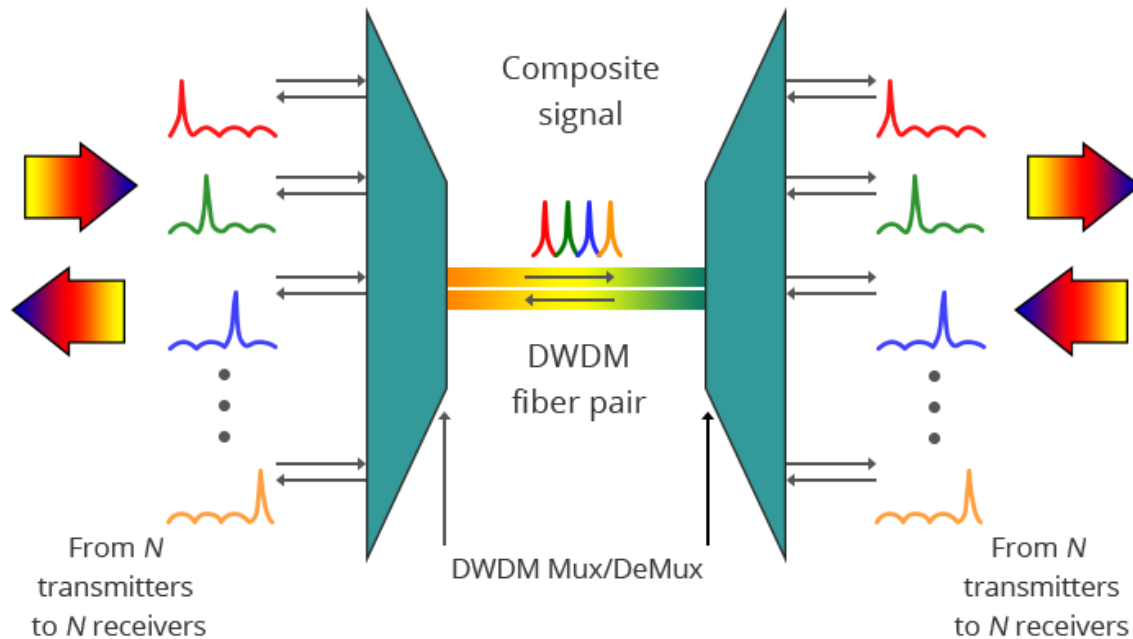
Viackanálový systém WDM



Zo všetkých v súčasnosti známych optoelektronických multiplexných systémov sa najviac využívajú technológie **DWDM** a **CWDM**.

Vlnové dĺžky CWDM a DWDM technológií

DWDM – Dense Wavelength Division Multiplexing



Technológia DWDM

DWDM – technológia tzv. „hustého“ vlnového multiplexu.

Umožňuje odstupy medzi jednotlivými vlnovými dĺžkami, čím poskytuje miesto pre vyšší počet paralelných kanálov na jednom optickom vlákne.

Teoretický dosah do 100 km bez nutnosti zosilnenia signálu.

