

FTTX - pasivní infrastruktura

František Tejkl
17.09.2014

Náplň prezentace

- Optické vlákno - teorie, struktura a druhy vláken (SM,MM), šíření světla vláknem, přenos opt. signálů
- Vložný útlum a zpětný odraz
- Splittery, couplery
- WDM, CWDM, DWDM

Co je to optické vlákno?

- Skleněné nebo plastové vlákno, které prostřednictvím světla přenáší signály ve směru své podélné osy.

Pro telekomunikace:

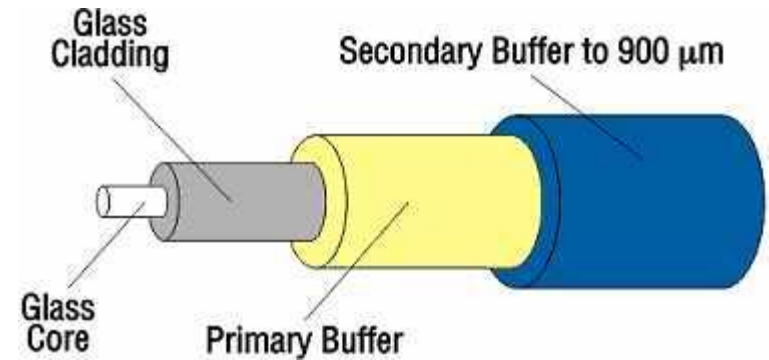
náhrada metalické kabeláže, protože:

- optické signály přenášeny s menší ztrátou
- imunní vůči elektromagnetickému záření
- přenos signálů na delší vzdálenosti
- umožňují vyšší přenosové rychlosti -10, 40, 100 Gbit



Struktura optického vlákna

- Jádro – Core
- Plášť – Cladding
- Primární ochrana – Buffer



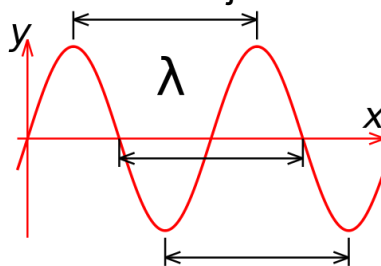
Materiál a výroba optických vláken:

- křemík (+ příměs Germania)
- během výroby se nejprve vytvoří válec o velkém průměru a s pečlivě kontrolovanými indexy lomu, ze kterého se za pomoci chemických par táhne dlouhé a tenké optické vlákno
- Primární ochranu tvoří akrylátový lak

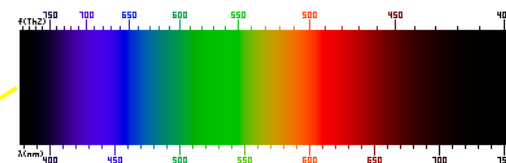
Základní veličina vláknové optiky

Vlnová délka (λ) – označuje vzdálenost dvou nejbližších bodů vlnění, které kmitají ve fázi (sinusoida)

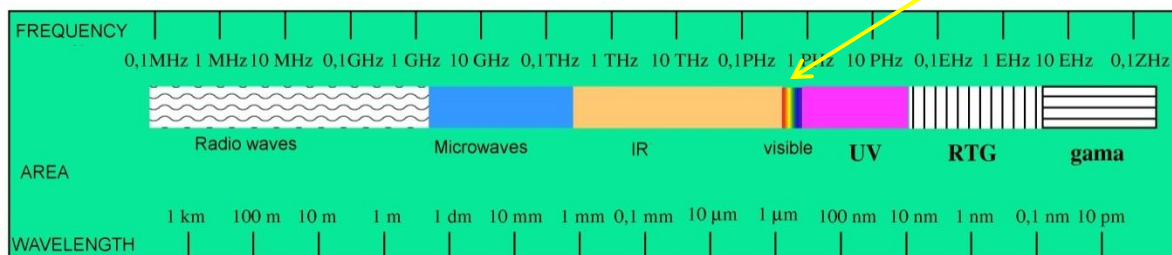
Jednotka – nanometr [nm]



Elektromagnetické spektrum



viditelné světlo je elmag. vlnění o vlnové délce 380 – 780 nm



- menší vlnovou délku má UV záření (100 – 380 nm)

- větší vlnovou délku má IR záření (780 nm – 1 mm)

- v telekomunikacích se využívá délek 800 – 1675 nm

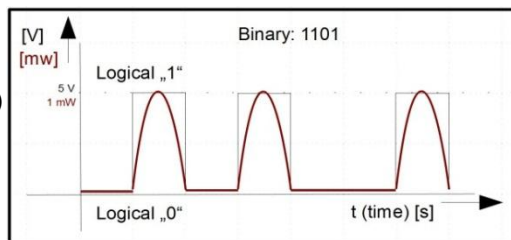
Elektrický vs. optický signál (digital) – konvertor (převodník)

