

Zpracoval:

Ing. Petr ORVOŠ

## **P Í S E M N Á P Ř Í P R A V A**

na vyučování – IT 1

**Předmět:** POČÍTAČOVÉ SÍTĚ

**Téma:** Optické kabely v sítích

**Místo:** učebna

**Materiální zabezpečení:** písemná příprava

**Metoda:** výklad s ukázkou

### **Obsah**

Úvod do optických kabelů .....	2
Fyzikální principy.....	3
Elektromagnetické záření.....	3
Snellův zákon odrazu a lomu.....	5
Optická vlákna (světlovody) .....	6
Typy optických vláken .....	7
Jednovidové vlákno (SMF) .....	7
Vícevidové vlákno (MMF).....	8
Parametry optického vlákna .....	10
Šířka pásma .....	10
Numerická apertura .....	11
Disperze .....	11
Útlum [dB] .....	12
Minimální poloměr ohybu.....	13
Rozdělení vláken podle materiálu .....	13
Princip přenosu .....	13
Napojování optických vláken .....	14

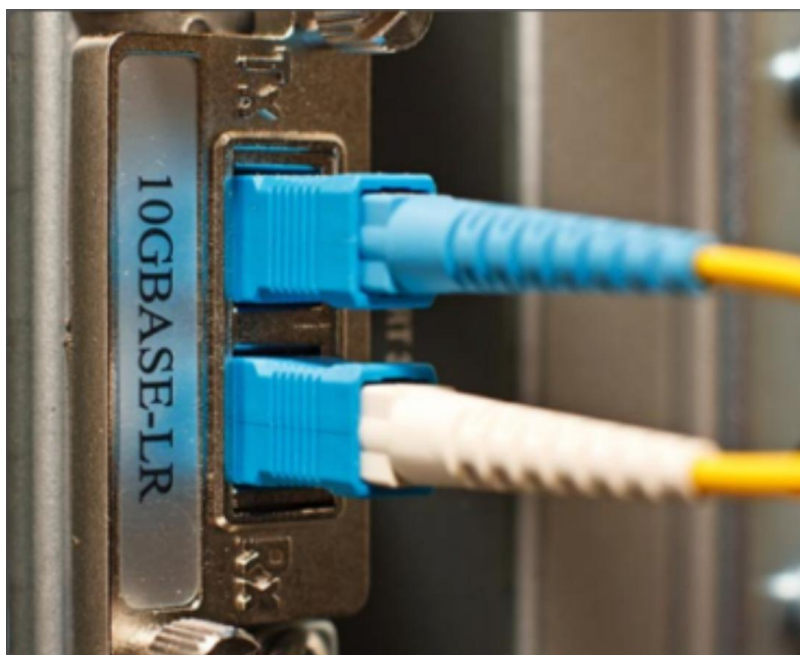
Vlákno versus měď.....	14
Použití optické kabeláže.....	15
Optická trasa a její součásti.....	15
Ochranné trubky .....	16
Optické kabely .....	16
Typy kabelů a rychlost přenosu dat.....	17
Pigtail .....	19
Optické rozvaděče .....	19
Kabelové spojky .....	20
Optické konektory.....	21
Optické propojovací kabely.....	23
Media konvertor .....	25

## Úvod do optických kabelů

Optický kabel přenáší data na delší vzdálenosti a při vyšších šířkách pásma než jakékoli jiné síťové médium. **Na rozdíl od měděných drátů může optický kabel přenášet signály s menším útlumem a je zcela imunní vůči EMI a RFI.** Optické vlákno se běžně používá k propojení síťových zařízení.

Optické vlákno je pružné, ale extrémně tenké, průhledné vlákno z velmi čistého skla, ne o moc větší než lidský vlas. **Bity jsou na vláknech zakódovány jako světelné impulsy.** Optický kabel funguje jako vlnovod nebo "světlovod", který přenáší světlo mezi oběma konci s minimální ztrátou signálu.

Jako analogii si představte prázdnou roli papírových ručníků, jejíž vnitřek je potažený jako zrcadlo. Je tisíc metrů dlouhý a malé laserové ukazovátko se používá k vysílání signálů Morseovy abecedy rychlostí světla. V podstatě takto funguje optický kabel, až na to, že má menší průměr a využívá sofistikované světelné technologie.



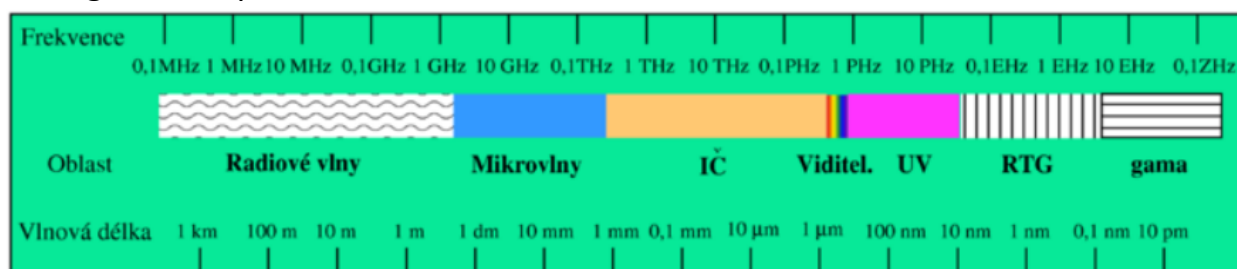
Obrázek 1 Ukázka zakončení optického kabelu (CISCO – NetACAD)

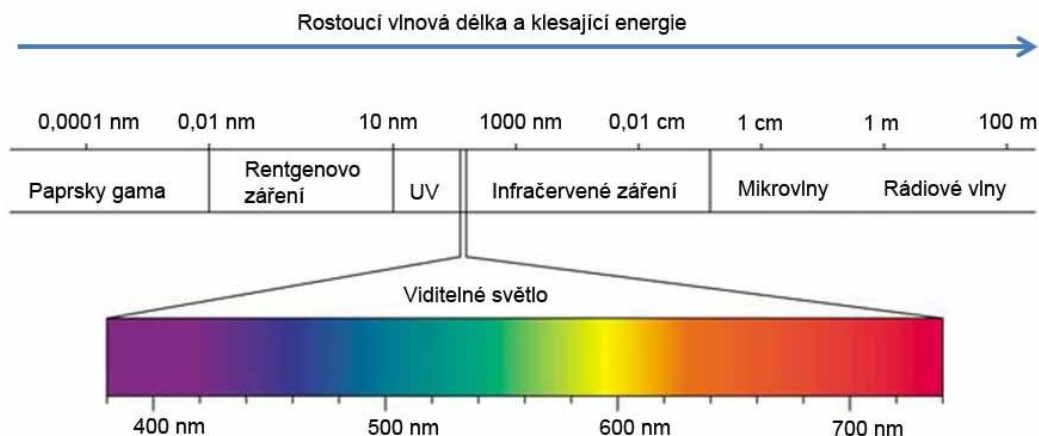
**Nevýhody:** Přestože jsou optické kabely technologicky pokročilé a nabízejí vynikající výkon, jejich instalace a údržba jsou náročnější

## Fyzikální principy

### Elektromagnetické záření

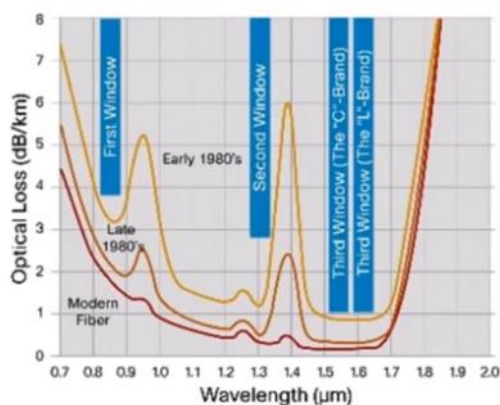
Největší vlnovou délku, a tudíž nejmenší frekvenci i energii mají dlouhé rádiové vlny. Za rádiovými vlnami následuje viditelné světlo, po něm rentgenové a největší frekvenci a energii má záření gama. Této řadě různých typů elektromagnetického vlnění se říká elektromagnetické spektrum.





Obrázek 2 Elektromagnetické spektrum (zdroj: LAbguide.cz)

Ne každý druh barevného spektra vede dobře signál optickým kabelem. Na obrázku dole lze vidět tzv okna, která vymezují lepší vedení signálu v různých částech barevného spektra.



