

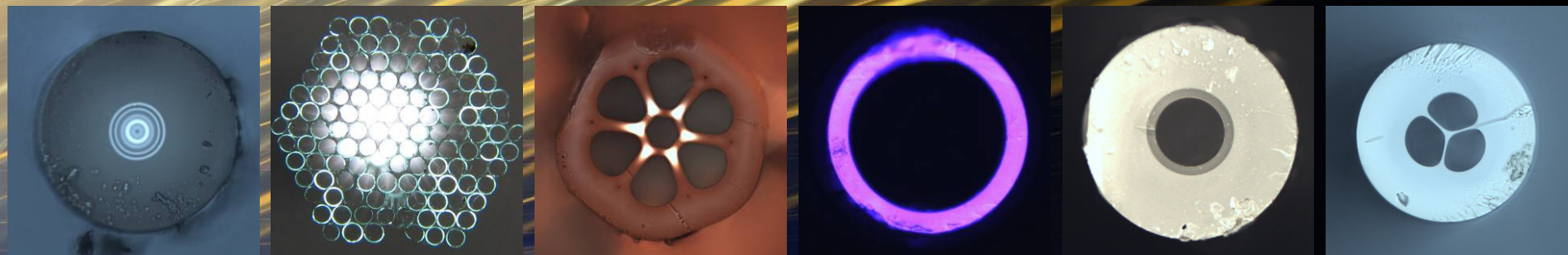


Optická vlákna

metody přípravy a použití pro vláknové senzory,
zesilovače a lasery

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

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



Ústav fotoniky a elektroniky AVČR

ZÁKLADNÍ VÝZKUM

Optické biosensory (SPR Homola)

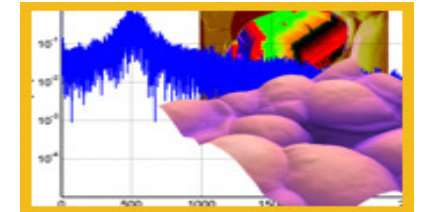
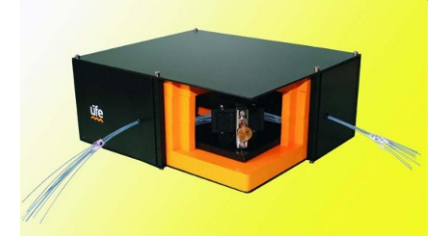
Vláknové lasery a nelineární optika (Honzátko)

Nanomateriály (SIMS Lorinčík)

Bioelectrodynamika (Cifra)

Státní etalon času a frekvence (Kuna)


