

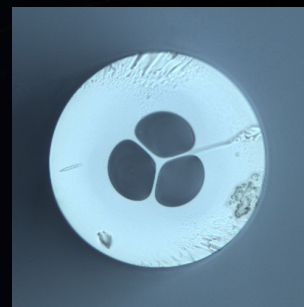
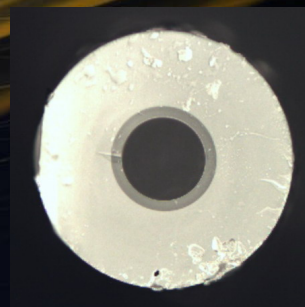
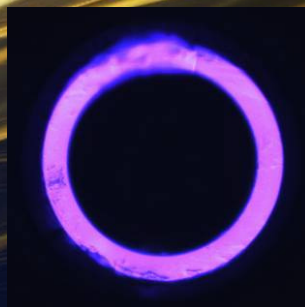
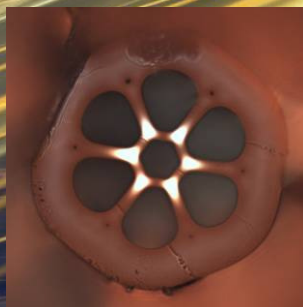
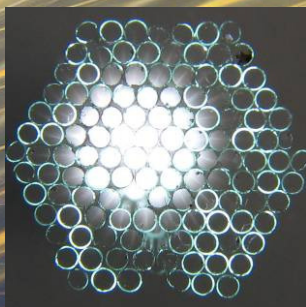


Optická vlákna

Laboratoř optických vláken

Ústav fotoniky a elektroniky, AVČR, v.v.i.

www.ufe.cz/dpt240; www.ufe.cz/~kasik



Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.



*Prof. Jiří Homola
Česká hlava 2009*

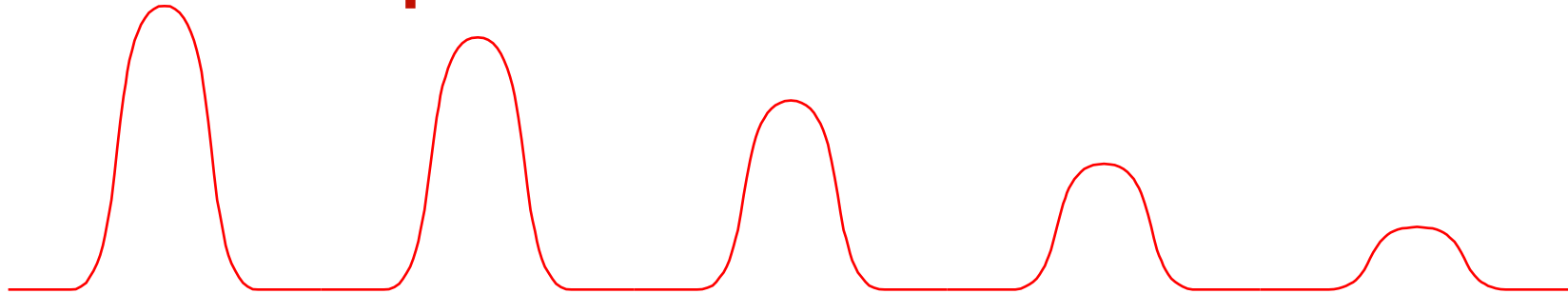


ZÁKLADNÍ VÝZKUM:

- fotonika** - vláknové lasery a zesilovače & **optická vlákna**
- optické biosenzory
- státní etalon času, detekce pole živých buněk**

Podmínka : čistota materiálu (↓ útlum)

Optické vlákno : dielektrická struktura...



Útlum optických vláken ~0.2 dB/km

- 3 mm okenního skla odpovídají cca 2 km optického vlákna



Charles K. Kao

**½ Nobelovy ceny
2009**



**velmi čisté materiály
FO Optipur
obsah nečistot v řádu ppb
= 10^{-9}**



ČISTÉ TECHNOLOGIE

Čistota materiálů



ppm Ti^{3+} in SiO_2

1. Per Analysis – PA (99 - 99,5 %)
2. Semiconductor – PP (99,9995 %)
3. Ultra-pure - FO Optipur / for trace analysis [ppb]

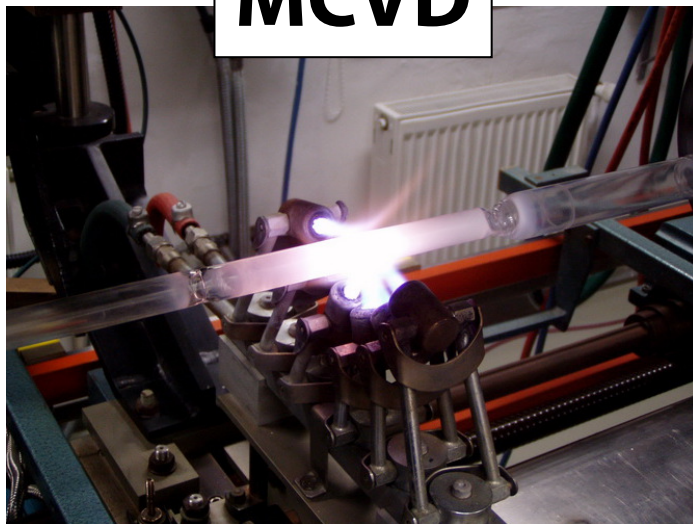
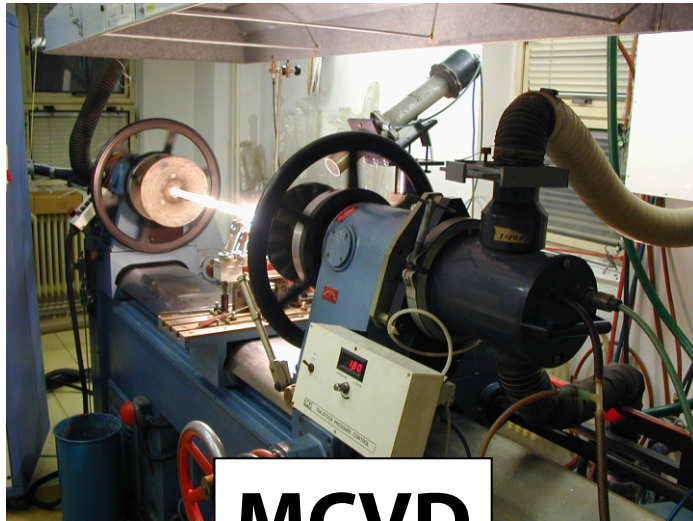
% – 10^{-2}

ppm – 10^{-6} (parts per million)

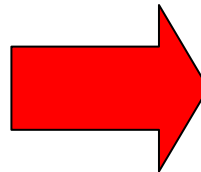
**ppb – 10^{-9} (parts per billion) : content of impurities
acceptable in FO Optipur materials**

Ultra-čisté technologie - CVD !