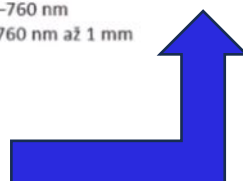
Zdroj:  
[https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/transceiver-modules/white\\_paper\\_c11-463661.html](https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/transceiver-modules/white_paper_c11-463661.html)

- Křemenná vlákna
- Okno – úsek s nižším útlumem:
  - Multimod
    - 850 nm nebo 1300 nm
  - Singelmod
    - O (Original) 1260—1360 nm
    - E (Extended) 1360—1460 nm
    - S (Short wavelength) 1460—1530 nm
    - C (Conventional) 1530—1565 nm
    - L (Long wavelength) 1565—1625 nm
    - U (Ultra) nad 1625 nm
- Pro info:
  - Viditelné světlo: 390–760 nm
  - Infračervené záření: 760 nm až 1 mm

**V modrém obdélníčku jsou tzv. okna vlnové délky pro kvalitní přenos.**

Nejlépe prochází infračervené světlo.

**POZOR NA OCHRANU ZRAKU PŘI MANIPULACI S NASVÍCENÝM VLÁKNEM!**



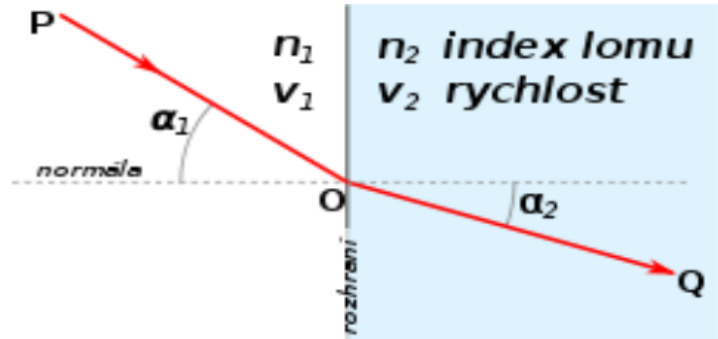
## Snellův zákon odrazu a lomu

Uvažujme dvě různá prostředí, jejichž rozhraní je rovinné. Jsou-li indexy lomu těchto dvou prostředí  $n_1$  resp.  $n_2$  a označíme-li úhly dopadajícího resp. lomeného svazku  $\alpha_1$  resp.  $\alpha_2$  (měřeno ke kolmici rozhraní), pak podle Snellova zákona platí

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

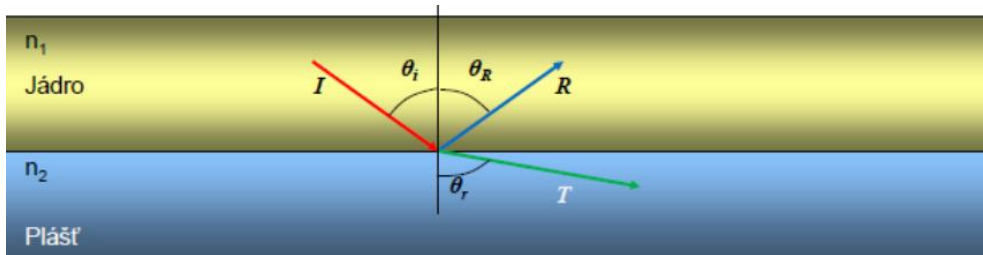
nebo také v jiném tvaru ( $v_1$  a  $v_2$  jsou rychlosti šíření vlnění v daném prostředí)

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



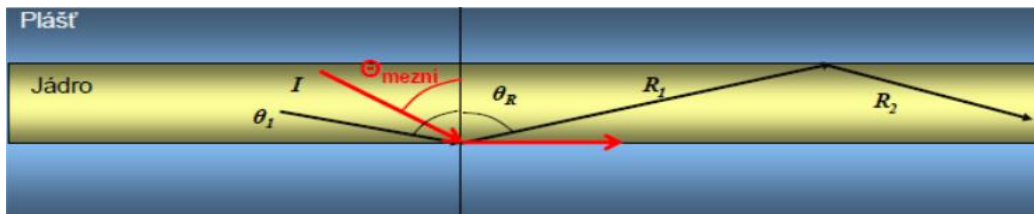
Světelný paprsek dopadající na rozhraní dvou takovýchto prostředí se:

- z části láme a prostupuje z jednoho prostředí do druhého – LOM (T)
- z části se odráží a vrací se zpět do prostředí, ze kterého přichází – ODRAZ (R)
- při odrazu dochází k polarizaci světla;



**Velmi záleží na úhlu, pod jakým paprskem na rozhraní obou prostředí dopadá.**

Je-li relativně malý (měřeno od kolmice na rozhraní) a nepřekročí určitou prahovou hodnotu, určitá část paprsku skutečně prostoupí do druhého prostředí. **Je-li ale úhel dopadu dostatečně velký (větší než jistá mez, označovaná jako tzv. **numerická apertura**), celý paprsek se odráží zpět do výchozího prostředí, a žádná jeho část neprostupuje do prostředí druhého.** A právě to je princip vedení světelných signálů v optických vláknech: **obě optická prostředí i úhel**, pod jakým světelné paprsky vstupují do vlákna, **musí být vhodně volena tak, aby po celé délce vlákna docházelo pouze k úplným (totálním) odrazům.**

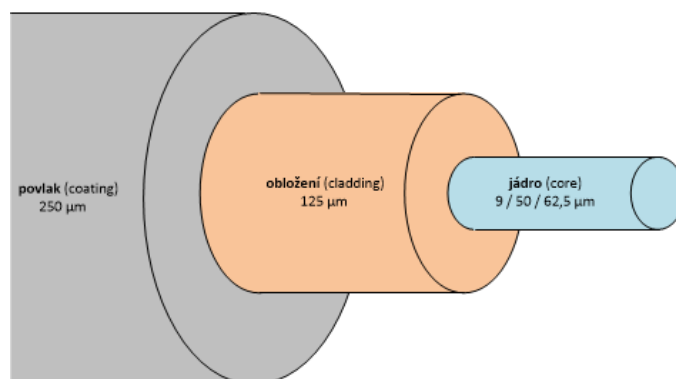


$$\Theta_1 = \arcsin\left(\sqrt{n_1^2 - n_2^2}\right)$$

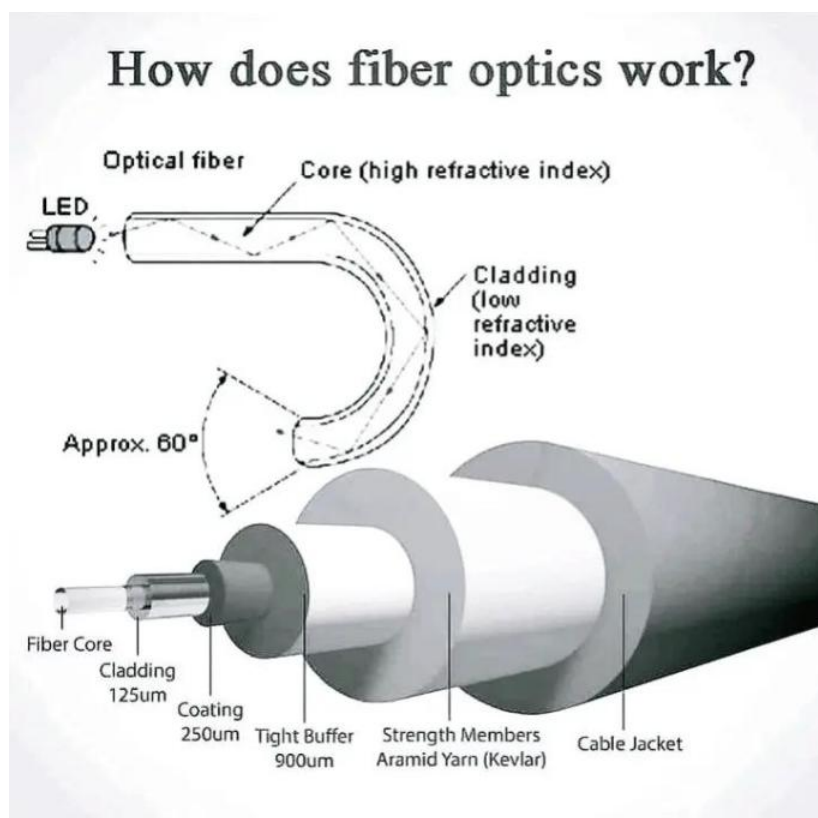
## Optická vlákna (světlovody)

Optické vlákno je typ kabelu, který se používá pro přenos signálů ve formě světla. Každé optické vlákno sestává z:

- extrémně tenkého vlákna skla nebo plastu – core (**jádro**),
- které je obklopeno plastovou vrstvou nazývanou – cladding (**obložení**).
- a vlákno chrání – coating (**povlak**).