Hlavní sídlo : Praha 8, Kobylisy

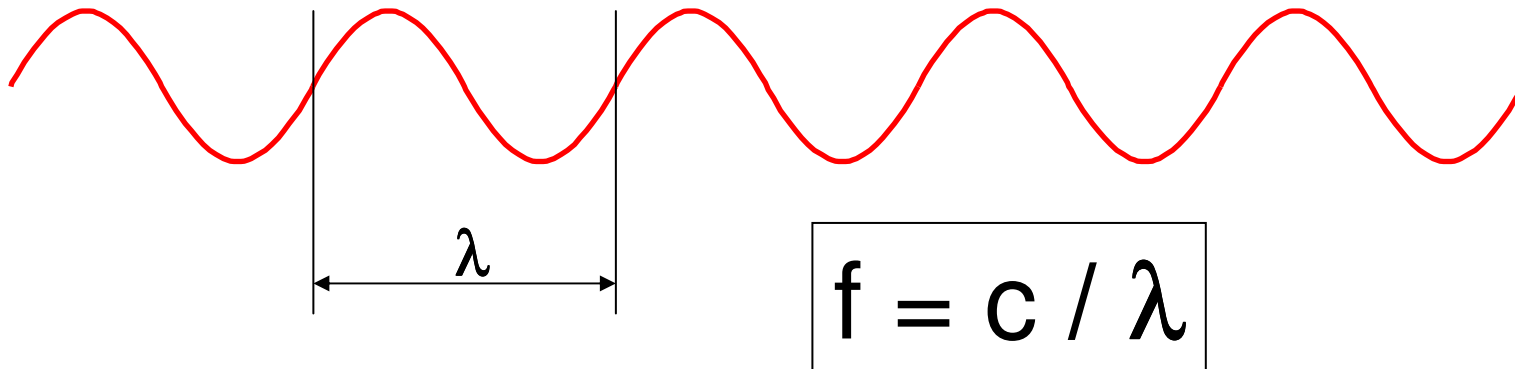


Fotonika

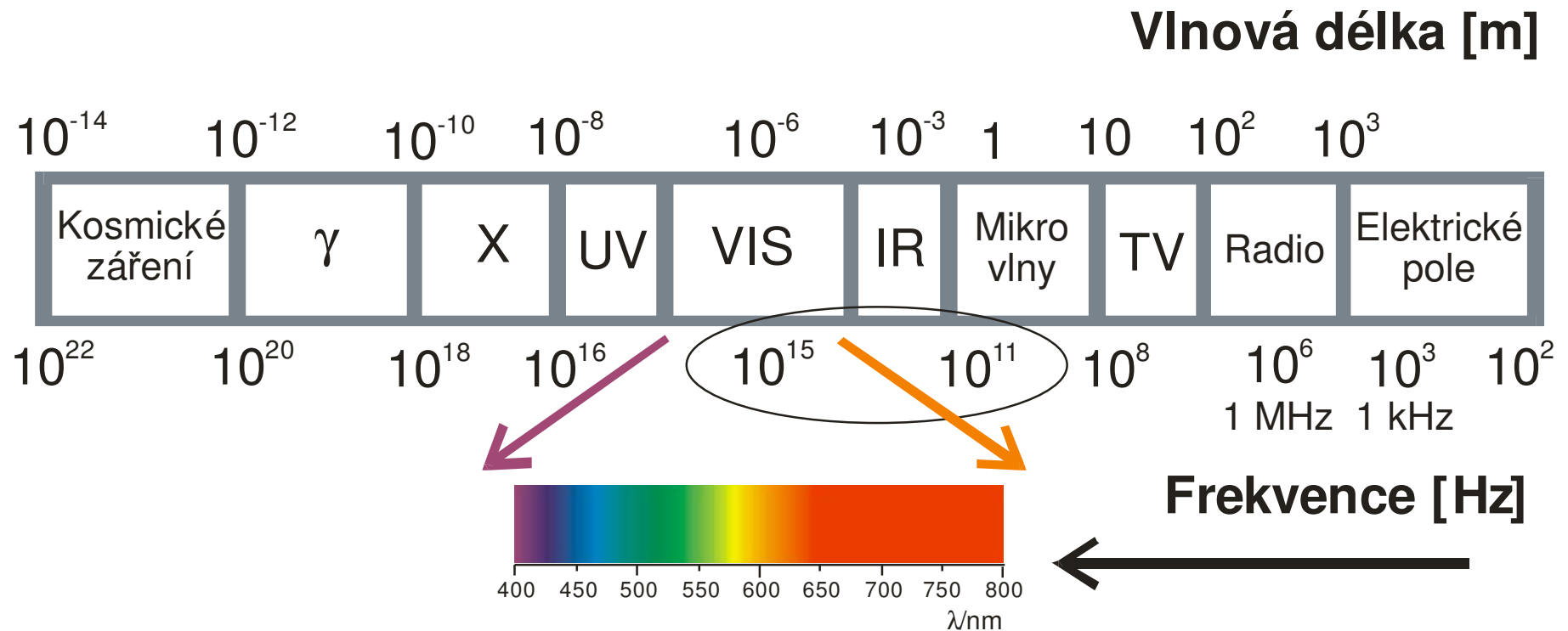
FOTONIKA = věda zabývající se vlastnostmi a využitím fotonů
FOTON = elementární kvantum energie EMN záření

Optika :
kvantová (foton)
fyzikální (vlna)
geometrická (paprsky)