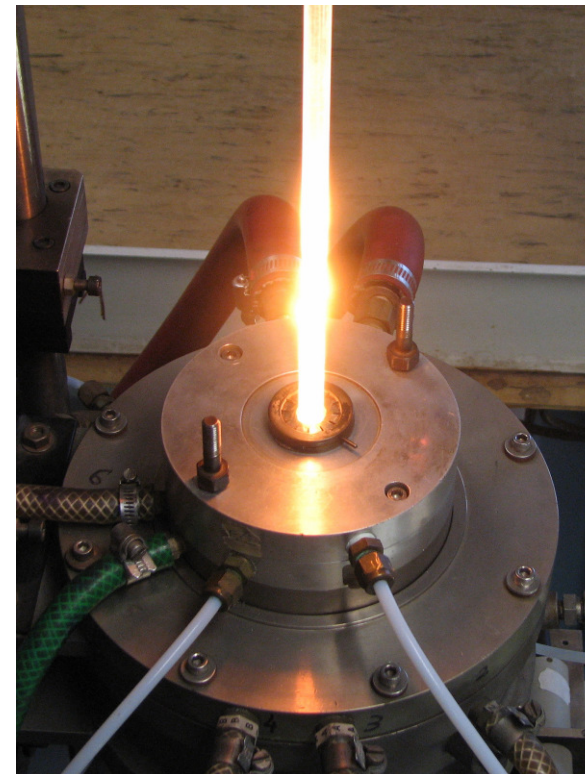
Příprava optických vláken



preforma

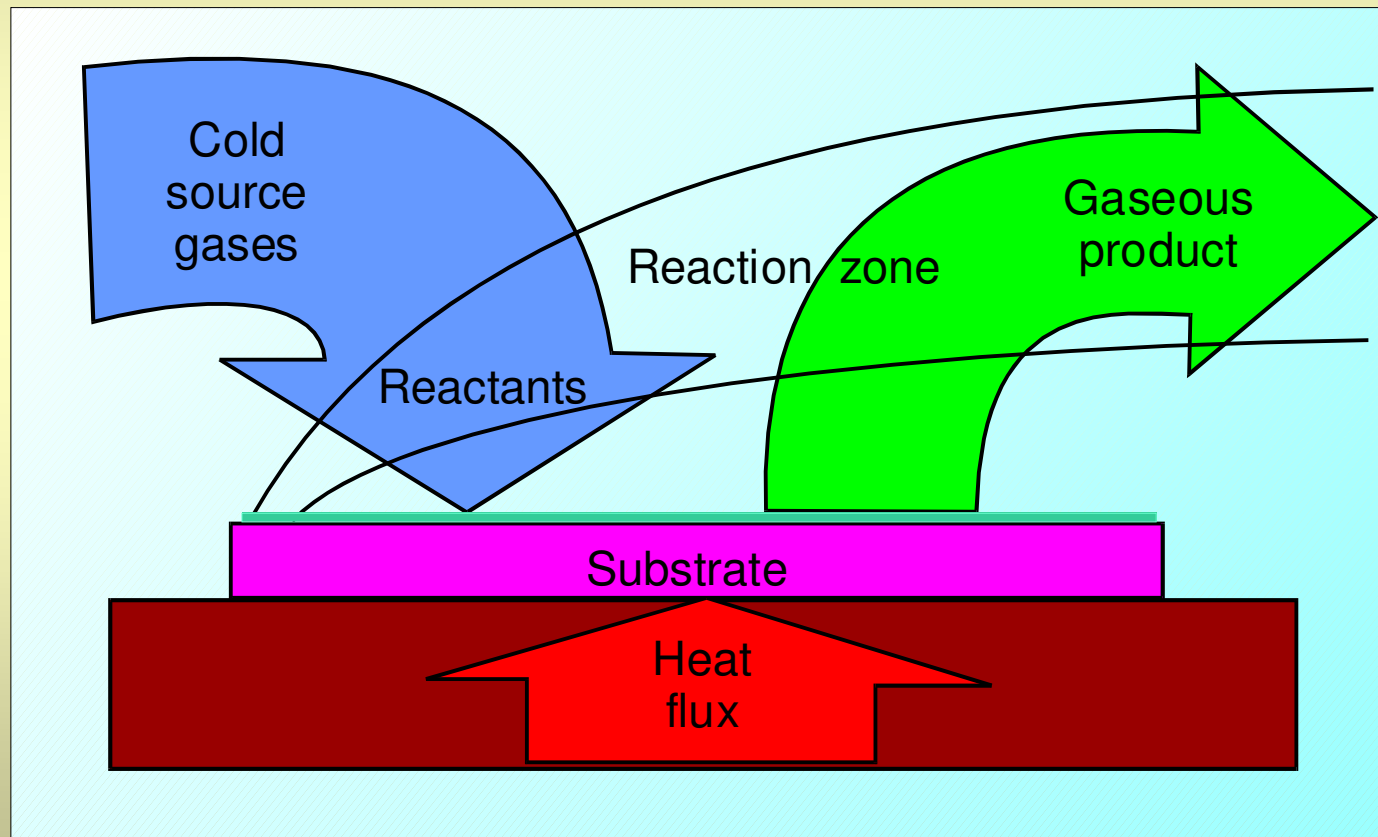
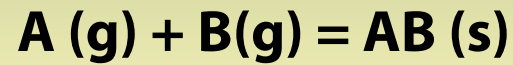