Převádí optický signál na elektrický (a zpět)

Logická hodnota:

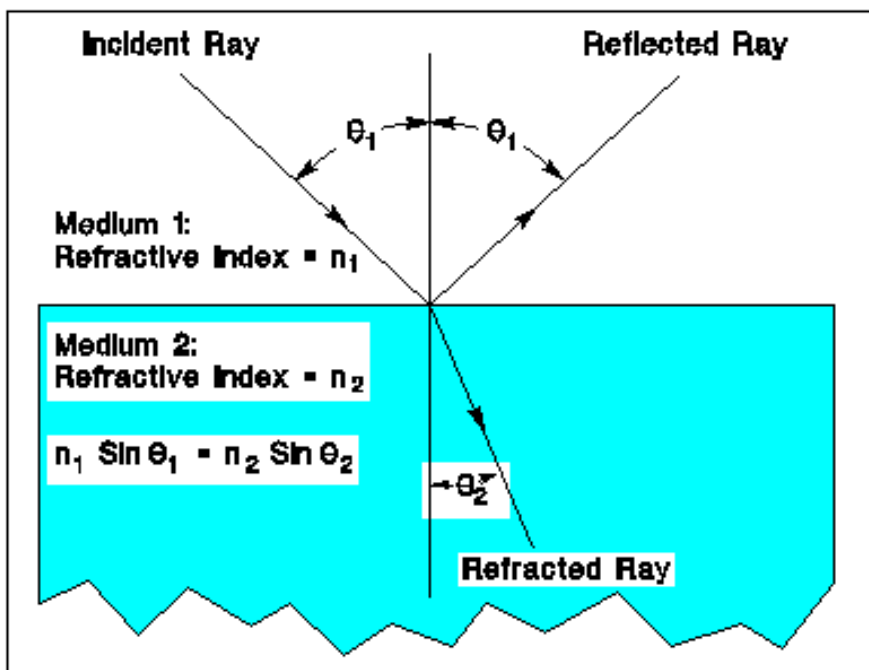
TTL logická „0“ – (0 až 0.3 V)
logická „1“ – (2.0 až 5.0 V)