*Schéma optického vlákna*



## Typy optických vláken

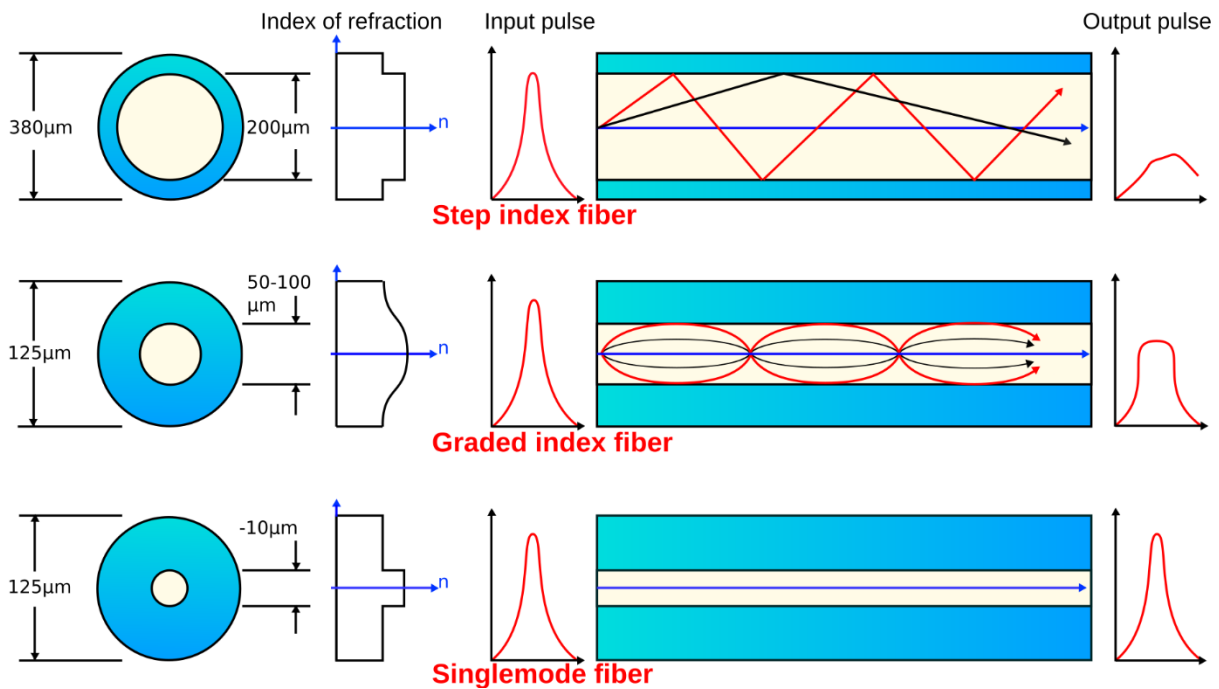
Záření se vláknem šíří prostřednictvím tzv. **prostorových VIDŮ**.

Počet šířících se VIDŮ záleží na:

- **průměru jádra vlákna** – čím menší – tím méně vidů a lepší přenos
- **vlnové délce záření** – čím menší – tím méně vidů a lepší přenos

V praxi jsou ale možné dvě základní varianty přenosu a typů vláken:

- **mnohovidový (multi mod)**
- **jednovidový (single mod)**



Obrázek 3 Srovnání typů optických vláken (Zdroj: Mrzeon – self-made, based on Image:Tipos\_fibra.jpg)

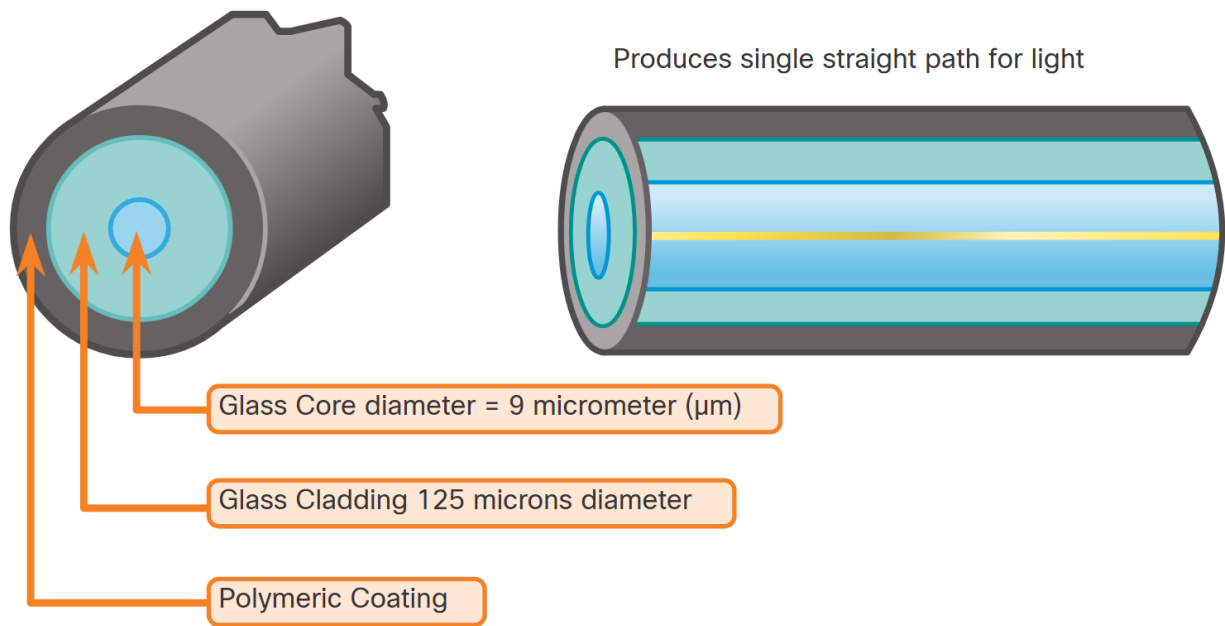
Jedním ze zvýrazněných rozdílů mezi MMF a SMF je velikost disperze. Disperze se týká šíření světelného pulzu v průběhu času. Zvýšený rozptyl znamená zvýšenou ztrátu síly signálu. MMF má větší rozptyl než SMF. To je důvod, proč MMF může cestovat pouze do 500 metrů před ztrátou signálu.

## Jednovidové vlákno (SMF)

SMF (Single Mod Fiber) se skládá z velmi malého jádra a používá drahou laserovou technologii k vyslání jediného paprsku světla, jak je znázorněno na obrázku. SMF je populární v situacích na dlouhé vzdálenosti trvající stovky kilometrů, jako jsou ty, které jsou vyžadovány v dálkových telefonních službách a aplikacích kabelové televize.

- jednovidová vlákna vykazují nejlepší parametry optické přenosové cesty. Mají nejmenší průměr jádra, do 10 mikrometrů. Takto malé jádro má za následek velký úhel odrazu ve vlákně, to vede k menšímu prodloužení dráhy paprsku.