DWDM – Dense Wavelength Division Multiplexing

DWDM – tieto systémy delíme podľa

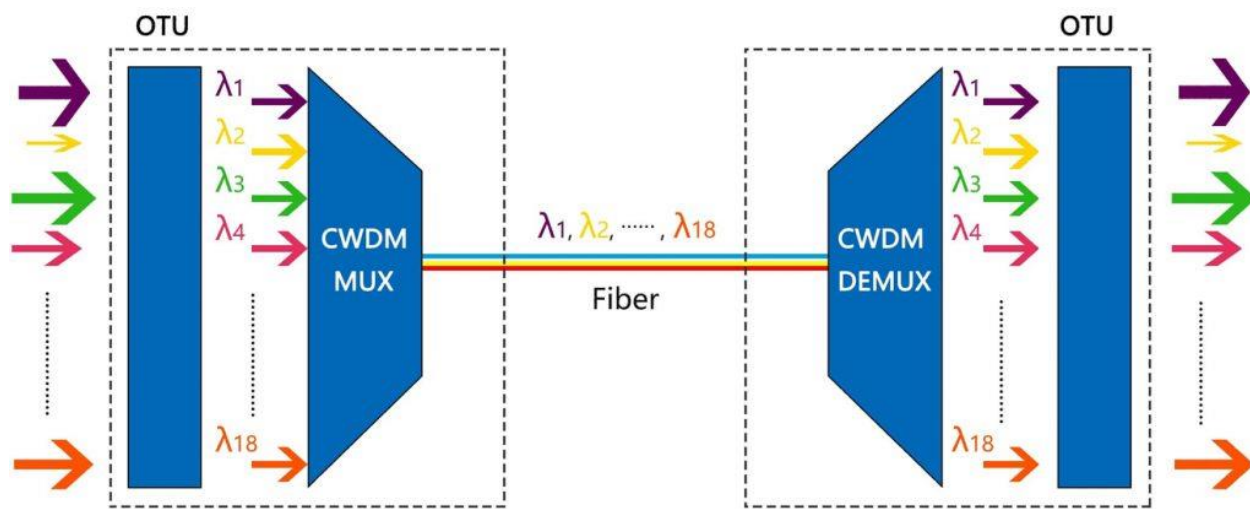
➔ Regeneračných vzdialeností na:

- krátke systémy – Short haul
- dlhé systémy – Long haul - okolo 1500 km
- veľmi dlhé systémy – Very long haul - 6000 km a viac

➔ Počtu použitých vlákien:

- dvoj vláknové
- jedno vláknové

CWDM – Coarse Wavelength Division Multiplexing



Tzv. „hrubý“ multiplex CWDM.

Lacnejšia a dostupnejšia varianta DWDM, nakoľko prvky používané u CWDM nevyžadujú také presné a technologicky náročné prvky ako u DWDM.

Technológia CWDM

CWDM je vhodná na prenos na menšie vzdialenosti.

Zhodnotenie doterajšieho priebehu

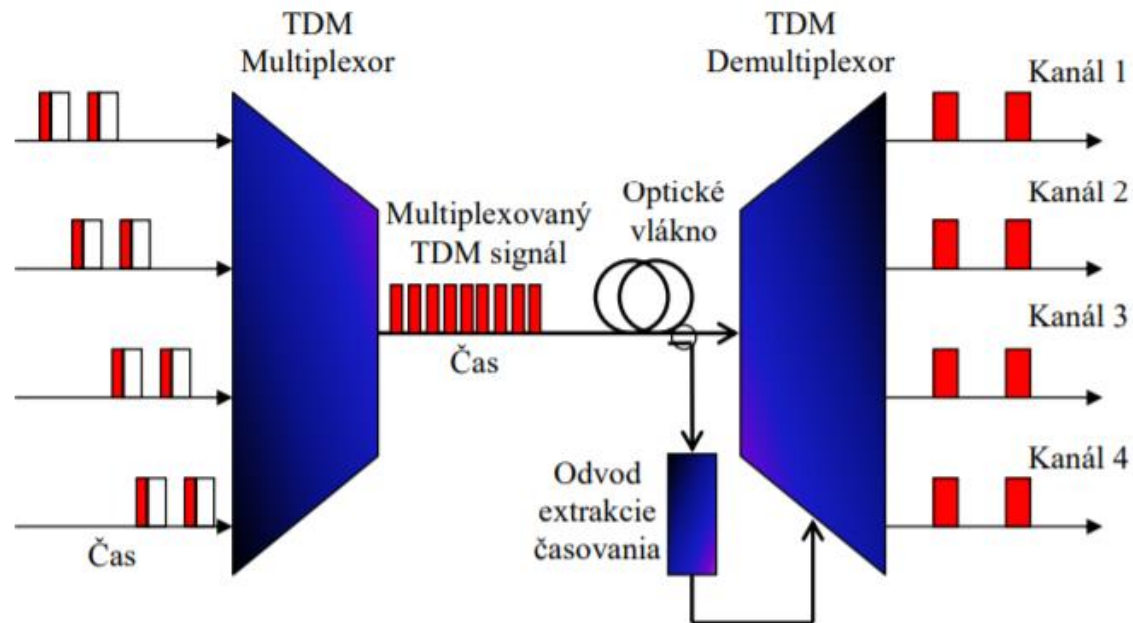
➡ Čo sa Vám zatiaľ na hodine páčilo?