FO logická „0“ – tma
logická „1“ – světlo

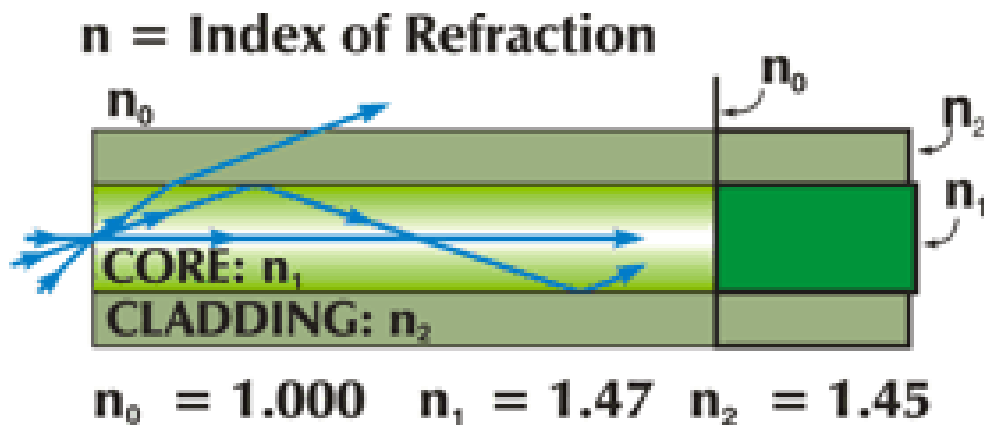


Šíření světla optickým vláknem

2 prostředí s rozdílnými indexy lomu – jádro/plášť

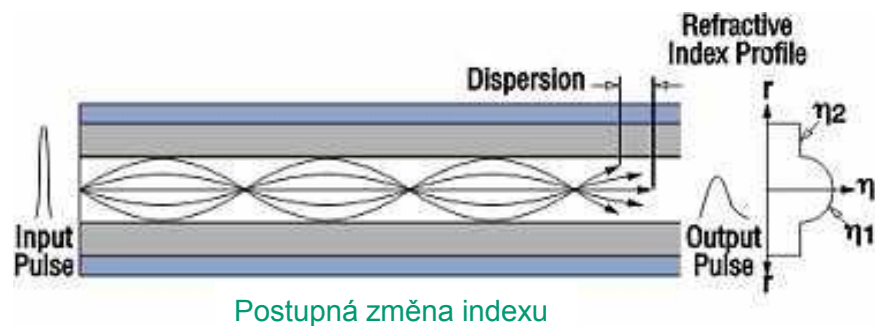
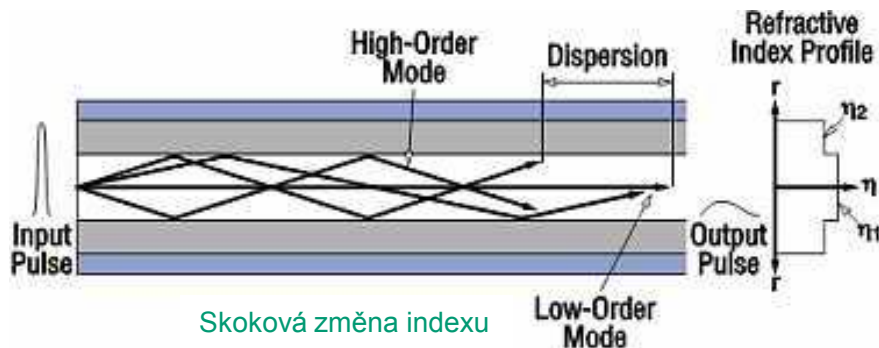


Snell's law



Speciální případ Snellova zákona – při určitém úhlu se veškeré paprsky, dopadající na rozhraní dvou prostředí (Medium1/Medium2) o rozdílném indexu lomu, odrazí od rozhraní zpět – záření **zůstává v jádru** a velmi málo či žádné záření **neprochází do pláště**.

Multi Mode (MM)



Geometrie:

Průměr jádra – 50 / 62.5 μm

Průměr pláště – 125 μm

Primární ochrana – 250 μm

Vlnové délky:

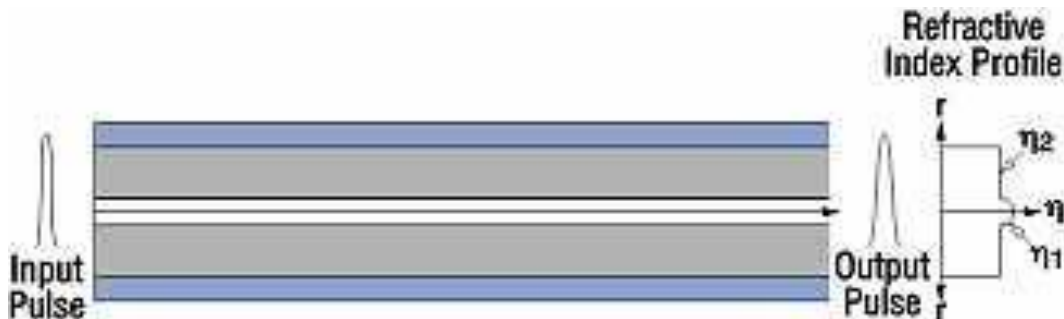
850, 1300 nm

Typy vláken dle ITU-T(G.651): OM1, OM2, OM3, OM4

	Core size	OFL BW 850 nm (MHz*km)	Laser BW (MHz*km)	Link length 1 Gb/s	Link length 10 Gb/s	Link Length 40/100 Gb/s
OM1	62.5	220	?	220	25	N/A
OM2	50	500	?	550	82	N/A
OM3	50	1500	1500	1000	300	100
OM4	50	3500	4700	1000	550	150

Měrný útlum MM vlákna:
3 dB/km @ 850 nm

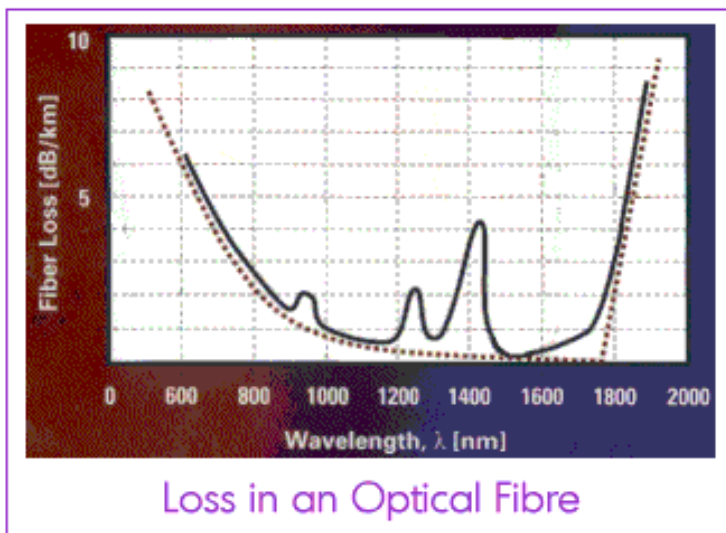
Single Mode (SM)