Obrázek 4 Jednovidové vlákno (CISCO – NetACAD)

### Vlastnosti:

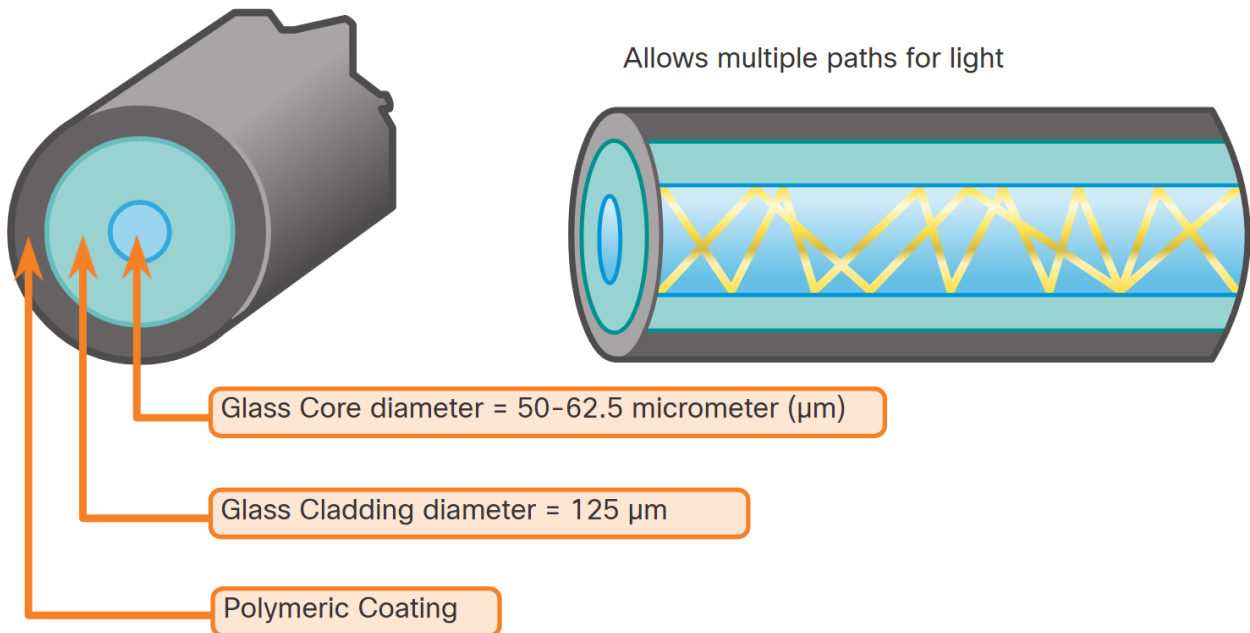
- velký význam v páteřních sítích, kde jsou použita pro přenos signálu a pro nasazení systémů s [vlnovým multiplexem DWDM](#);
- **vykazují nejlepší parametry optické přenosové cesty**;
- v jednovidovém vlákně se mohou vyskytnout dvě různé polarizace vidu, a to vede na polarizační vidovou disperzi (PMD – Polarisation Mode Dispersion) – vyvolává mezisymbolovou interferenci a je těžce odstranitelná;
- lze dosáhnout nejvyšších **přenosových rychlostí (v současnosti až 26 Tbit/s)** na vzdálenosti do 50 km – vyšší cena;
- vyrábí se z homogenní skloviny;
- průměr jádra optického vlákna je **9  $\mu\text{m}$**  (menší než 10  $\mu\text{m}$ );
- používá se vlnová délka **1310 nebo 1550 nm**;
- díky malému průměru a vysoké vlnové délce se může šířit pouze jediný dílčí paprsek (vid), také to vede k tomu, že úhel odrazu ve vlákně je velký a tudíž dochází k minimálnímu prodloužení dráhy paprsku;
- vysílač používá laserové diody;
- často se pro označení těchto kabelů používá **žlutá barva**

### Vícevidové vlákno (MMF)

MMF (Multi Mode Fiber) se **skládá z většího jádra a používá LED zářiče** k odesílání světelných pulzů. Konkrétně světlo z LED vstupuje do multimódového vlákna v různých úhlech, jak je



znázorněno na obrázku. MMF jsou oblíbené v sítích LAN, protože mohou být napájeny levnými LED diodami. Poskytuje šířku pásma až 10 Gb/s na délkách připojení až 550 metrů.



Obrázek 5 Vícevidové optické vlákno (CISCO – NetACAD)

- je druh optického vlákna, který je nejčastěji používán pro komunikaci na krátké vzdálenosti, jako například uvnitř budovy nebo areálu. Rychlost přenosu u vícevidových linek se pohybuje okolo 10 Mbit/s až 10 Gbit/s na vzdálenosti do 600 metrů, což je více než dostačující pro většinu prostor.
- vlákno je s velkým průměrem jádra (větší než 10 mikrometrů). **Ve vláknu se skokovým profilem indexu lomu jsou paprsky světla vedeny podél jádra pomocí totální reflexe.**

#### Vlastnosti:

- vybavení ke komunikaci je mnohem levnější než pro SMF;
- využití v LAN sítích a laboratořích;
- menší přenosová rychlost, typické přenosové limity jsou 100 Mbit/s až do vzdálenosti 2 km (100BASE-FX), 1 Gbit/s do 500–600 m (1000BASE-SX) a 10 Gbit/s do 300 m (10GBASE-SR)
- průměr jádra **optického vlákna je 50 µm (starší vlákna 62,5 µm);**
- používá se **vlnová délka 850 nebo 1300 nm;**
- ve vláknech se šíří více vidů (light mode) s různým úhlem odrazu, má větší světelnost, ale kvůli vidovému rozptylu (modal dispersion) omezuje přenosovou vzdálenost;
- umožňuje používat levnější vyzařovací LED a laserové diody, celkově je levnější než SMF;
- má nižší přenosovou kapacitu a je vhodné pro kratší vzdálenosti (používá se v LAN sítích);

- podle přechodu mezi jádrem a obložením (máme různý rozptyl) se používají dva typy vláken:
  - SI (*step index profile*) – se skokovým indexem lomu, pro kratší vzdálenosti
  - GI (*graded index profile*) – s plynulou změnou indexu lomu
- objevuje se u nich vidová, chromatická a polarizační disperze;
- často pro označení těchto kabelů používá oranžová barva, případně modro-zelená (OM3, OM4) nebo fialová (OM4)



Obrázek 6 Datacom LC-LC 09/125 SM 3m duplex (zdroj: Alza.cz)

## Parametry optického vlákna

### Šířka pásma

Šířka pásma udává nejvyšší kmitočet signálu, který může být spolehlivě přenesen na vzdálenost 1 km mnohovidovým vláknem bez nadměrného zkreslení signálu působením disperze, např. vlivem šíření více vidů ve vlákně. Je udávána v MHz/km.

Šířka pásma závisí na konstrukčním uspořádání, na materiálu optického vlákna a na vlnové délce optického signálu.

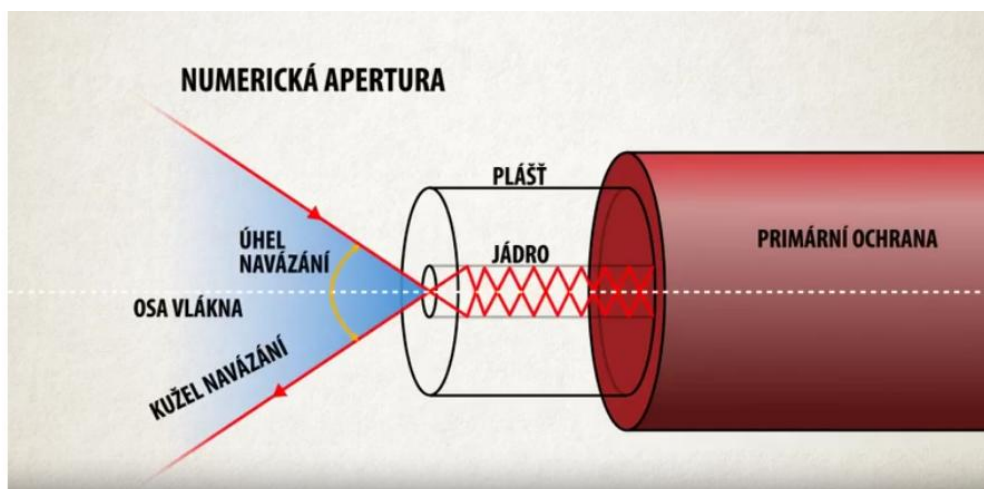
Vlnová délka má na šířku pásma velký vliv.

*Například, vlákno, které má na vlnové délce 850 nm šířku pásma 160 MHz/km, může mít na vlnové délce 1300 nm šířku pásma 500 MHz/km.*

S vlnovou délkou optického záření se mění také útlum vlákna.

## Numerická apertura

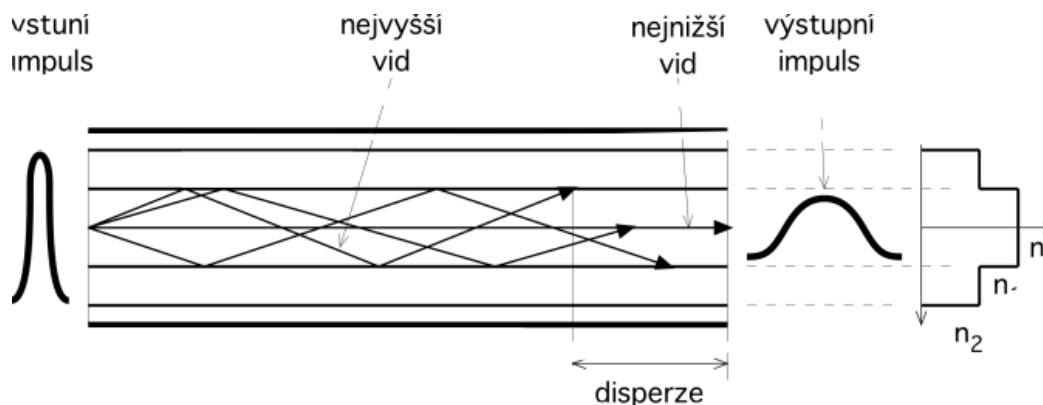
Největší úhel, pod kterým může světelný paprsek vstupovat do optického vlákna tak, aby byl vláknem přenášen, definuje tzv. numerická apertura (NA).