Tažení



Ultra-čisté TECHNOLOGIE

CVD - Chemical Vapor Deposition

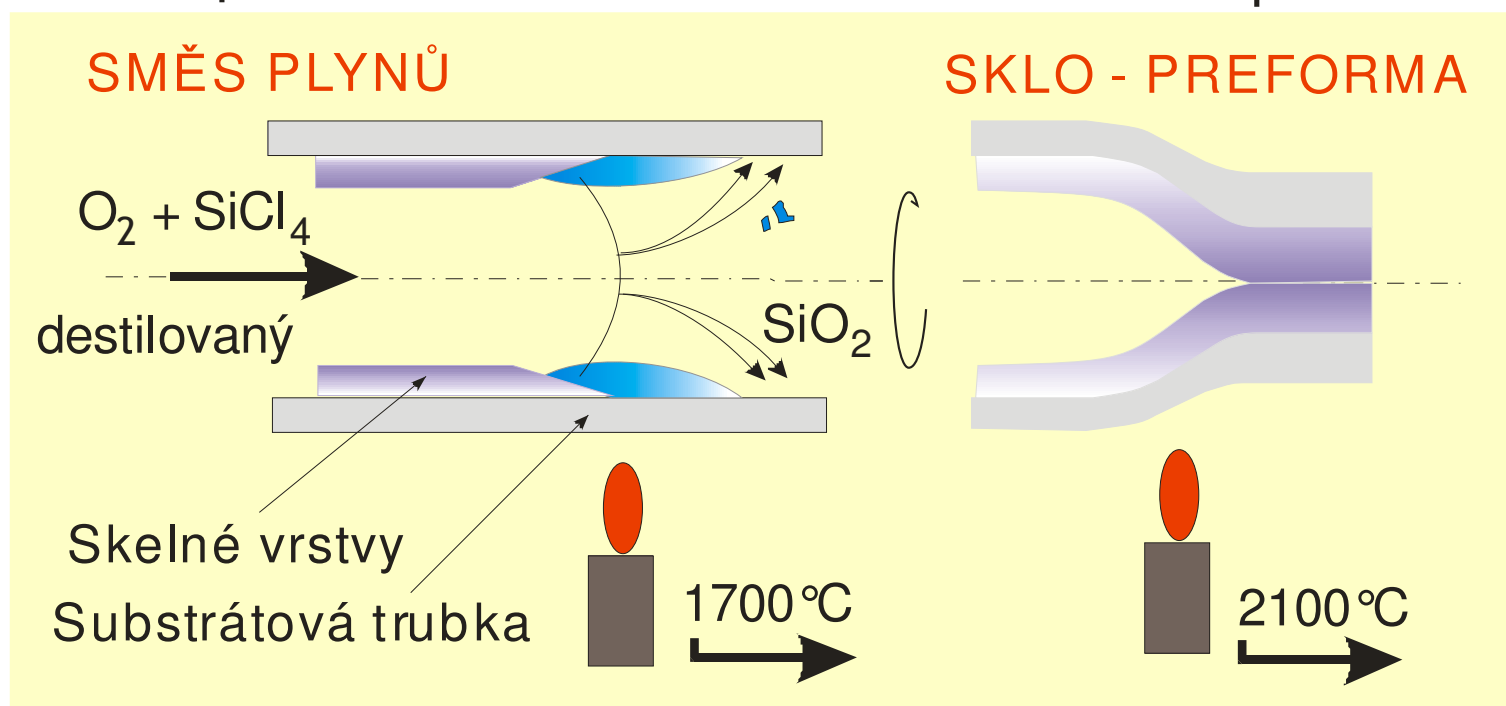


Ultra-čisté technologie : preforma

MCVD – Chemical Vapor Deposition

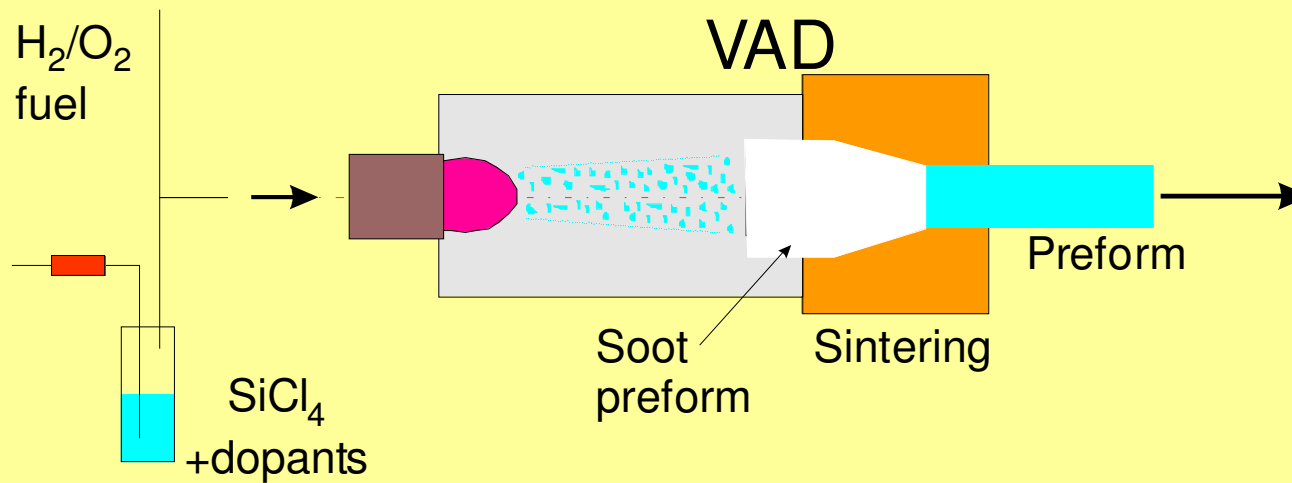
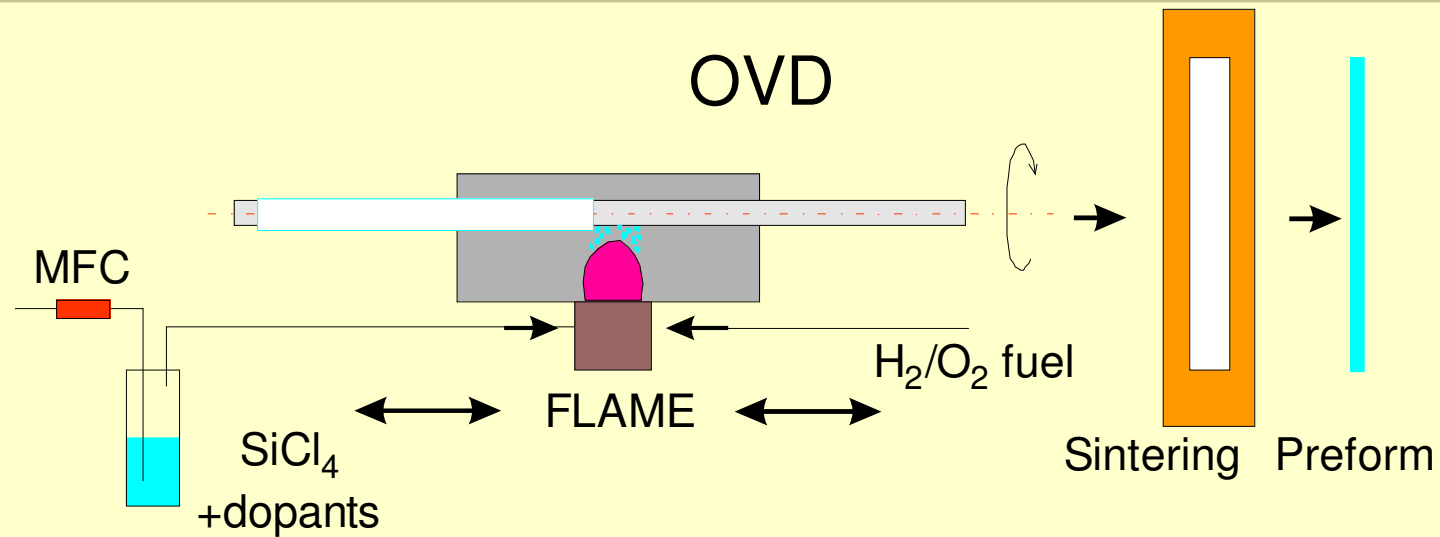
1. Depozice vrstev

2. Kolaps



- Postupná depozice **tenkých skelných vrstev** (tloušťka 1-10 μm) na vnitřní stěnu trubice => **preforma (tyčka)**
- **Vysoká čistota** ($\sim 10^1$ ppb nečistot), **vysoká přesnost** ($>1\%$)

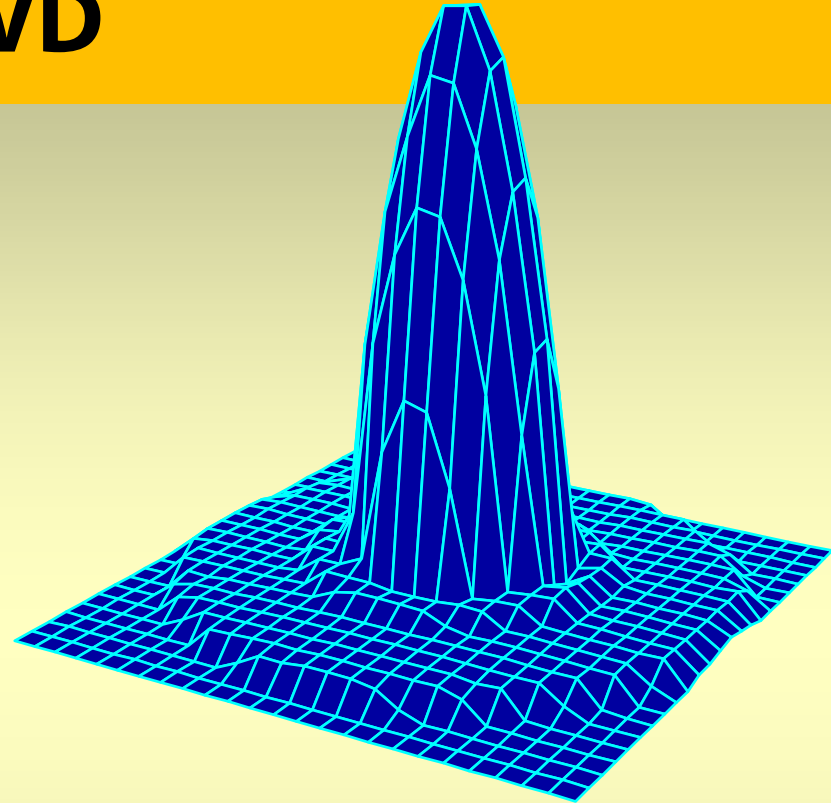
Další CVD technologie



MCVD



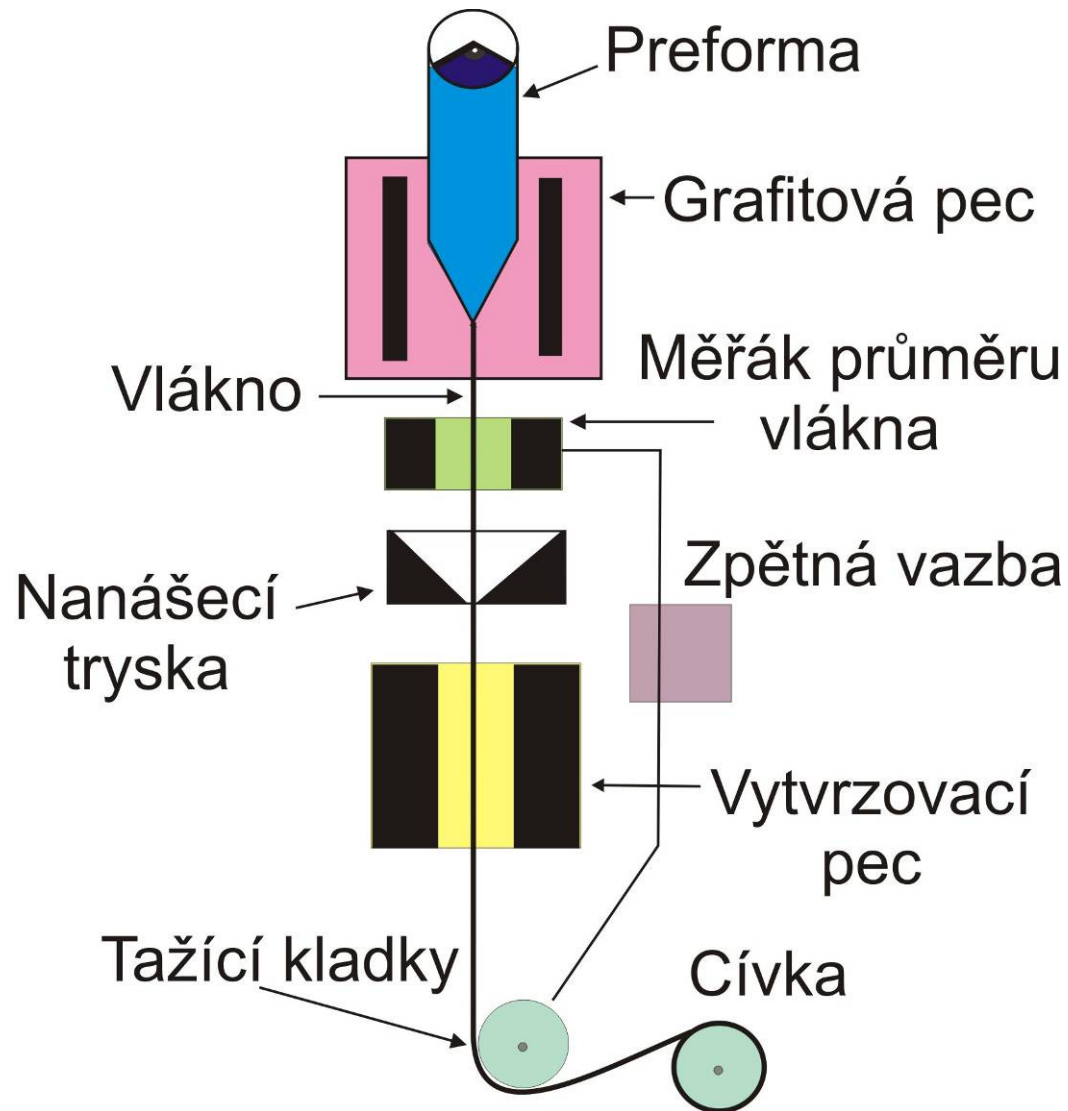
Microfoto řezu preformy



Tomografie profilu indexu lomu preformy

- High purity material due to FO-Optipur purity starting materials.
- High quenching rate ranging from 10^2 to 10^3 °C/s.