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$


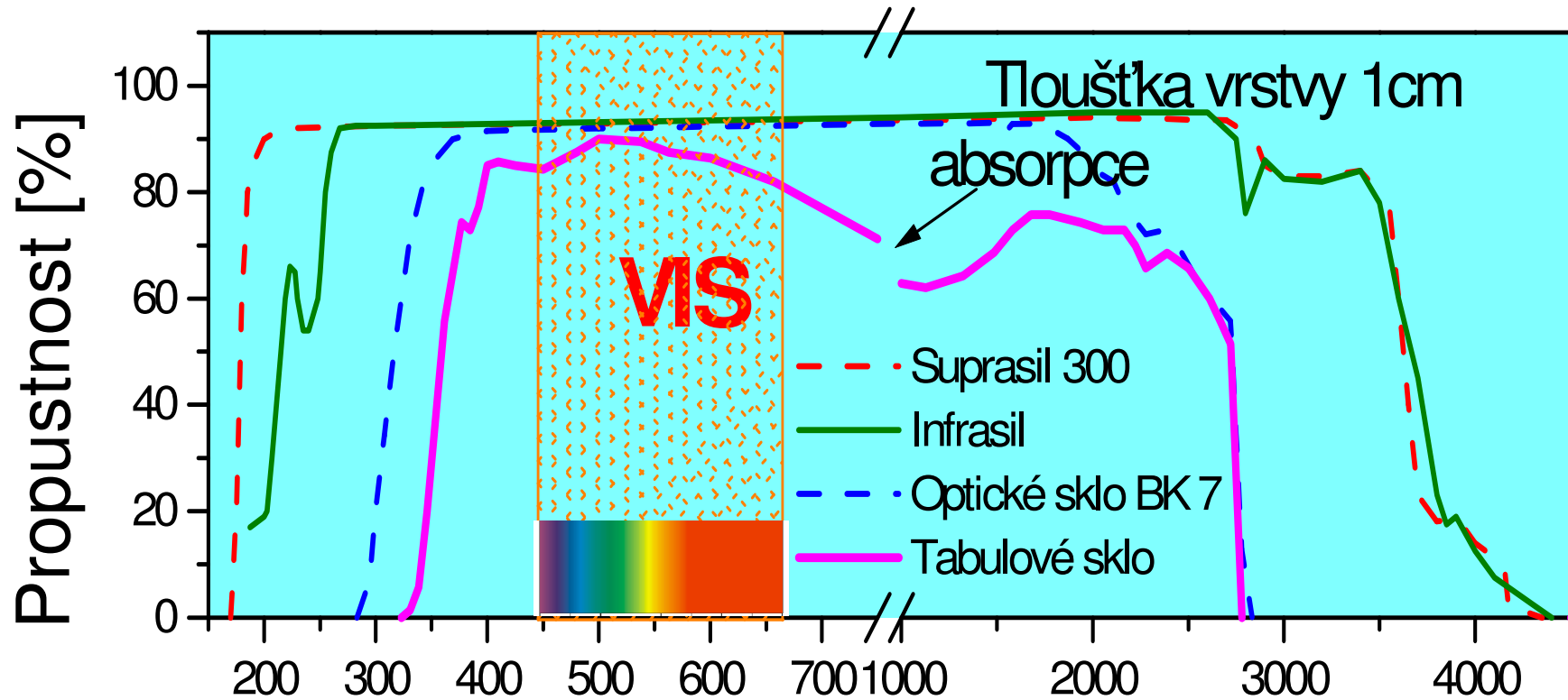


Proč optické komunikace ?