Obrázek 7 Numerická apertura

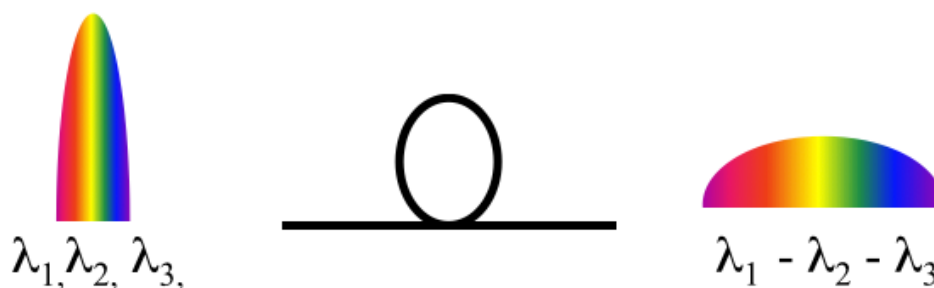
## Disperze

- **vidová disperze** (při přenosu na velké vzdálenosti (větší než 1 km) dochází k tomu, že různé paprsky (vidy) nejsou přeneseny od začátku vlákna na jeho konec za stejnou dobu. Tento typ disperze působí na tvar výstupního impulsu takovým způsobem, že dochází k jeho zkreslení.);



Obrázek 8 Ukázka vidové disperze (zdroj: publi.cz)

- **chromatická disperze** (používané zdroje záření nejsou ideálně monochromatické, ale vyzařované optické záření obsahuje určité spektrum vlnových délek. Každá složka tohoto spektra má ve vlákně odlišnou rychlost šíření. S vlnovou délkou se mění index lomu).



Obr. 23: Změna barevného rozložení na výstupu vlákna

Obrázek 9 Ukázka chromatické disperze (zdroj: publi.cz)

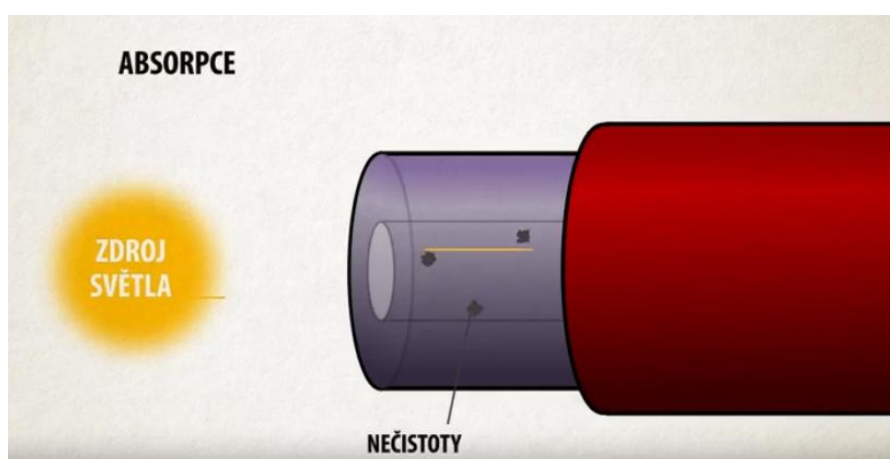
### Útlum [dB]

Podobně jako u metalických vedení, také v optickém vláknu výkon signálu se vzdálenosti od zdroje signálu postupně klesá. **Útlum optického vlákna je zpravidla udáván v dB/km.** Je měřítkem ztrát optické energie ve vlákně.

Je definován jako poměr vstupního světelného výkonu  $P_1$  a výstupního světelného výkonu  $P_2$  pro danou vlnovou délku  $\lambda$ .

Hlavními příčinami útlumu světelného signálu v optickém vláknu jsou **absorpce a rozptyl** světelných paprsků. Ztráty vznikají:

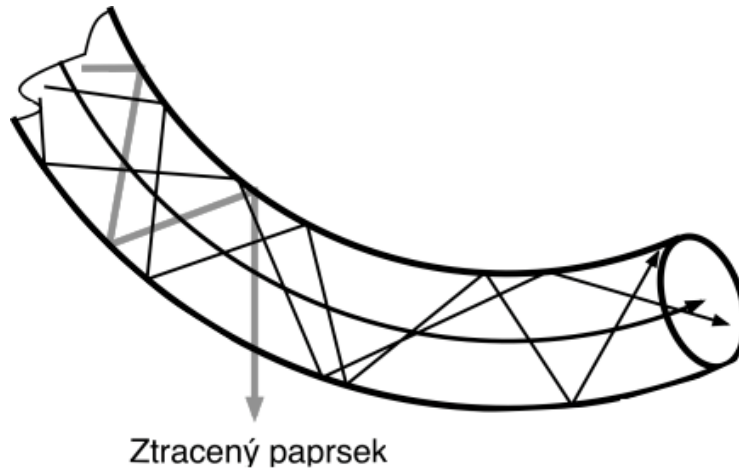
- přímo v materiálu vlákna;
- na rozhraní prostředí vlákna;
- při spojování vláken;
- na mikroohybech a makroohybech optického vlákna.



Obrázek 10 Ukázka vzniku útlumu vlivem absorpce (zdroj: publi.cz)

## Minimální poloměr ohybu

**Při ohýbání** optického vlákna **dochází ke změně úhlů dopadu a odrazu přenášených paprsků**. To může mít za následek, že **některý paprsek překročí mezní hodnotu úhlu odrazu a nevrátí se do jádra vlákna, ale pronikne do pláště**. Na výstup vlákna se potom dostane menší počet paprsků, než kolik jich bylo na jeho vstupu.



Obrázek 11 Šíření paprsků v ohybu vlákna se skokovou změnou indexu lomu (zdroj: publi.cz)

## Rozdělení vláken podle materiálu jádra



- skleněná ( $\text{SiO}_2$ )
  - skleněné jádro a plášť
- plastová POF
  - plastové jádro a plášť
- hybridní PCS resp. HCS vlákna
  - skleněné jádro, plastový plášť



## Princip přenosu dat

V případě metalických spojů (tj. koaxiálního kabelu a kroucené dvoulinky) byla přenášená data reprezentována vhodným elektrickým signálem a jeho průběhem – například úrovní napětí či proudu, změnami amplitudy, frekvence či fáze harmonického signálu v případě modulovaných přenosů, nebo kombinací těchto základních druhů modulace.

V případě optických přenosů je jistě zřejmé, že **přenášená data budou reprezentována světlem, resp. světelnými impulsy**.

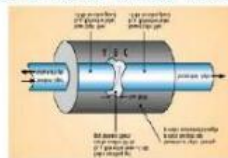
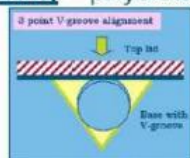
Přenos se jedním vláknem provádí simplexně (jediným směrem), **proto se vždy vedou dvě vlákna (zabezpečí duplexní přenos)**.

## Napojování optických vláken

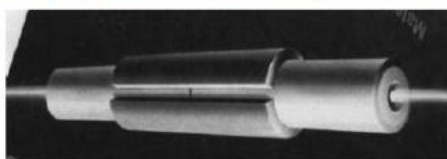
❖ **Fusion** = melting two fiber ends together



❖ **Mechanical splicing** = physical contact of 2 fiber ends with index matching gel



❖ **Connector** = mateable and demateable physical contact of 2 polished fiber ends



Metody spojení optických vláken

### VIDEO:

[Spojování optických vláken \(publi.cz\)](http://publi.cz)

[Praktická ukázka svařování optických vláken \(youtube.com\)](http://youtube.com)

Ukázka zapojení optické zásuvky:

[FO Outlet / Optical Termination Outlets \(youtube.com\)](http://youtube.com)

## Vlákno versus měď

Použití optického kabelu má mnoho výhod ve srovnání s měděnými kabely. Tabulka zdůrazňuje některé z těchto rozdílů.