Tažení optického vlákna z preformy

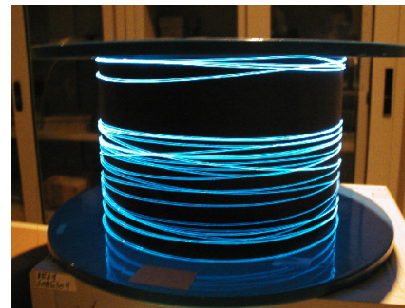
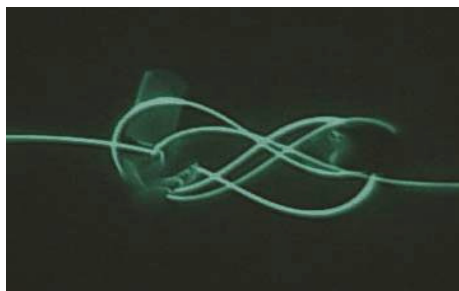


- Průměr
80-1000 μm
- Teplota
1800-2000 $^{\circ}\text{C}$
- ne textil
- ne termoizolace

Použití optických vláken



Speciální vlákna pro telekomunikace : vláknové lasery a zesilovače

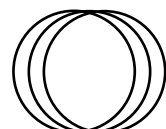


zdroj signálu

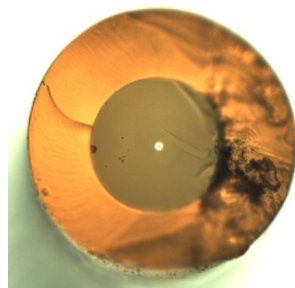
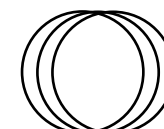
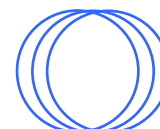
vlákno

zesilovač

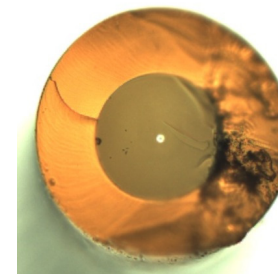
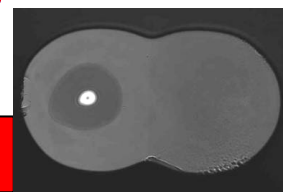
detektor



100 km



čerpací zdroj

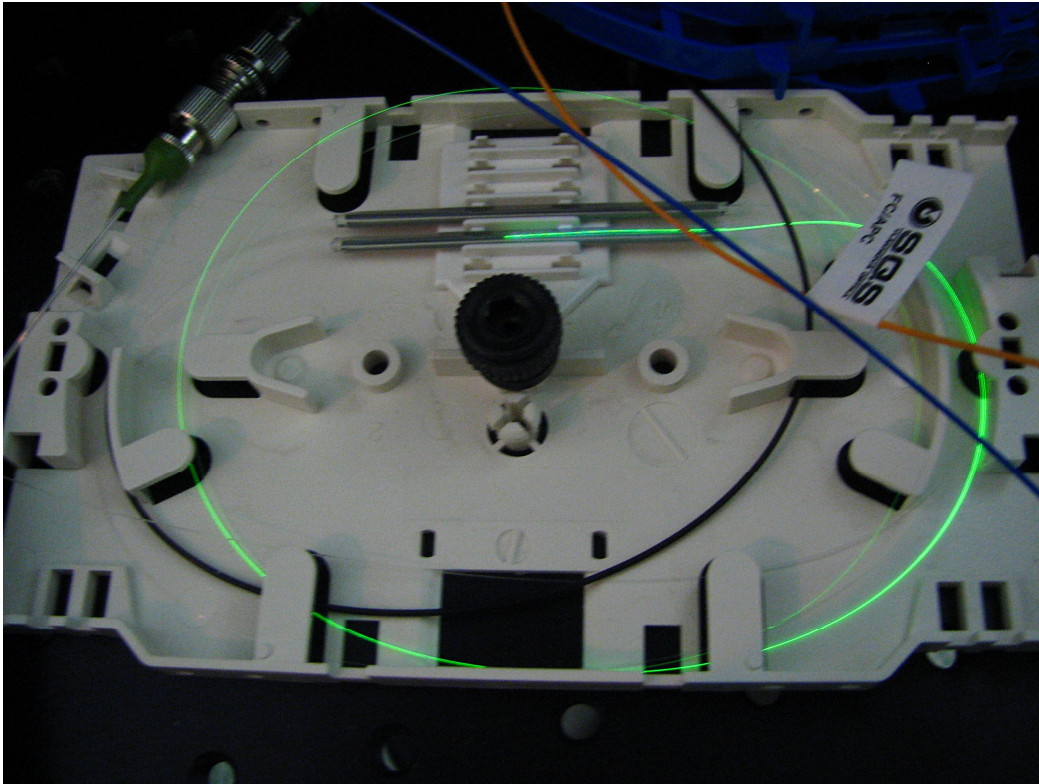


=> **laser (vláknový)**

Vláknové lasery

-telekomunikace

-s vysokým výkonem

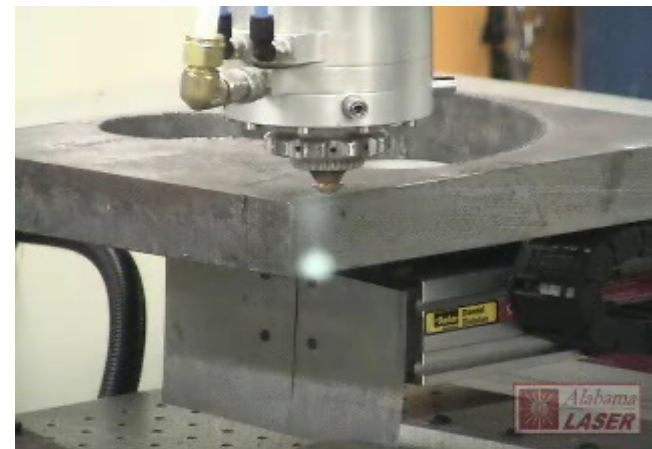


Er- fiber laser,
pulzní 197 fs,
5m rezonátor
Liekki

PALS



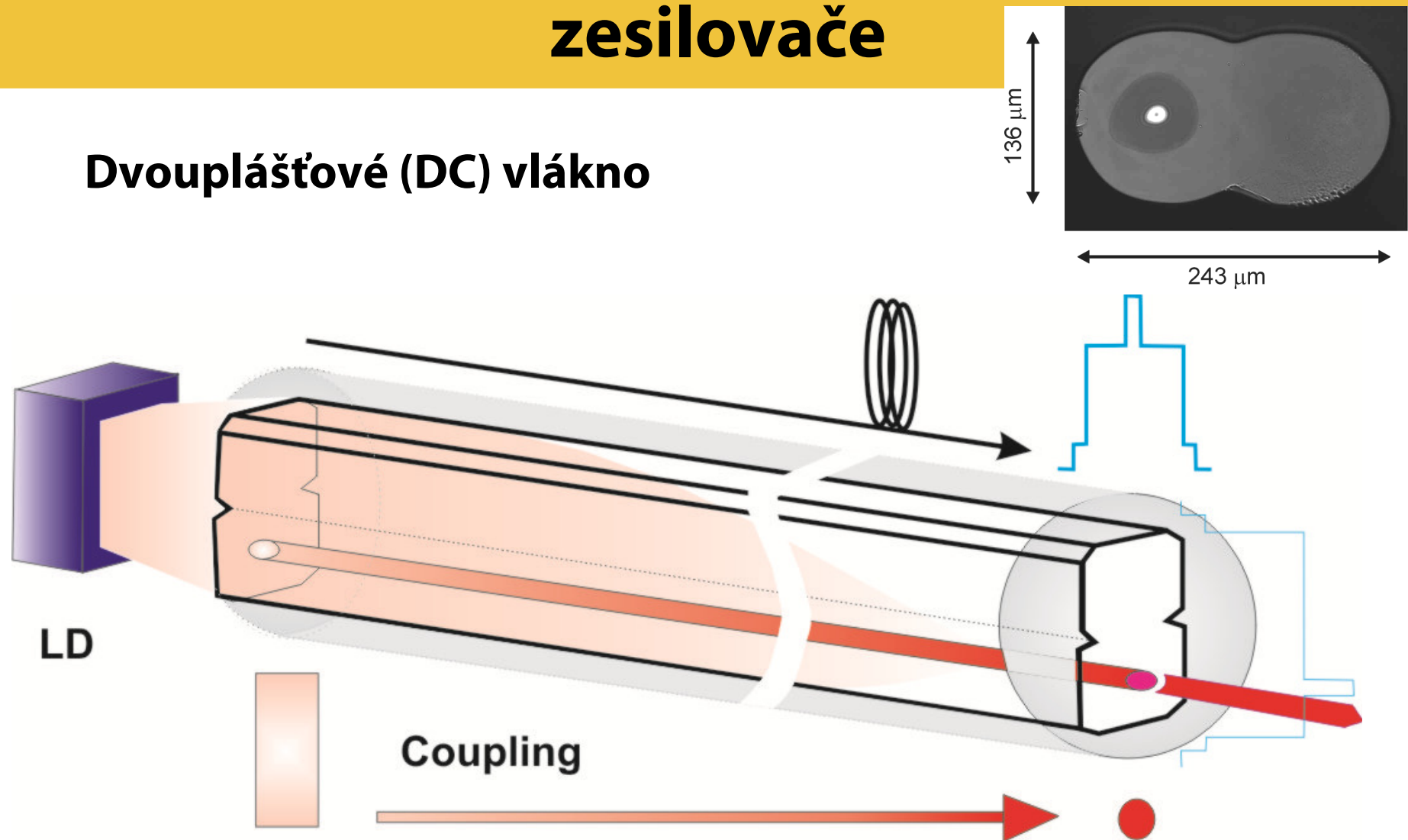
| | |
|-----------|------------------------|
| | Intenzita světla |
| Slunce | 63 MW/m ² |
| O. vlákno | 12.7 GW/m ² |