➡ Čomu ste nerozumeli?

➡ Čo by ste sa chceli ešte dozvedieť?

➡ Sú tieto informácie pre Vás nové alebo ste sa už s nimi stretli?

OTDM - Optical Time Division Multiplex



Principiálny náčrt OTDM prenosu

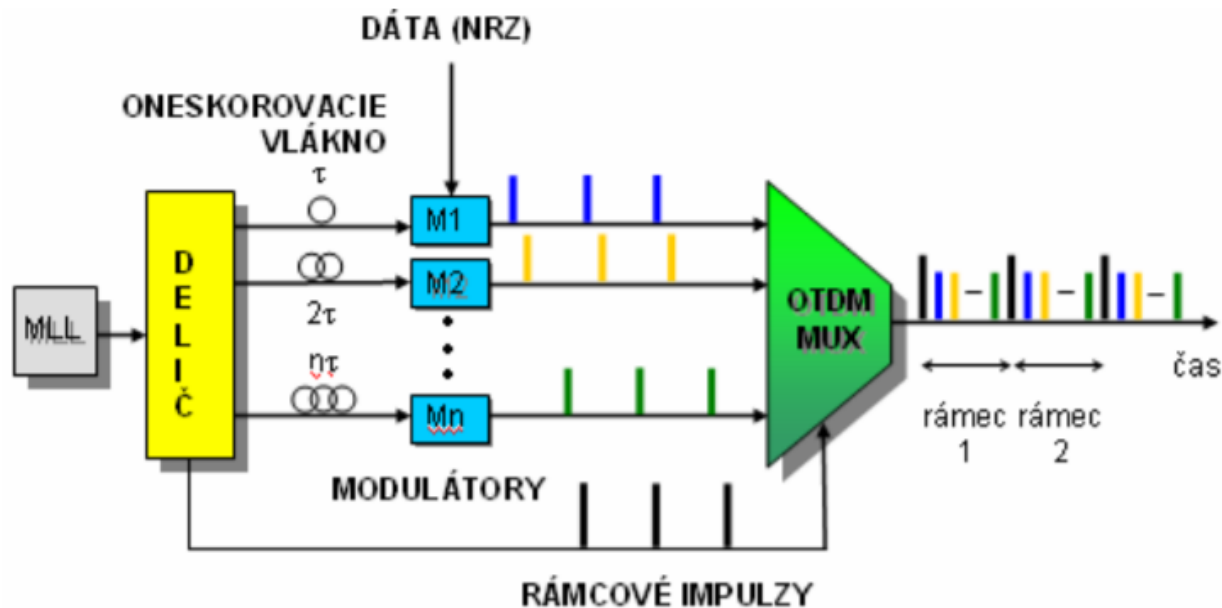
Využívajú systém s časovým multiplexom, kde sa rôzne dátové kanály v časovej oblasti neprekrývajú.

Delíme ich na:

- bitovo prekladané
- blokovo prekladané

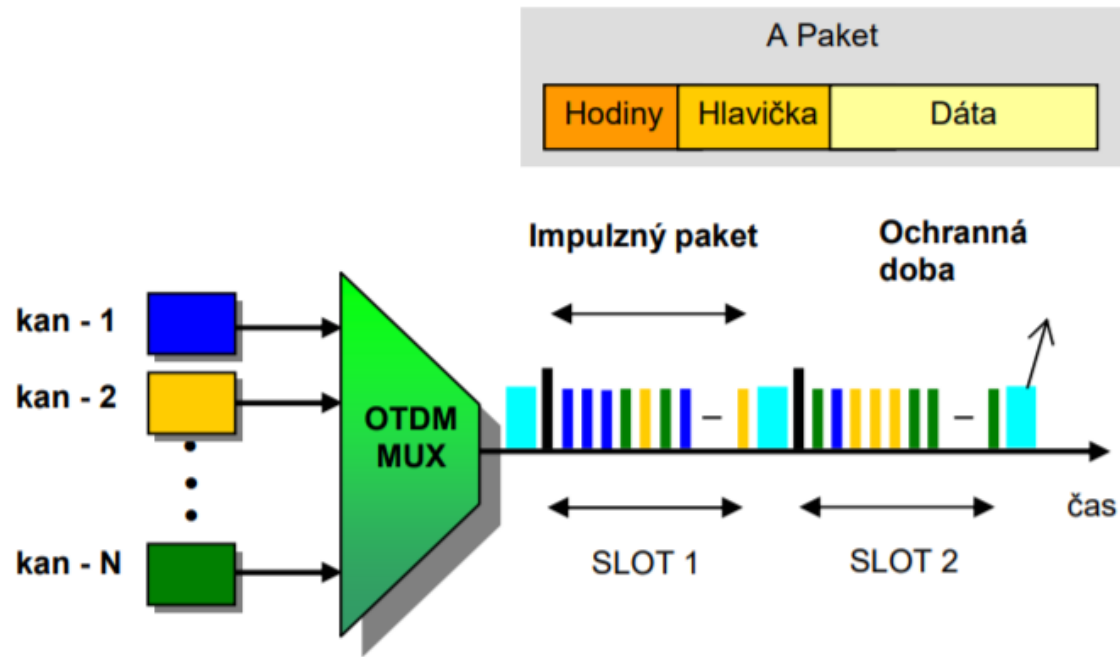
OTDM - Bitovo prekladané

Bitovo prekladané – kde v danom časovom okamihu sa pre každý uzol ukladá len jeden bit.



**Princíp bitovo prekladaného
OTDM systému**

OTDM - Blokovo prekladané



Blokovo prekladané – ak má vysielateľ dáta na prenos, tak ich vkladá bez ohľadu na to, či je práve jeho časový okamih.

Princíp blokovo prekladaného OTDM systému

OTDM - Blokovo prekladané

Rámcové umiestnenie OTDM, kde každý uzol priradí rovnaké množstvo kapacity OTDM rámcu.

Paketové umiestnenie OTDM, každý uzol môže poslať celý dátový paket len vtedy, keď má pridelený prístup.

Komponenty transportnej siete

- ➔ optické vlákno – singlemód
- ➔ zosilňovač - EDFA
- ➔ disperziu kompenzujúce vlákna

Optické vlákno

➊ Čo má výhodu optického káblu oproti káblu?

prenosovou rýchlosťou ako ostatné spôsoby komunikácie.

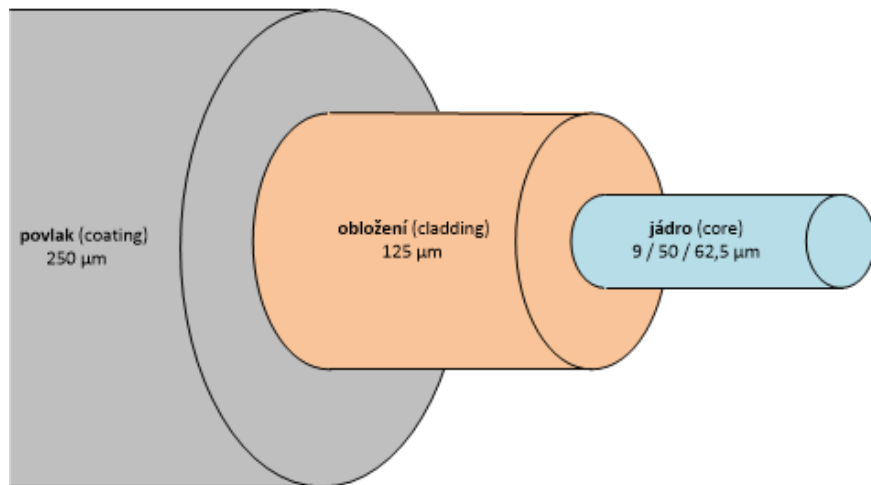
➋ V transportnej sieti sa používajú výhradne singlemódové OV