Problémy s implementací	UTP kabeláž	Optická kabeláž
Podpora šířky pásma	10 Mb/s až 10 Gb/s	10 Mb/s až 100 Gb/s
Vzdálenost	Relativně krátký (1 - 100 metrů)	Poměrně dlouhá (1 - 100 000 metrů)
Imunita vůči EMI a RFI	Nízký	Vysoká (zcela imunní)
Odolnost vůči elektrickým rizikům	Nízký	Vysoká (zcela imunní)
Náklady na média a konektory	Nejnižší	Nejvyšší
Jsou vyžadovány instalační dovednosti	Nejnižší	Nejvyšší
Bezpečnostní opatření	Nejnižší	Nejvyšší

Obrázek 12 Tabulka srovnání měděných a optických kabelů (CISCO – NetACAD)



## Použití optické kabeláže

Optická kabeláž se v současné době používá ve čtyřech typech průmyslu:

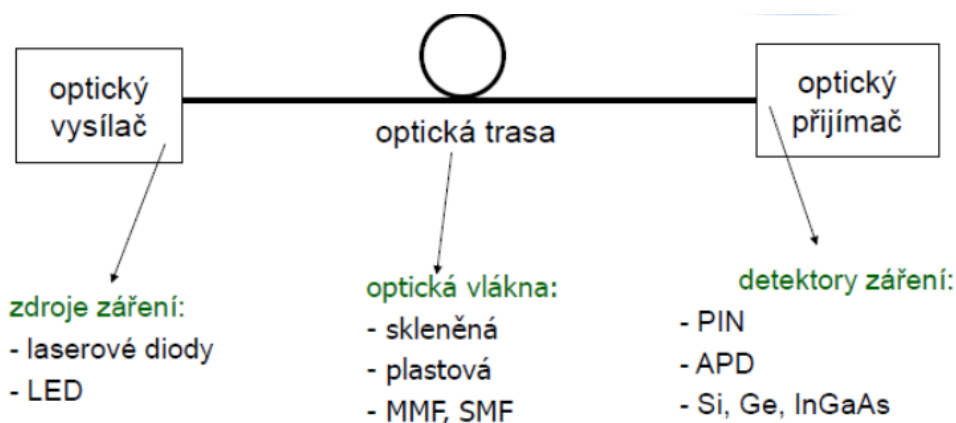
- **podnikové sítě** – používají se pro aplikace páteřní kabeláže a propojovací zařízení infrastruktury;
- **Fiber-to-the-Home (FTTH)** – používá se k poskytování širokopásmových služeb pro domácnosti a malé firmy;
- **dálkové sítě** – používají je poskytovatelé služeb k propojení zemí a měst
- **podmořské kabelové sítě** – používají se k poskytování spolehlivých vysokorychlostních a vysokokapacitních řešení schopných přežít v drsném podmořském prostředí až na transoceánské vzdálenosti.

*Příklad: Vyhledejte na internetu "submarine cables telegeography map" a prohlédněte si různé mapy online.*

## Optická trasa a její součásti

Složení:

- elektro-optický převodník
- optické kabely
- ochranné trubky
- kabelové optické spojky
- optické zesilovače
- optické rozvaděče
- optické rozbočovače
- optické konektory
- mediakonvertory



Obrázek 13 Zjednodušené schéma optické trasy (zdroj: Libor Dohnálek – YouTube)





Obrázek 14 Schéma optického spoje – uspořádání přenosové cesty s optickým vláknem (zdroj: publi.cz)

## Ochranné trubky

### Barevné rozlišení ochranných trubek optických tras:

- oranžová (hlavní provozní) – je ukládána od vedoucí strany vždy zleva;
- černá (rezervní) – pro další využití;
- hnědá (provozní);
- šedá (provozní).

Pro místní sítě se používají trubky v barvě bílé a zelené, případně pro rozlišení s pruhy různých barev.



Obrázek 15 Ochranné trubky optické kabeláže (zdroj: [https://www.alternetivo.cz/default.asp?inc=inc/info/b2btechn\\_info\\_zafukovani.htm](https://www.alternetivo.cz/default.asp?inc=inc/info/b2btechn_info_zafukovani.htm))

## Optické kabely

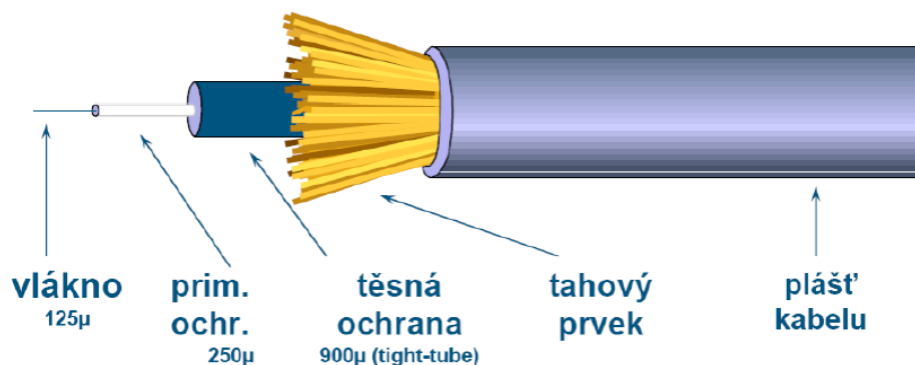
Optický kabel přenáší optický signál.

### Hlavními požadavky jsou:

- minimální útlum;
- minimální zkreslení optického signálu při zvoleném typu modulace.

Obecně se kabelová trasa montuje z výrobních délek optického kabelu, aby se dosáhlo požadovaného propojení mezi dvěma či více místy.

### Komponenty optického kabelu:



### Výběr některých používaných standardů:

TRANSMISSION LENGHT DEPENDING ON THE MEDIUM			
	Medium	Cables	Transmission length
ETHERNET	10 Base-T	Twisted pair	100 m
	10 Base-FL	62.5 μm, 50 μm multi-mode fibre optic cables	2,000 m
Fast ETHERNET	100 Base-TX	Twisted pair	100 m
	100 Base-FX	62.5 μm, 50 μm multi-mode fibre optic cables FDX	412 m
		62.5 μm, 50 μm multi-mode fibre optic cables HDX	2,000 m
Gigabit ETHERNET	1000 Base-CX	Twinax STP (150 Ω)	25 m
	1000 Base-T	Twisted pair	100 m
	1000 Base-SX 850 nm	62.5 μm multi-mode fibre optic cables	275 m
		50 μm multi-mode fibre optic cables	550 m
	1000 Base-LX 1300 nm	62.5 μm multi-mode fibre optic cables	550 m
		50 μm multi-mode fibre optic cables	550 m
Single-mode fibre optic cables		5,000 m	
10 gigabit ETHERNET	10G Base-T	Twisted pair	100 m
	10G Base-LX4 WWDm	Single-mode fibre optic cables	10,000 m
	10G Base-LX4 WWDm	Multi-mode fibre optic cables	300 m
	10G Base-SR/SW 850 nm	62,5 μm multi-mode fibre optic cables	26 m
		50 μm multi-mode fibre optic cables	82 m
	10G Base-LR/LW 850 nm	Single-mode fibre optic cables	10,000 m
10G Base-ER/EW 1550 nm	Single-mode fibre optic cables	40,000 m	

Obrázek 16 Používané standardy optického kabelu

### Typy kabelů a rychlost přenosu dat

Tabulka shrnuje základní druhy kabelů používaných pro různé aplikace v optických sítích a jejich typické přenosové rychlosti.