svařování a řezání < 2kW

Speciální vlákna pro vláknové lasery a zesilovače

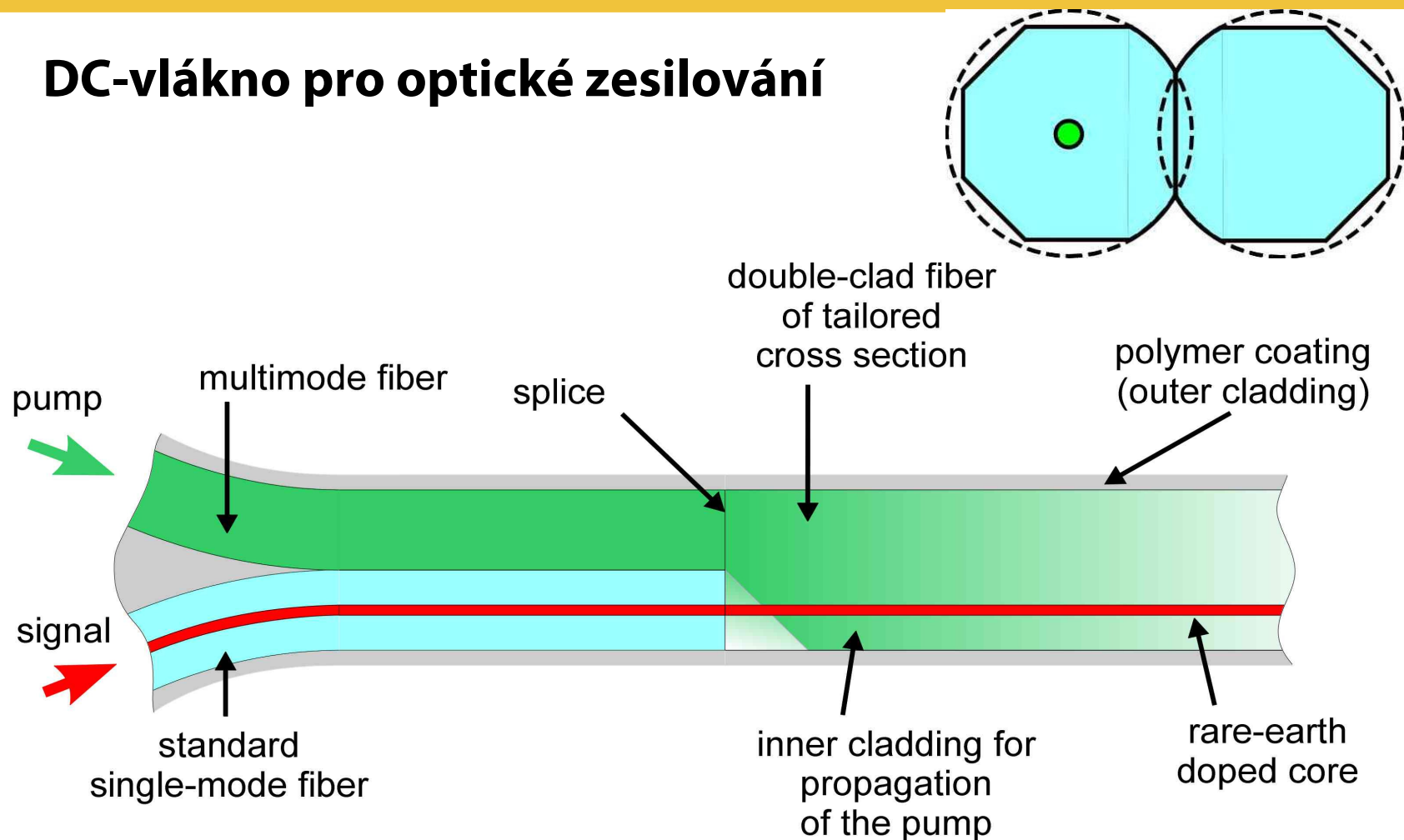
Dvouplášťové (DC) vlákno



* P.Peterka, V. Matějec, I. Kašík : Cz Pat. 301215 , 2009

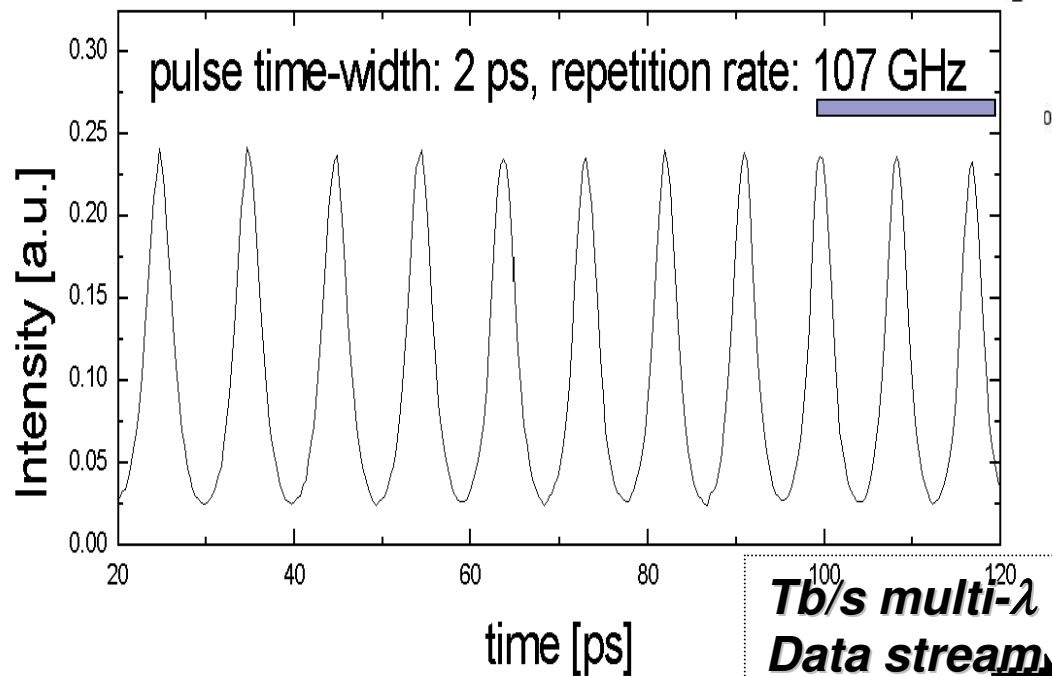
Speciální vlákna pro vláknové lasery a zesilovače

DC-vlákno pro optické zesilování



TDM

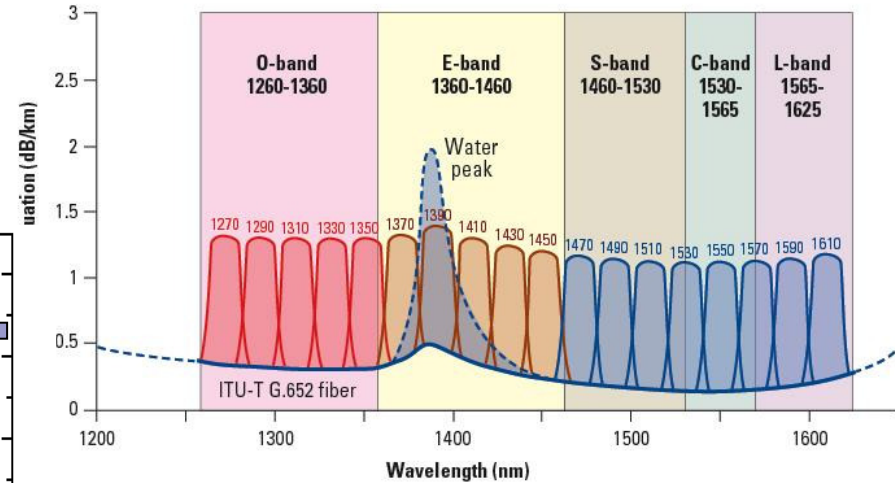
Time Division Multiplexing (TDM)