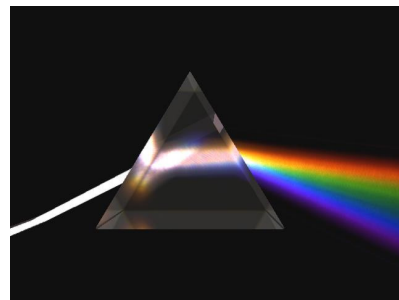


$$f = c / \lambda$$

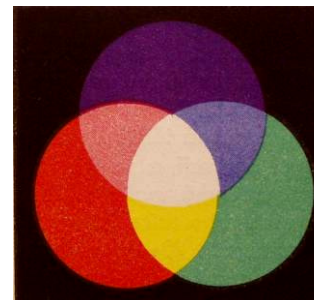
Spektrum - transmise



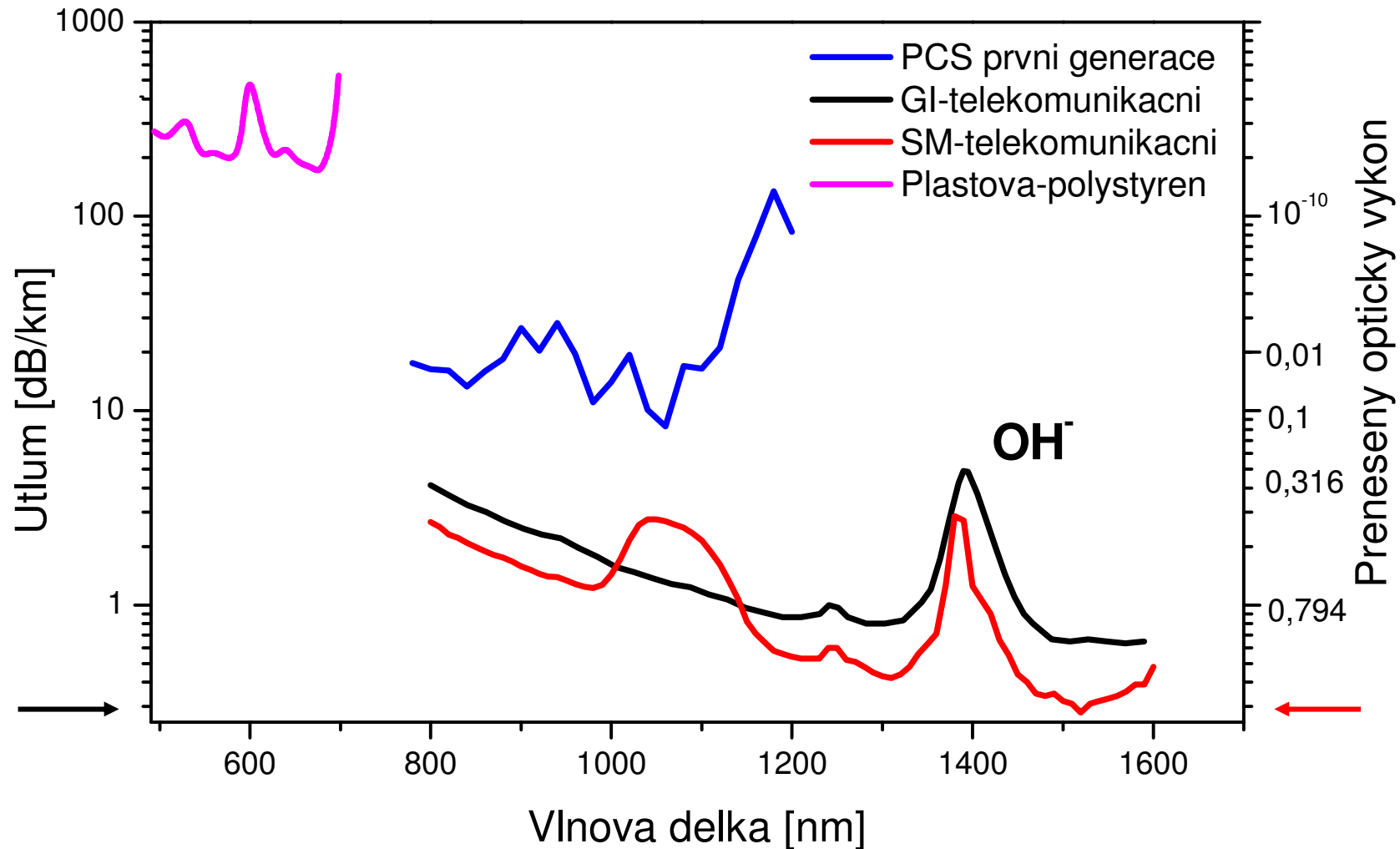
Rozklad