Typ optického kabelu	Maximální přenosová rychlost
Single-mode fiber (SMF)	100 Gbps až 400 Gbps (a více na delší vzdálenosti)
Multi-mode fiber (MMF)	10 Gbps až 100 Gbps (na kratší vzdálenosti)
OM1 (62.5/125 $\mu$ m MMF)	Až 1 Gbps (na vzdálenost do 300 m)
OM2 (50/125 $\mu$ m MMF)	Až 10 Gbps (na vzdálenost do 600 m)
OM3 (50/125 $\mu$ m MMF)	Až 10 Gbps (do 300 m) nebo 40 Gbps/100 Gbps (do 100 m)
OM4 (50/125 $\mu$ m MMF)	Až 10 Gbps (do 550 m) nebo 40 Gbps/100 Gbps (do 150 m)
OM5 (50/125 $\mu$ m MMF)	Až 100 Gbps (do 150 m, podpora více vlnových délek)

Obrázek 17 Tabulka typů optických kabelů a přenosových rychlostí (vygenerováno pomocí ChatGPT 4.0)

**KDP®**  
KABELOVNA Děčín Podmokly, s.r.o.  
Traditional Manufacturer of  
**Fibre Optic Cables**

**Tight buffered cables**

- Simplex cable
- Duplex (Zipcord) cable
- Distribution (Mini-break-out cable)
- Break-out cable
- Military cable

**Loose-tube cables**

**Unitube designs**

- Central loose-tube standard rodent protection
- Central loose-tube improved rodent protection
- Central loose-tube-steel wire armoured
- Central loose-tube-corrugated steel tape

**FTTx Programme**

- Flat self-supporting cable
- Unitube microcable
- Drop cable
- Internal multi-drop cable
- Quadplex cable

**Multi loose-tube designs**

- 1,5 mm tube OD up to 216 fibres
- 1,8 mm tube OD up to 216 fibres
- 2,5 mm tube OD up to 432 fibres

**Special designs**

KABELOVNA DĚČÍN PODMOKLY, s.r.o.  
Ústecká 33, 405 33 Děčín 5, Czech Republic  
sales@kabelovna.cz, tel.: +420 412 706 111

All standard types of fibres are available.

[www.kabelovna.cz](http://www.kabelovna.cz)

Obrázek 18 Typy optických kabelů (zdroj: [Kabelovna Děčín Podmokly, s.r.o.](http://Kabelovna Děčín Podmokly, s.r.o.))

## Pigtail

Pigtail je krátký kus optického nebo elektrického kabelu, který má na jednom konci nainstalovaný konektor a druhý konec je volný, určený pro přímé připojení nebo svaření s jiným kabelem. U optických vláken se pigtaily často používají k připojení optických kabelů k zařízením (např. optickým patch panelům nebo transceiverům). V případě elektrických kabelů může pigtail sloužit k propojení vodičů v elektroinstalacích nebo k zapojení zařízení do sítě.



Obrázek 19 Pigtail se zakončením LC

## Optické rozvaděče

- jsou boxy určené pro ukončení optických kabelů (většinou na konektorové pole s adaptéry) s možností následného připojení aktivních prvků nebo dalšího kabelu.

Optické rozvaděče dělíme podle kapacity, velikosti, materiálu a způsobu jejich uložení.

Počet vláken a rozměry  
Uložení svarů a vláknových rezerv  
Typ konektorů  
Počet kabelových vstupů  
Přístup ke konektorům  
Snadná montáž

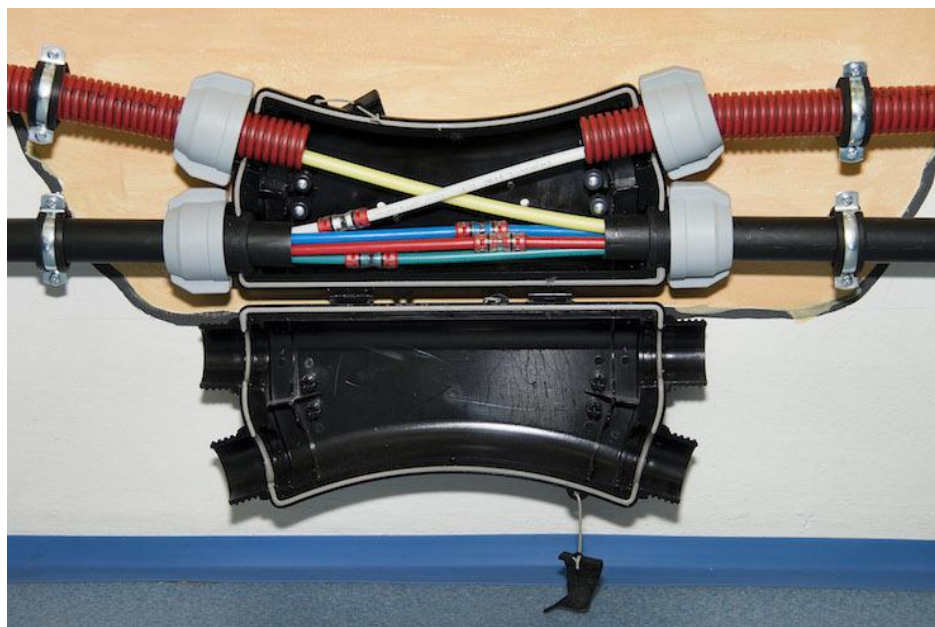


### Kabelové spojky

Optické kabelové spojky jsou určeny pro bezpečné uložení spojů optických kabelů pod zemí, v kabelových komorách, nebo na sloupech nadzemních kabelových vedení.

Dělíme je podle provedení na:

- hrncové
- průběžné
- a dále samozřejmě podle jejich maximální kapacity.



Obrázek 20 Spojka kabelových chrániček s mikrotrubičkami (zdroj: publi.cz)



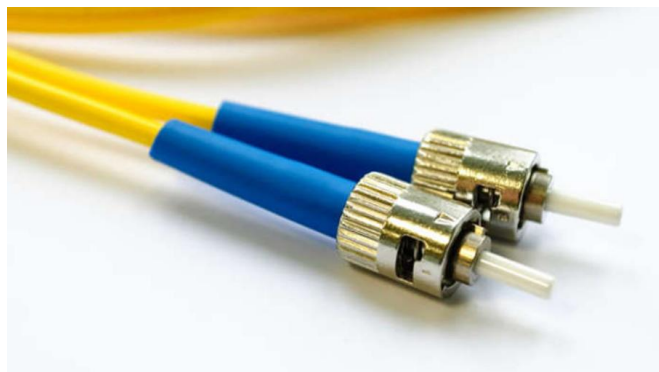
## Optické konektory

Konektor optického vlákna končí konec optického vlákna. K dispozici je celá řada konektorů optických vláken. Hlavní rozdíly mezi typy konektorů jsou rozměry a způsoby spojování. Podniky rozhodují o typech konektorů, které budou použity, na základě jejich vybavení.

*Poznámka: Některé přepínače a směrovače mají porty, které podporují konektory z optických vláken prostřednictvím malého zásuvného transceiveru (SFP). Hledejte na internetu různé typy SFP.*

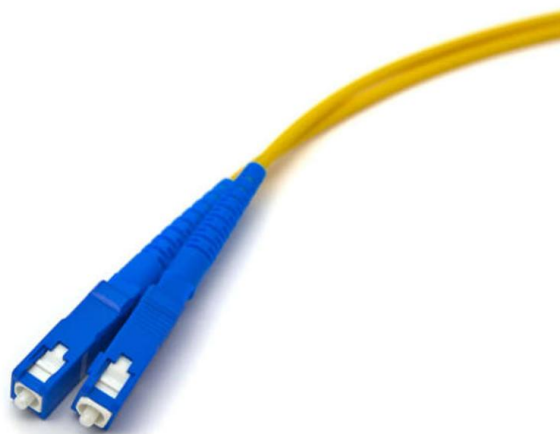
### Typy:

1. **Přímé konektory ST** (Straight Tips) – byly jedním z prvních použitých typů konektorů. Konektor se bezpečně uzamkne pomocí bajonetového mechanismu "twist-on/twist-off".



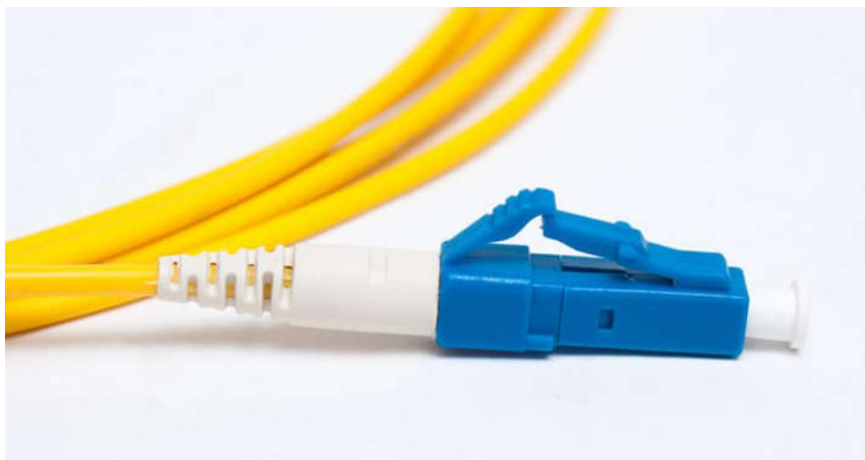
Obrázek 21 ST konektory (CISCO – NetACAD)

2. **Účastnické konektory SC** (Subscribers Connectors) - někdy se označují jako "čtvercové konektory" nebo "standardní konektory". Jedná se o široce přijímaný konektor LAN a WAN, který používá mechanismus push-pull k zajištění pozitivního vložení. Tento typ konektoru se používá u vícevidových a jednovidových vláken.