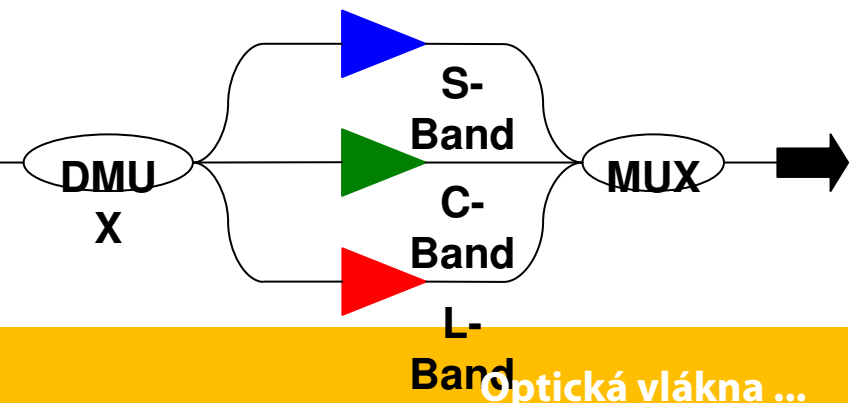
*I.Kašík, J. Kaňka, V. Matějec., 1997

WDM

CWDM wavelength grid as specified by ITU-T G.694.2

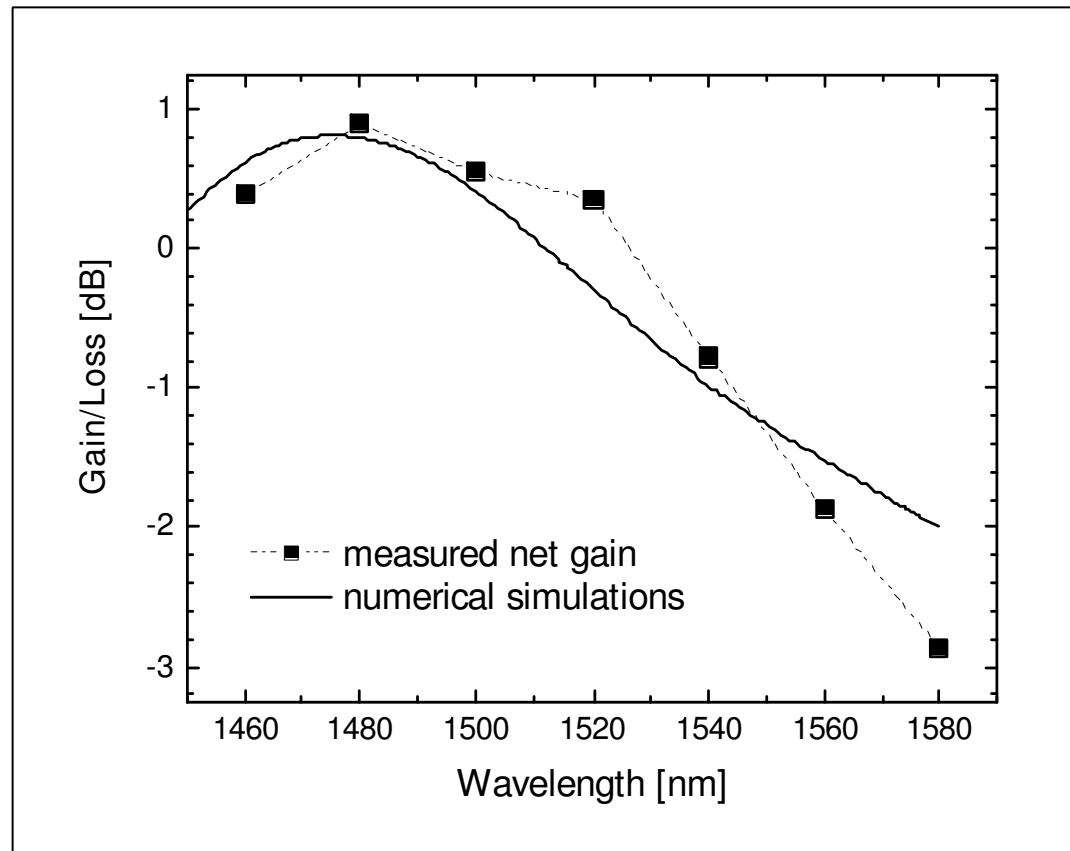


Wavelength Division Multiplexing (WDM)

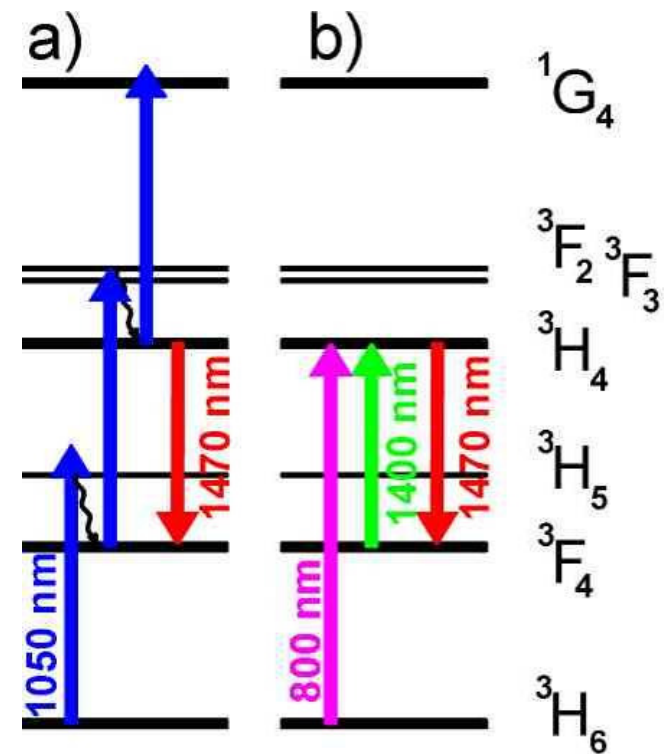


Tm³⁺ -dopovaná vlákna

- Goal: zesílení v **S-pásmu** - WDM

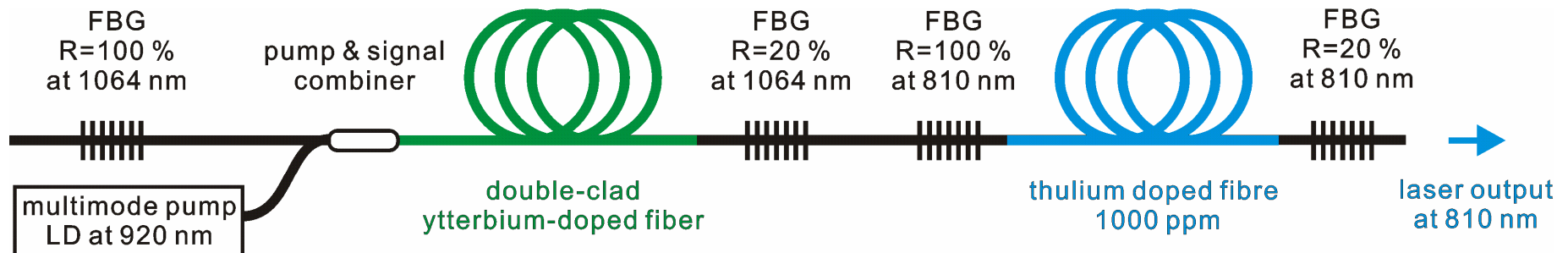
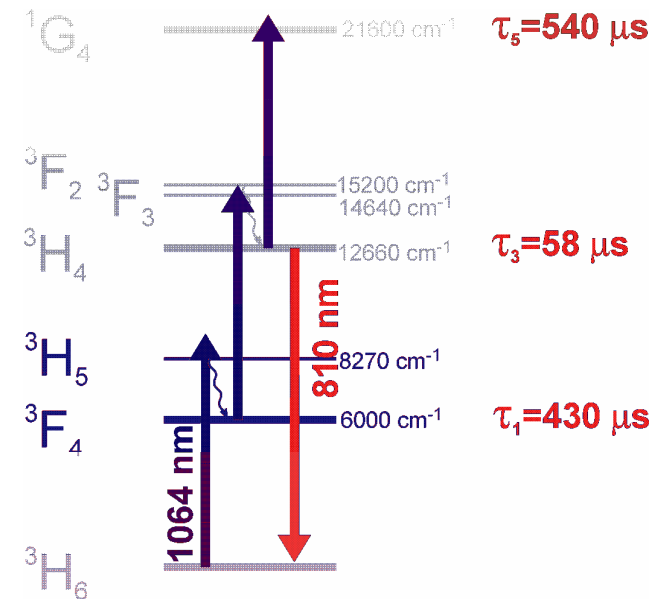