Skládání



Spektrum - optické ztráty

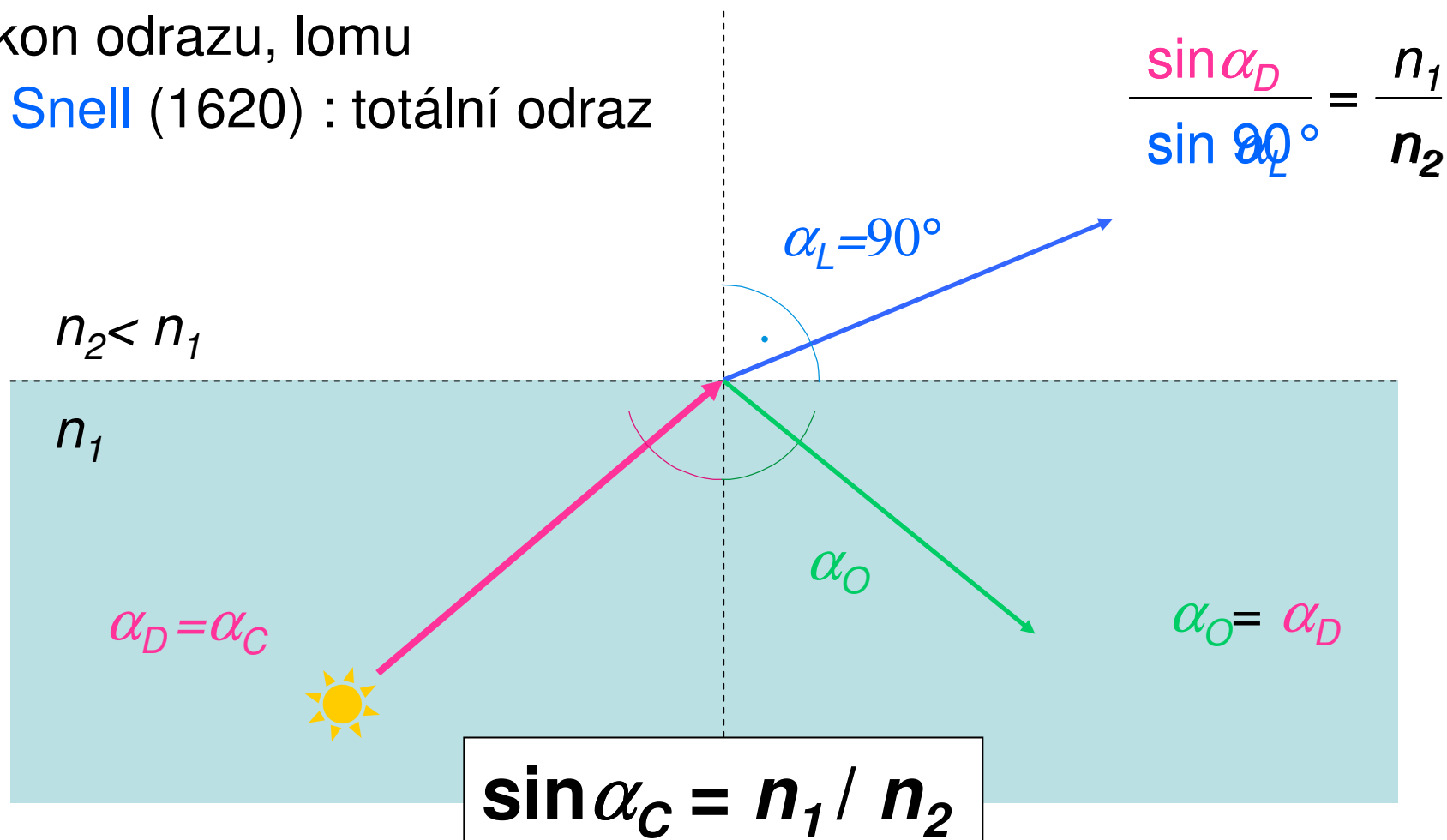


$$\alpha(\lambda) = -(10/L) \cdot \log(P_{\text{output}}/P_{\text{input}}) \text{ [dB/km]}$$