Single-Mode Step Index

Geometrie:

- Průměr jádra – 9 μm
- Průměr pláště – 125 μm
- Primární ochrana – 250 μm



Loss in an Optical Fibre

Měrný útlum SM vlákna:
0.3 dB/km @ 1310 nm

Standardizační komise (ITU-T) druhy SM vláken „konvenční“

G.652D – nejpoužívanější typ

G.657A – zlepšený poloměr ohybu

LZE KOMBINOVAT

„nekonvenční“ – posunutá disperzní charakteristika

G.653, G.654, G.655

Spíše **vhodné pro dálkové trasy** – **příliš se zatím nevyužívají**, optimalizovány pro 1550 nm – kde pracují EDFA zesilovače

NEKOMBINOVAT S KONVENČNÍMI VLÁKNY

Princip přenosu

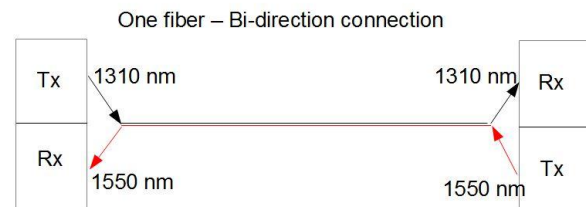
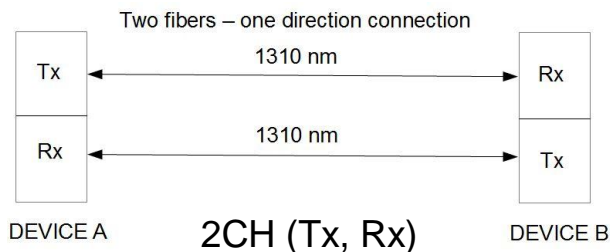
Optické signály jsou přenášeny pomocí optického vlákna, optické vlákno tvoří vlnovod

Úkol: *zachovat optický signál v jádru vlákna*

Každá vlnová délka se vláknem šíří jinou rychlostí -> CD – chromatická disperze – vliv při 10G a víc

Jednotlivé vlnové délky tvoří logické kanály – WDM (2 CH), CWDM (16 CH), DWDM (40 CH)

Duplexní přenos – dvěma vlákny / jedním vláknem



Zdroje opt. záření:

- LED (light emitting diode) 650 nm viditelné
- LD (laser diode – types: FP, DFB, VCSEL) neviditelné



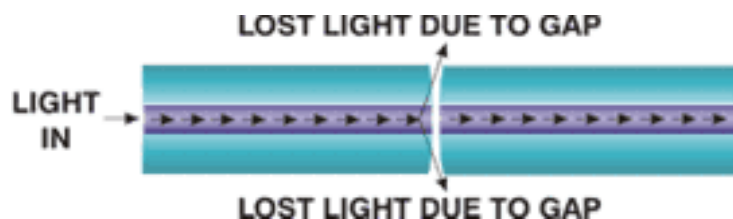
Fotodetektory:

- InGaAs – 1 mm²
- large scale Si 3 mm²



Tx – transmitting part (vysílací)
Rx – receiving part (přijímací)

Vložný útlum a zpětný odraz

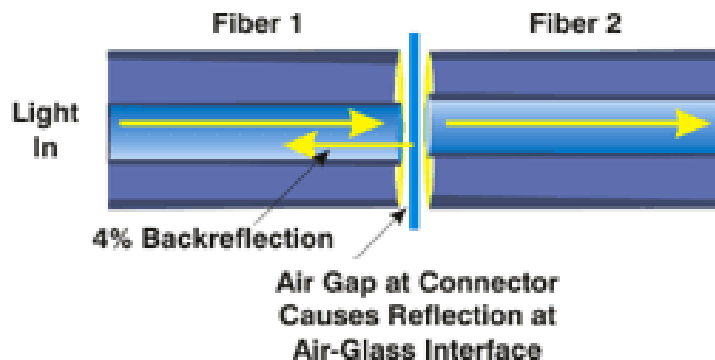


Vložný útlum:

IL (Insertion Loss)

$$IL = - 10 \log (P_1 / P_0), \text{ (dB)}$$

Ztráta (vložený útlum) je poměr mezi vstupní a výstupní úrovní signálu, běžná hodnota 0.3 dB/km



Útlum zpětného odrazu

RL (Return Loss)

$$RL = - 10 \log (P_R / P_0), \text{ (dB)}$$

Zpětný odraz části výkonu zpět ke zdroji může způsobit jeho ohřátí (ovlivní stabilitu vln. délky) či dokonce jeho zničení

Splitter / coupler

stejně jako xWDM se jedná o pasivní optické komponenty (nevyžadují napájení).