Optické vlákno



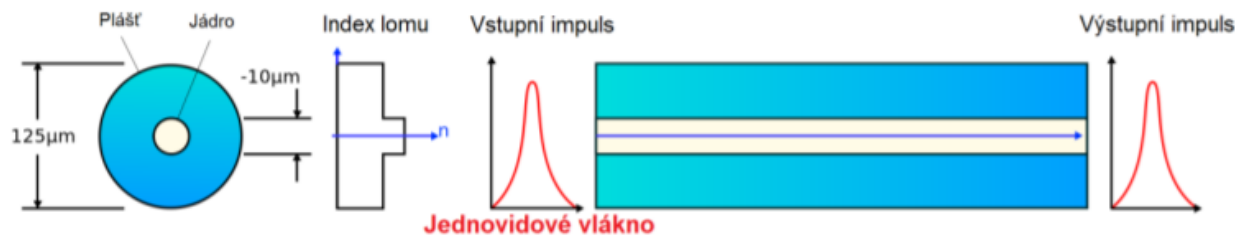
Z čoho sa skladá optické vlákno?



Prierez optického vlákna

- Jadro – najdôležitejšia časť optického vlákna, základné priemery sú 9 μ m, 50 μ m a 62,5 μ m
- Odrazová vrstva – priemer je 125 μ m
- Primárna ochrana – priemer je 250 μ m
- Sekundárna ochrana – priemer je 900 μ m

Optické vlákno - jednovidové vlákna

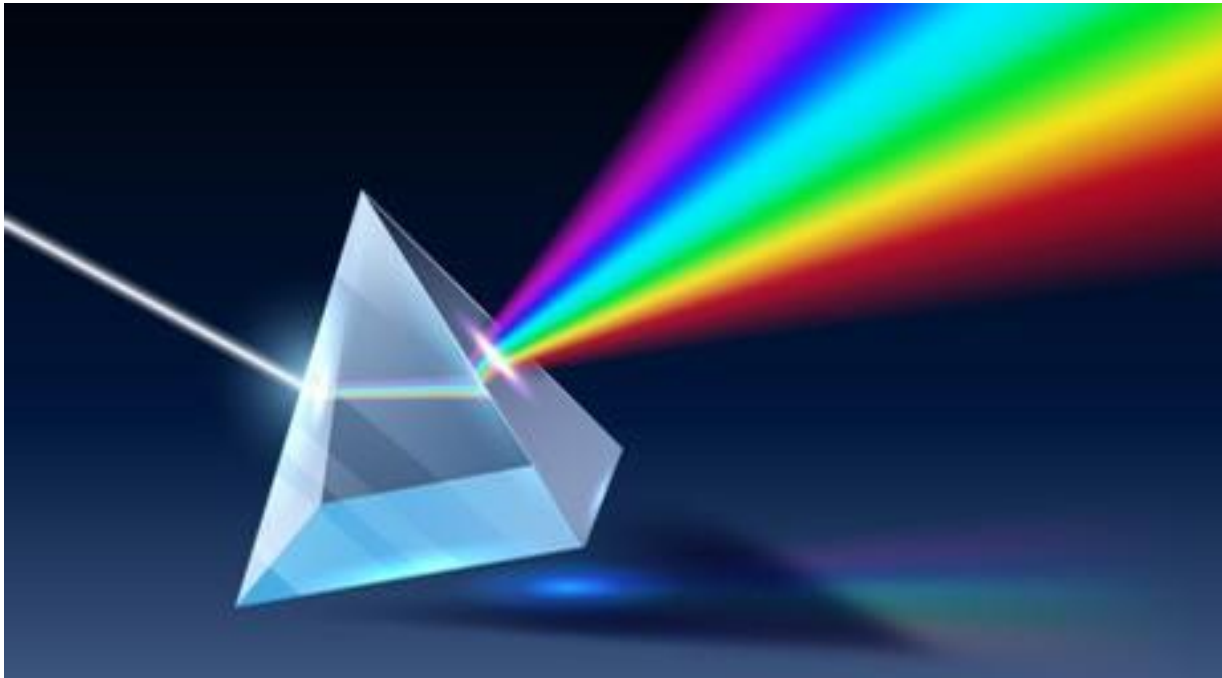


**Jednovidové vlákno s
konstantním indexom lomu**

Jednovidové vlákna s konštantným indexom lomu jadra a skokovou zmenou indexu lomu plášťa majú veľmi malú disperziu, veľmi malý útlm a vysokú prenosovú kapacitu.