Princip - totální odraz

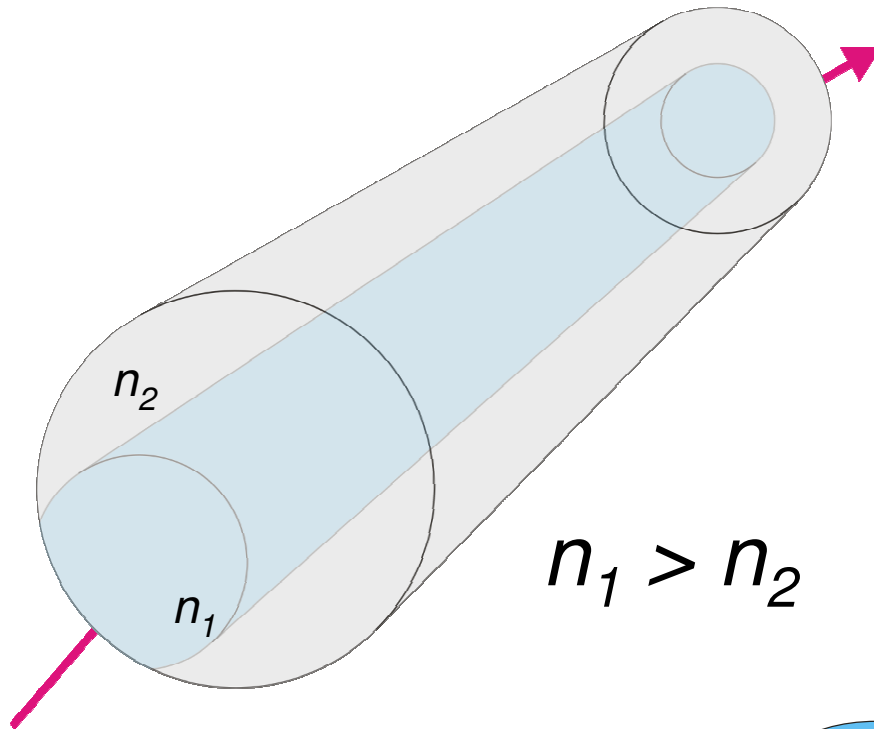
Zákon odrazu, lomu

W. Snell (1620) : totální odraz

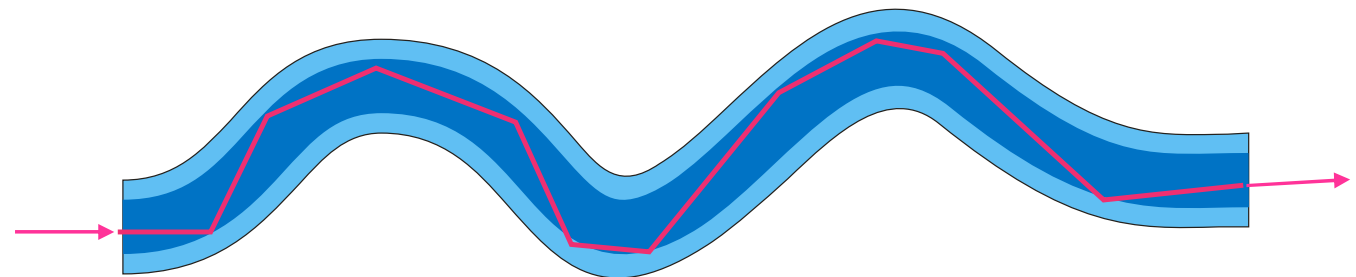


Vlnovodný princip - optické vlákno

J. Tyndall (1853)



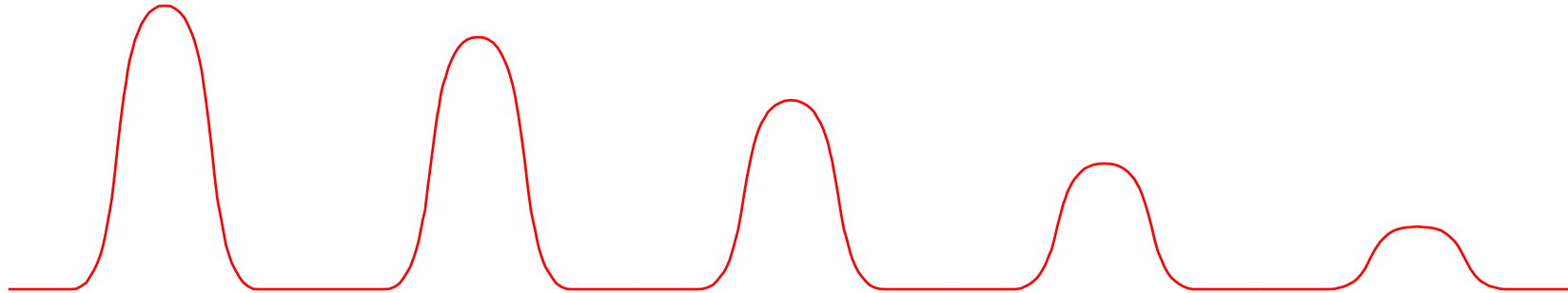
Index lomu ($n=c/v$)	
Vakuum	1
Vzduch	1,0003
Voda	1,330
Křemenné sklo	1,457



Optické vlákno :

dielektrická struktura, $L \gg r$, $n_{\text{jádro}} > n_{\text{obal}}$

Podmínka : čistota materiálu (↓ztráty)



Útlum optických vláken

- nejlepší vlákna **0.2 dB/km** ~ po 1 km se ztratí jen 5% výkonu
- 3 mm okenního skla odpovídají cca 2 km optického vlákna