Splitter – dělič optického výkonu

Coupler – slučovač optického výkonu

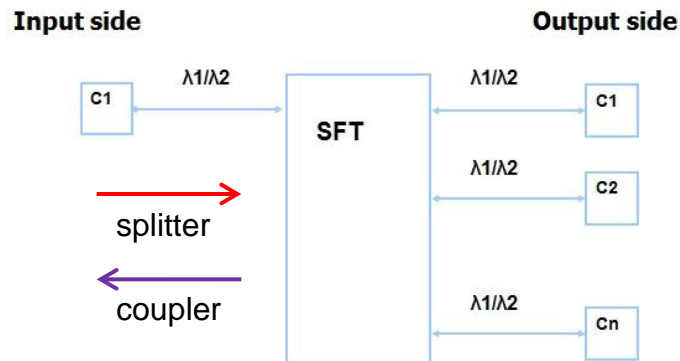
Jedná se o stejný komponent, pouze záleží na směru, kterým na něj pohlížíme

Používá se zejm. v PON sítích u tzv. „multicastu“

Základní parametry:

- Konfigurace vstupů/výstupů – obvykle 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, 1:128
- Dělicí poměr:

50/50	80/20
66/33	90/10
60/40	99/1
70/30	a další



Speciální případ:

TAP splitter (test access point)
Např. 99:1, kde je 1% výkonu využito k monitoringu sítě



WDM, CWDM a DWDM

WDM – Wavelength Division Multiplex

- používá se pro přenos více kanálů přes jediné optické vlákno
- Kanál je tvořen vlnovou délkou
- Tvoří se pomocí pásmových propustí - filtrů

WDM – pouze dva kanály,

MM 850/1300 nm

SM např. 1310/1550

při použití BiDi SFP transceiverů je třeba nasadit pár

Např. (Tx1310/Rx1550) a (Tx1550/Rx1310) proti sobě



CWDM – až 16 kanálů, 20 nm mezi kanály

Rozsah: 1260 – 1650 nm

Lokální síť



DWDM – až 40 kanálů, 0,8 nm mezi kanály

Blízko 1550 nm, pásmo C

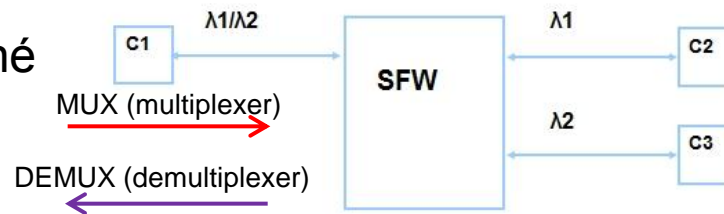
Páteřní síť a dlouhé trasy

- lze úspěšně zesilovat EDFA zesilovači



Multiple IO

Separate channels



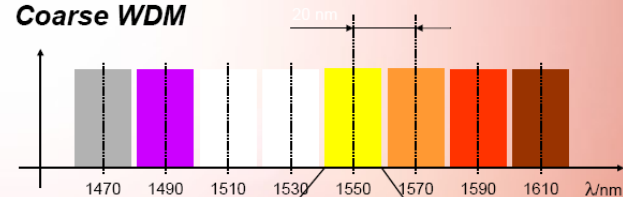
CWDM – CoarseWDM –

„hrubý“ vlnový multiplex

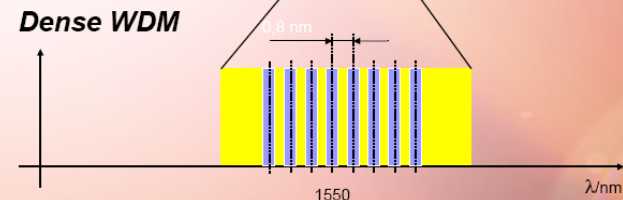
DWDM – DenseWDM –

„hustý“ vlnový multiplex

Coarse WDM



Dense WDM



• Možnost zvýšit kapacitu systému CWDM

...a nyní předávám slovo kolegovi...

FTTH ready 😊



tejkl@optokon.com