Šírka prenášaného pásma je 10 Gbit/s.

Disperziu kompenzujúce vlákna



Disperzia má za následok rozšírenie optického impulzu v čase a fázový posun na konci optického vlákna.

Farebný rozklad svetla na hranole

Disperziu kompenzujúce vlákna

Disperziu môžeme rozdeliť na:

- ➔ vidovú disperziu MD (intermódová, mnohomódová),
- ➔ chromatickú disperziu CD (intramódová, spektrálna),
- ➔ polarizačnú vidovú disperziu PMD.

Chromatická disperzia

**Spôsobuje skreslenie
prenášanej informácie.**



Spočíva v rozdielnej rýchlosti šírenia rôznych spektrálnych zložiek signálu, na rôznych vlnových dĺžkach optickým vláknom.

Princíp chromatickej disperzie

Disperziu kompenzujúce vlákna - DCF

DCF (Dispersion Compensating Fibres) sa vyznačujú malou zápornou hodnotou koeficienta disperzie ~ -100 ps/nm/km až ~ -10000 ps/nm/km.

Vlákna DCF sú schopné kompenzovať kumulujúcu sa disperziu.

Disperziu kompenzujúce vlákna - DCF

DCF vlákna sa používajú na kompenzáciu kladnej disperzie v monovláknových vláknach (SMF) v pásmach C a L.

Nevýhodou sú relatívne veľké rozmery kompenzátorov a veľký vložný útlm od 7 do 10 dB (0,38 až 0,5 dB/km) u SMF vlákien.

Optické zosilňovače

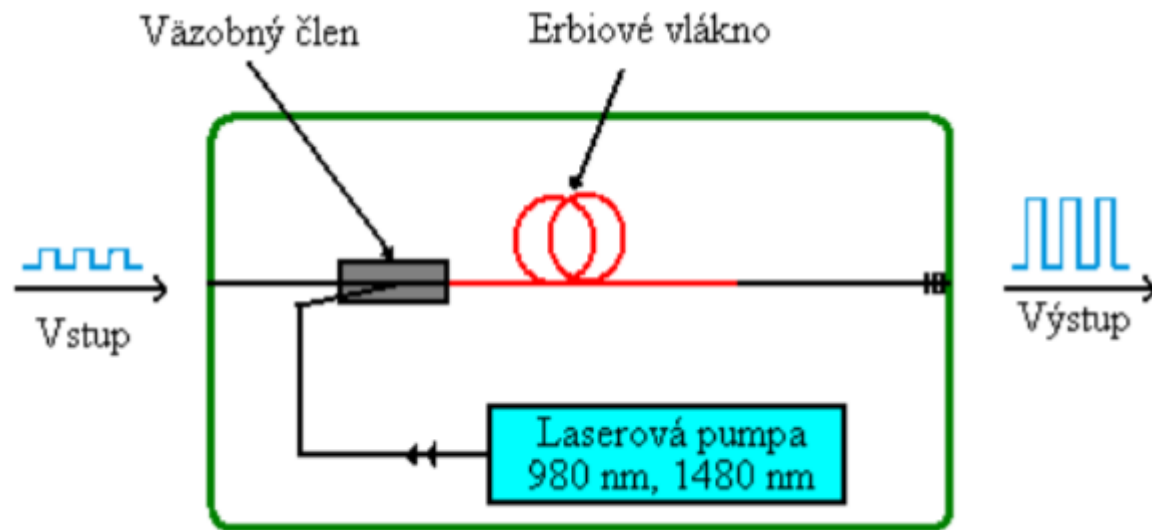
Akú funkciu majú optické zosilňovače?

Optické zosilňovače (Optical Amplifiers – OA) sú zariadenia primárne určené na zosilnenie signálu šíriaceho sa v optickom vlákne, teda svetla.