Charles K. Kao

Nobelova cena
2009

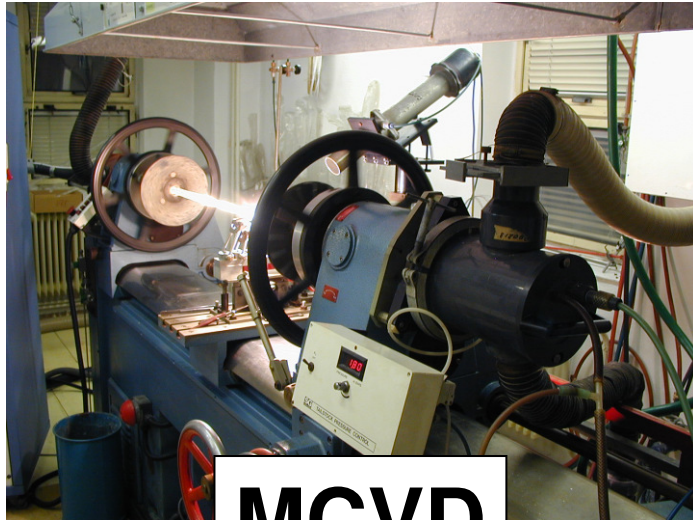


velmi čisté materiály
FO Optipur
max obsah nečistot v
řádu ppb = 10^{-9}



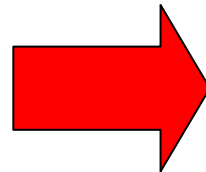
ČISTÉ TECHNOLOGIE

Příprava optických vláken