*P.Peterka



Tm³⁺ -dopovaná vlákna

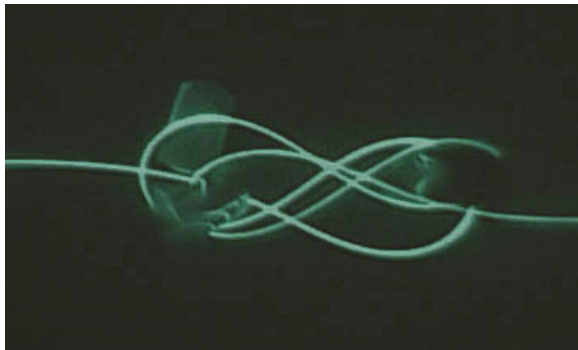
- Goal : a compact upconversion fiber laser operating **~810 nm**



*P.Peterka

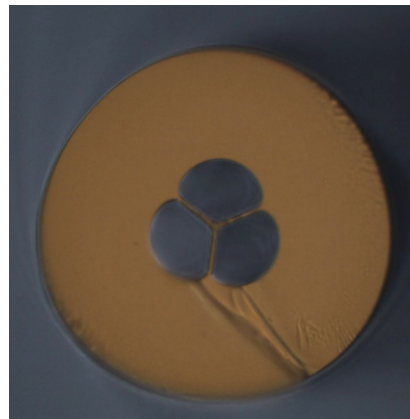
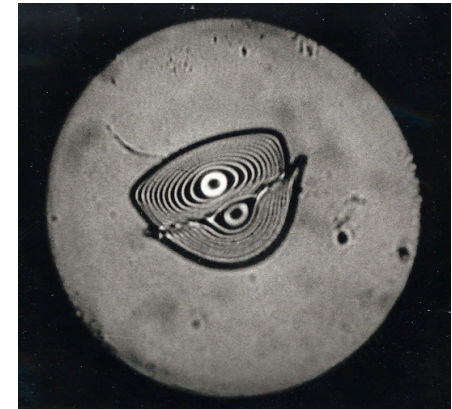
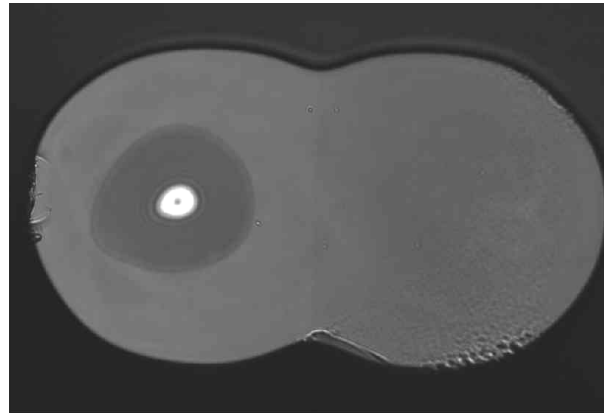
SPECIÁLNÍ OPTICKÁ VLÁKNA pro vláknové lasery a zesilovače