Princíp funkcie optického zosilňovača

Optický zesilňovač EDFA



Najčastejšie používaným je zesilňovač používajúci niekoľko metrov dlhé optické vlákno obohatené erbiom (Erbium-doped fiber amplifier, EDFA).

Zvýšenie úrovne signálu až o 50 dB.

Bloková schéma EDFA zesilňovača tvorená laserovým zdrojom (pumpou) a špeciálnym optickým vláknom.

EDFA

- ➔ schopnosť zosilňovať optický signál súčasne na viacerých vlnových dĺžkach,
- ➔ dramatické zníženie ceny na diaľkových trasách a zvýšenie ich kapacity,
- ➔ použitie spôsobuje nepriaznivý optický jav – chromatická disperzia.

Parametre transportnej siete

Merný útlm - s narastajúcou vzdialenosťou od zdroja postupne klesá výkon prenášaného signálu. Vyjadrený je v dB/km.

Disperzia - charakterizuje vlákno z hľadiska maximálnej prenosovej rýchlosti. Má najväčší podiel na skreslení zložiek signálu.

PMD - polarizačná vidová disperzia je druh skreslenia jednotlivého impulzu prechádzajúceho optickým vláknom.

Útlm

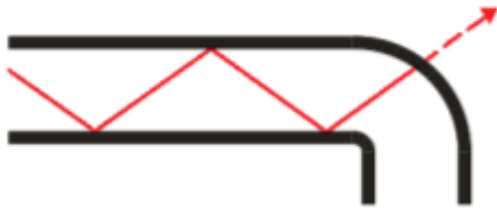
Výkon svetelného signálu v optickom vlákne zo vzdialenosťou od zdroja signálu postupne klesá.

Útlm optického vlákna je udávaný v:

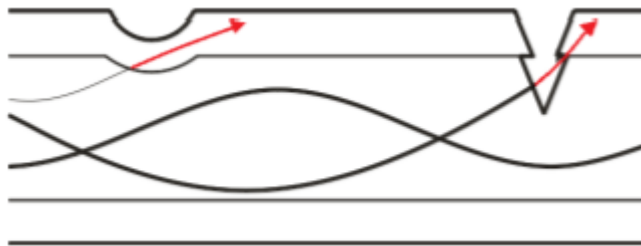
dB/km

Je to meradlo strát optickej energie vo vlákne.

Útlm



Makroohybové straty



Mikroohybové straty

Straty vznikajú priamo v materiály vlákna

- na rozhraní prostredí vlákna
- na mikroohyboch a makroohyboch opt. Vlákná
- pri spojovaní vlákien

Príčinou útlmu svetelného signálu v opt. vlákne je absorpcia a rozptyl svetelných paprskov.

Útlm

Vybrané hodnoty útlmu a im odpovedajúca prenesená energia:

0,3 dB / km = 93,3% prenesenej energie

1,0 dB / km = 79,4% prenesenej energie

3,0 dB / km = 50,1% prenesenej energie

10,0 dB / km = 10% prenesenej energie

Útlm

Útlm je **klúčový parameter** pri návrhu systému, lebo je limitujúcim faktorom pre dĺžku prenosovej trasy.

Jednomódové optické vlákno má útlm **0,35 dB/km** na **vlnovej dĺžke 1310 nm** a **0,21 dB/km** na **vlnovej dĺžke 1550 nm**.

Útlm

Výpočet celkového útlmu:

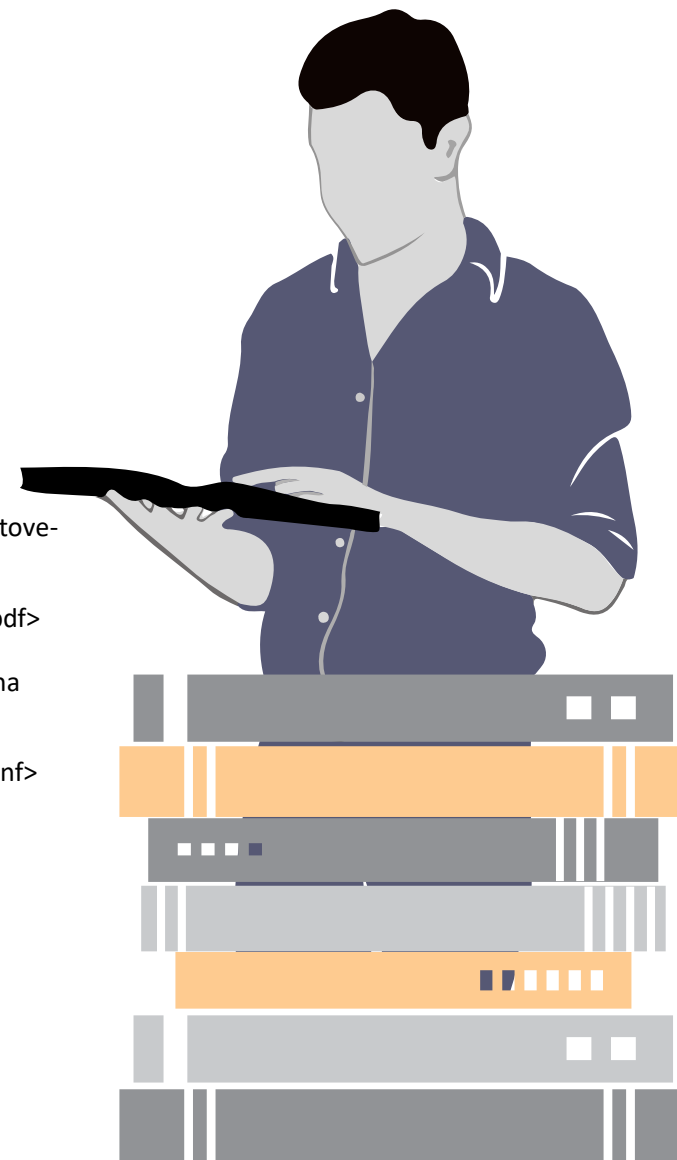
útlm konektora + útlm spojky/zvaru + útlm kábla

Monomódové vlákno má oproti multimódovému vláknu výrazne menší útlm signálu.



Literatúra:

1. ŠIFTA, R.: Dwdm v přístupových sítích [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=37801>
2. Technologie vlnového multiplexu [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <https://www.alternetiv.cz/default.asp?inc=inc/info/b2btechn_info_xWDM.htm>
3. Energotel DWDM [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <<https://www.energotel.sk/dwdm>>
4. Žilinská univerzita v žiline- katedra telekomunikácií [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <<http://diplom.utc.sk/wan/556.pdf>>
5. RYBIČKA, L.: Vyšetrovanie vlastností plne optických WDM a OTDM sietí [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <<http://diplom.utc.sk/wan/1343.pdf>>
6. KRUPA, M.: Optická a metalická kabeláž pre siete LAN [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <<http://tech.sosthe.sk/index.php/sietove-technologie/opticka-a-metalicka-kabelaz-pre-siete-lan/>>
7. OTKOUN, P.: Optovláknové bodové senzory [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <<https://core.ac.uk/download/pdf/44400823.pdf>>
8. ČERTÍK, F. - RÓKA, R.: Pokročilé techniky optického spracovania signálov v optickom prenosovom médiu [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <https://www.fei.stuba.sk/buxus/docs/publikacie/Certik_Roka_CD.pdf>
9. Kompenzácia disperzie [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <<http://techpedia.fel.cvut.cz/html/frame.php?oid=67&pid=1016&finf>>
10. MIHALOVIČ, M.: Implementácia a využitie SDH / DWDM technológie v optických sieťach [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <https://is.ambis.cz/th/mje0t/Diplomova_praca_Matej_Mihalovic.docx>
11. ŠTEFANČÍK, M.: Analýza optických přístupových sítí v české republice [cit. 5-2-2022]. Dostupné na internete: <https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=68984>



Stredná odborná škola agropotravinárska a technická



 **Kušnierska brána 349/2, 060 01 Kežmarok**

 <https://www.soskezmarok.sk/>

 [@sekretariat@soskezmarok.sk](mailto:sekretariat@soskezmarok.sk)

 **+421 52 4523040**



Učiteľ

Ing. Peter Barančo

 barancop@gmail.com