Obrázek 22 SC konektory (CISCO – NetACAD)

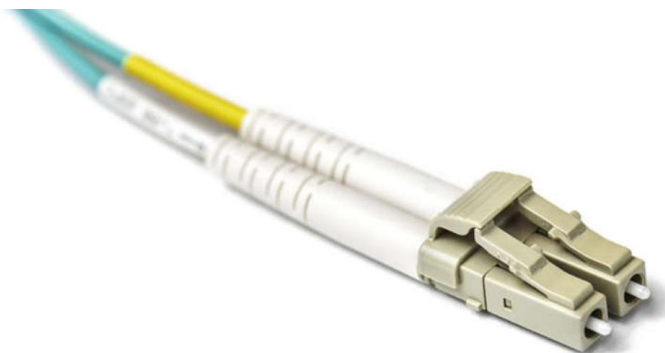
3. **Simplexní konektory LC** (Lucent Connectors) - jsou menší verzí konektoru SC. Ty se někdy nazývají malé nebo místní konektory a jejich popularita rychle roste díky jejich menší velikosti.



Obrázek 23 LC konektory (CISCO – NetACAD)

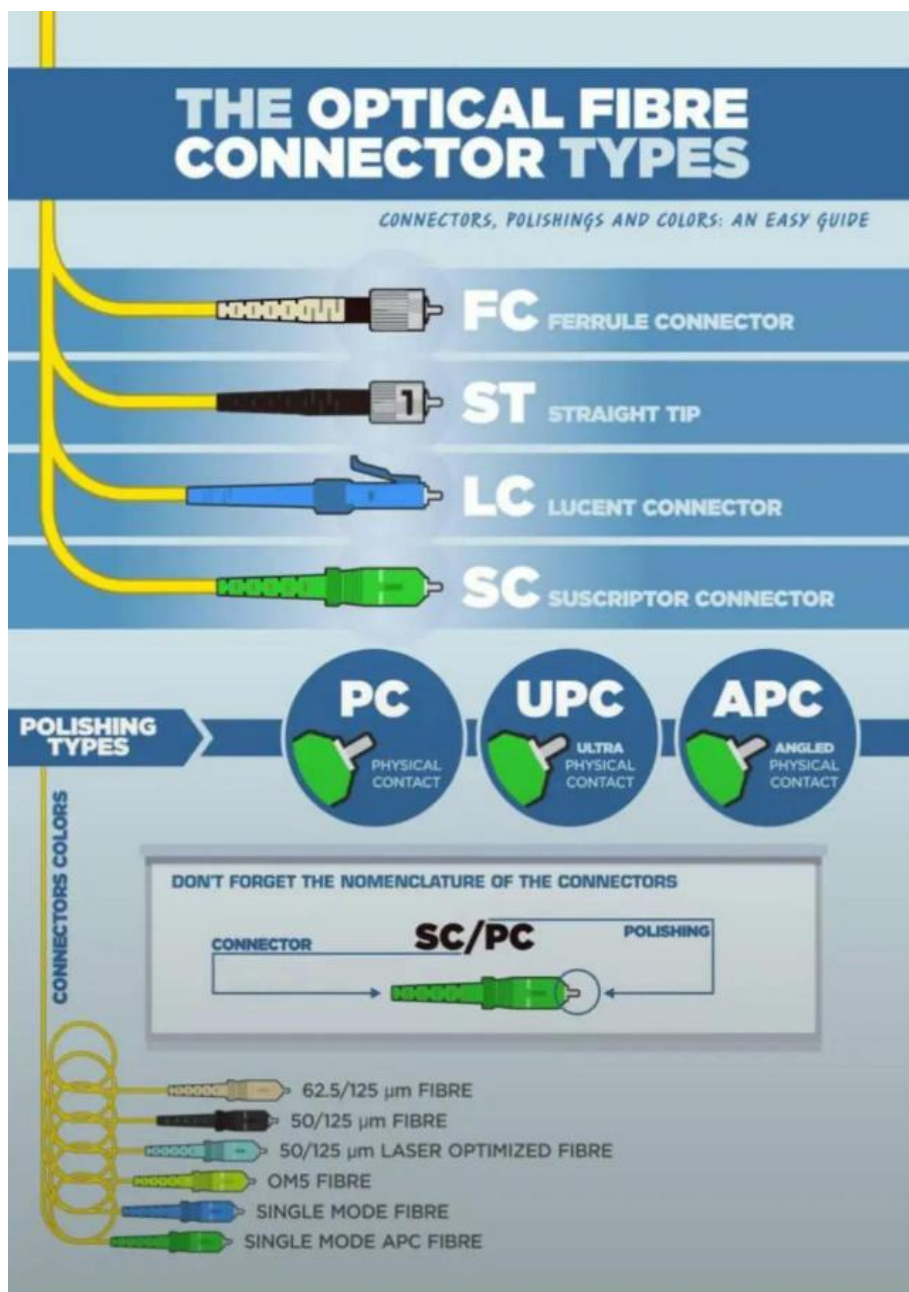
4. **Duplexní více režimové LC konektory** – je podobný jednostrannému konektoru LC, ale používá duplexní konektor.

*Až donedávna se světlo mohlo po optickém vlákne šířit pouze jedním směrem. Pro podporu plně duplexního provozu byla zapotřebí dvě vlákna. Z tohoto důvodu propojovací kabely z optických vláken spojují dva kabely z optických vláken a jsou zakončeny dvojicí standardních, jednovláknových konektorů. Některé optické konektory mají vysílací i přijímací vlákna v jediném konektoru známém jako duplexní konektor, jak je znázorněno na Duplex Multimode LC konektoru na obrázku. Standardy BX, jako je 100BASE-BX, používají různé vlnové délky pro odesílání a příjem přes jedno vlákno.*



Obrázek 24 Duplex multimode LC konektor (CISCO – NetACAD)





Obrázek 25 Přehled základních typů konektorů pro optické kabely

### Optické propojovací kabely

Optické propojovací kabely jsou vyžadovány pro propojení zařízení infrastruktury. Použití barev rozlišuje mezi jednorežimovými a vícerežimovými propojovacími kabely. Žlutý plášť je pro jednovidové optické kabely a oranžový (nebo aqua) pro vícevidové optické kabely.

#### Typy:

1. více režimový propojovací kabel SC-SC
2. LC-LC single mode propojovací kabel
3. ST – LC multi mode propojovací kabel
4. SC – ST jedno režimový propojovací kabel



*Obrázek 26 SC – SC více režimový propojovací kabel (CISCO – NetACAD)*



*Obrázek 27 LC – LC propojovací kabel (CISCO – NetACAD)*



Obrázek 28 ST – LC multimode propojovací kabel (CISCO – NetACAD)



Obrázek 29 SC – ST jedno režimový propojovací kabel (CISCO – NetACAD)

**Poznámka:** Optické kabely by měly být chráněny malou plastovou krytkou, když se nepoužívají.

### Media konvertor

Mediakonvertor (transciever) je obecně jakýkoliv převodník mezi různými druhy sítí, nejčastěji ale slouží pro vzájemné propojení optických a metalických ethernetových linek.

Skleněná vlákna jsou zakončena mediakonvertory, které převedou optický signál na elektrický.



Obrázek 30 Obrázek media convertoru (zdroj: i4wifi.cz)

**GBIC (GigaBit Interface Converter)** - je to transciever, který převádí elektrický digitální signál na signál optický a naopak. GBIC je typicky používán jako rozhraní pro Gigabit Ethernet síť s rychlostí 1Gb/s. Standardně bývá osazen duplexním SC konektorem.

**MiniGBIC** – menší verze GBIC, lze ji zasunout dovnitř switchu do portu označeného SFP.

#### Zdroje:

Publi.cz – dostupné na <https://publi.cz/books/185/06.html>

Přednášky Peterka: e-archiv.cz

CISCO NetACAD kurz – dostupné na [www.netacad.com](http://www.netacad.com)

Libor Dohnálek – přednášky na YouTube.