Dopovaná vlákna



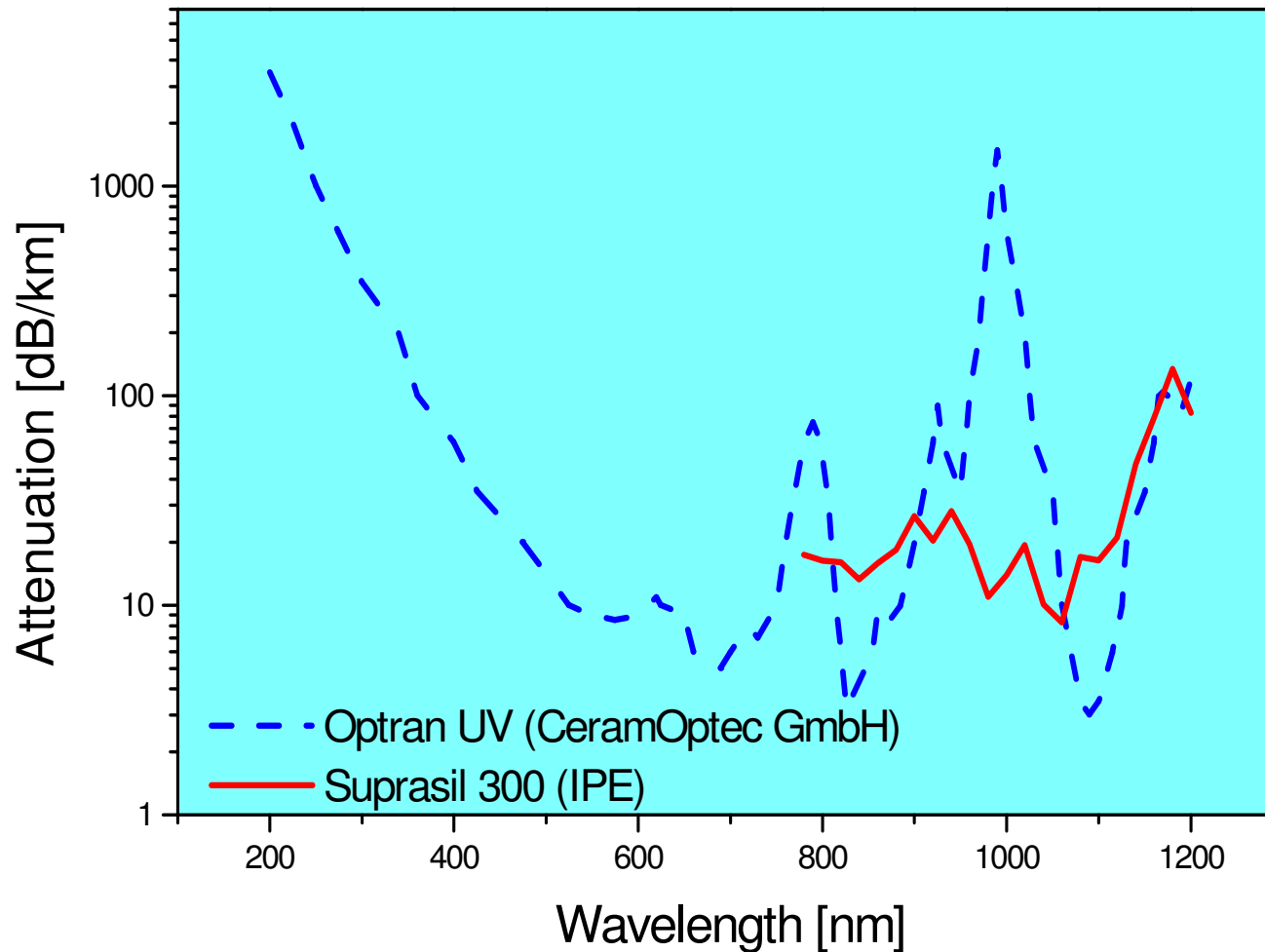
Yb/Er, Tm

Komponents



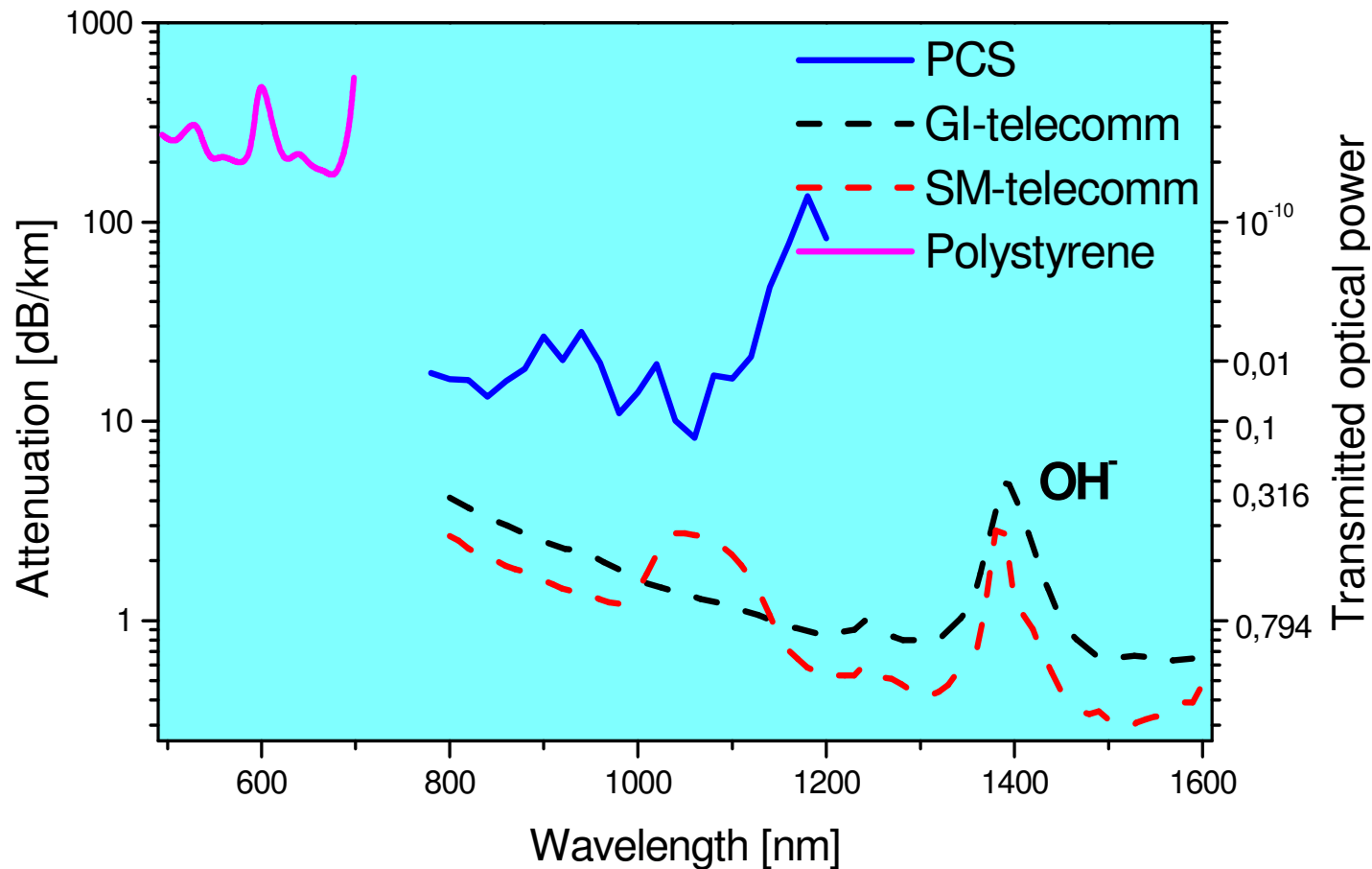
Twin-core (TCF)
Photonic crystal (PCF)
Double-clad (DC)

Reminder: OPTICAL FIBRES – Materials - UV



- silica fibres - SUPRASIL $n_{200\text{ nm}} = 1.55$ [ceramoptec.de, OceanO, IPE ...]
- planar silica, crystalline CaF_2 (MgF_2) – [edmundoptics, technicalglass ...]

Reminder: OPTICAL FIBRES – VIS/NIR

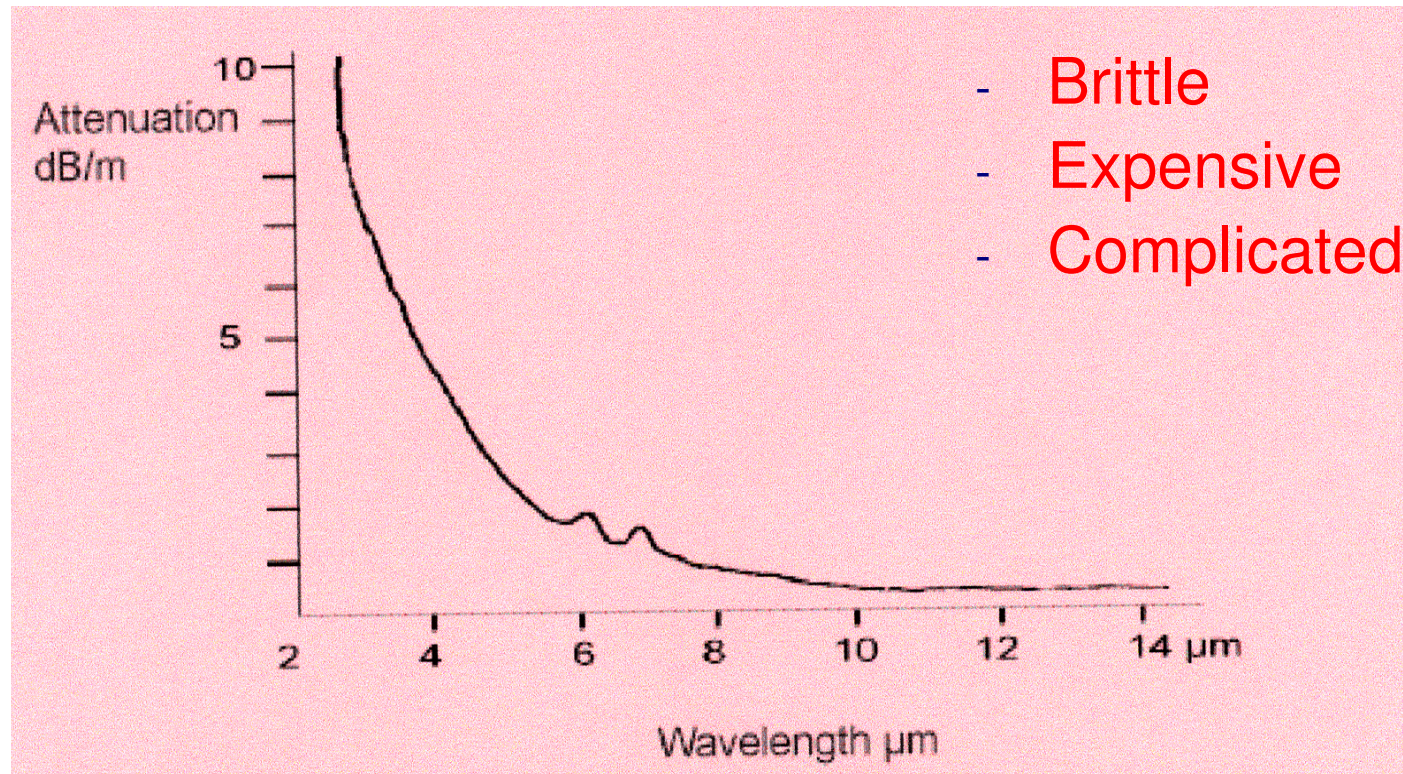


Silica $n_{633} = 1.457$ & doped silica $n_{633} = 1.45-1.50$ [corning, lucent, ocean_o, IPE]

Glass (silicate - Simax, Vycor, Pyrex) $n_{588} = 1.5-1.95$ [schott, LiFaTec.de, IPE...]

Plastic $n_{588} = 1.5-1.6$ [mitsubishi.com, luceat.it, unlimited-inc.com...]

Reminder : OPTICAL FIBRES – IR



- fluoride glasses [univ-rennes1.fr ...] (up to ~4 μm)
- **sapphire** [CRYTUR] (up to ~4 μm)
- silver-halides $\text{AgCl}_x\text{Br}_{1-x}$ (up to 15 μm)
- chalcogen glasses (Se, As_2S_3 , As_2Se_3 ...) [[oxford-electronics](http://oxford-electronics.com), orc.soton.ac.uk] (< 20 μm)
- refractive indexes $_{2-20\mu\text{m}} \sim 2 - 2.5 \gg$ silicate glasses [LiFaTec]

SUMMARY

1. **Fiber technology : preparation of structures of high preciseness (<1%) from materials of ultra-high purity (impurities in ppbs only).**
2. **Fiber preparation in two steps : preform preparation and fiber drawing. (M)CVD technique (preform) makes possible to prepare multilayered tailored structures of suitable level of purity.**
3. **Fibers conventional (passive) and specialty (active).**
4. **Research of optical fibers (CR) :**



Literatura

- **J. M. Senior** : *Optical fiber communications - Principle and practise*, Pearson Education Limited, Harlow, England, 2009.
- **A. Mendez, F.T. Morse** : *Specialty optical fibers handbook*, Elsevier Science & Technol, USA, 2006.
- **J. Schrofel, K. Novotný** : *Optické vlnovody*, SNTL, 1986
- **Saaleh**, *Fotonika* (1 - 4), Matfyzpres

- **S. R. Nagel, J. B. McChesney, K. L. Walker** : An overview of the **MCVD** process and performance, IEEE J. Quantum Electron. QE-18 (1982) 459-477

- Československý časopis pro fyziku 1/2010, 4-5/2010, 1/2011
- Jemná mechanika a optika 55 (2010)
- Sdělovací technika 3/2011

I TY se staň UFEm !

■ STUDIUM

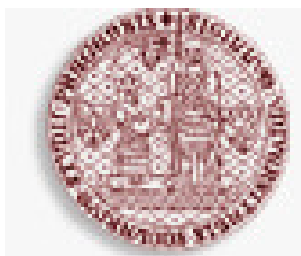
ČVUT – FJFI, FEL ...

fyzikální elektronika,
inženýrství povrchů,
elektromag. pole,
mikroelektronika,
optoelektronika



UK – MFF, PŘF

chemická fyzika a optika,
fyzika



VŠCHT

sklo, analytika, anorganika,
materiálové inženýrství



Studentské projekty

Diplomové práce

Doktorské práce

www.ufe.cz/dpt240 & Safibra

* vývoj vláknově-optického
teplotního sensoru