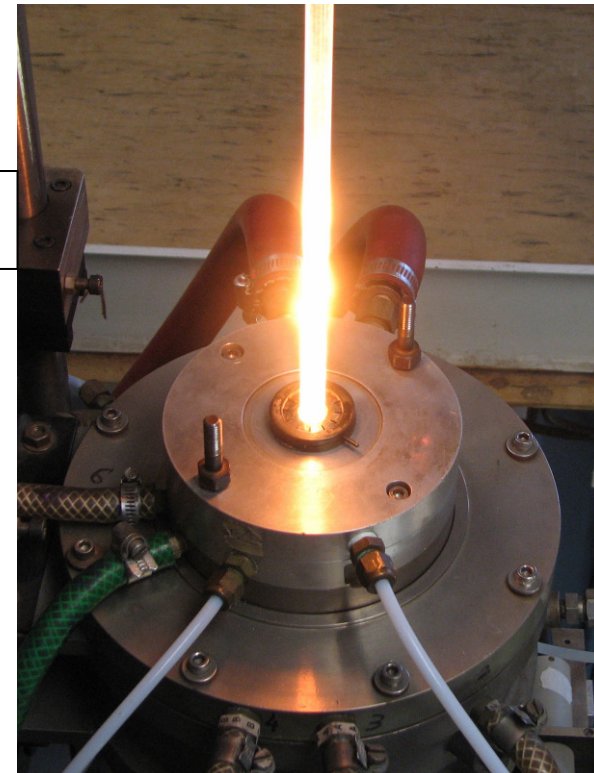


MCVD

1. Preforma



2. Tažení

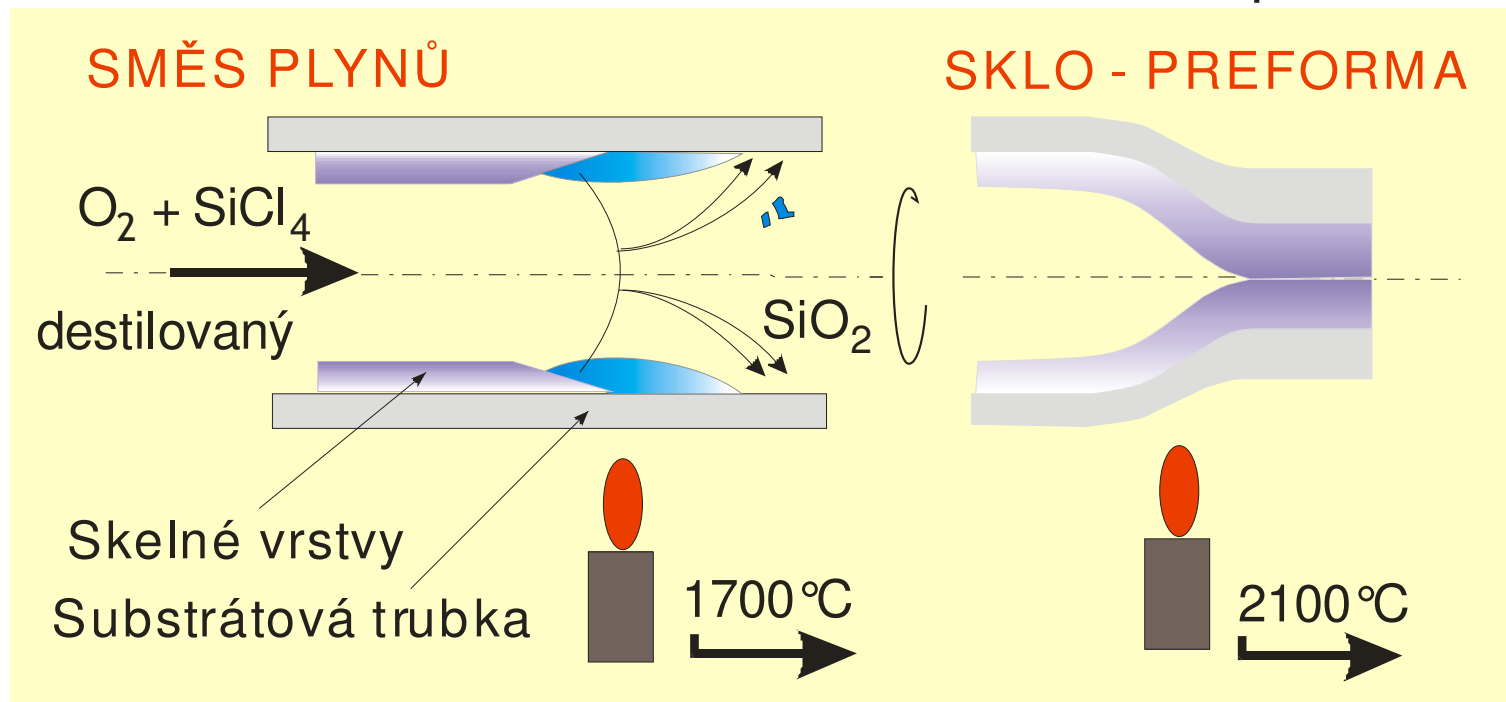


Ultra-čisté technologie : preforma

MCVD – Chemical Vapor Deposition

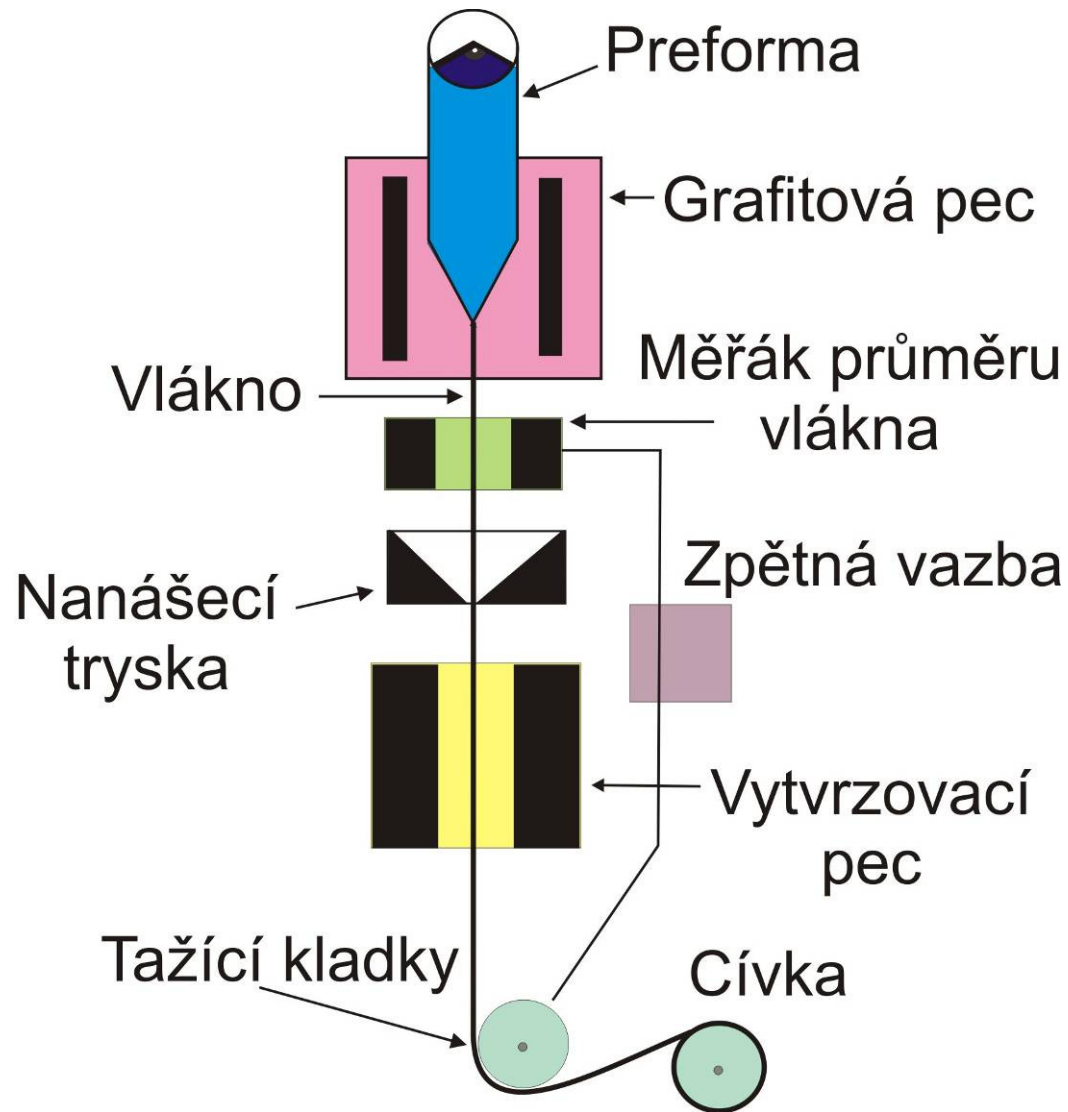
1. Depozice vrstev

2. Kolaps



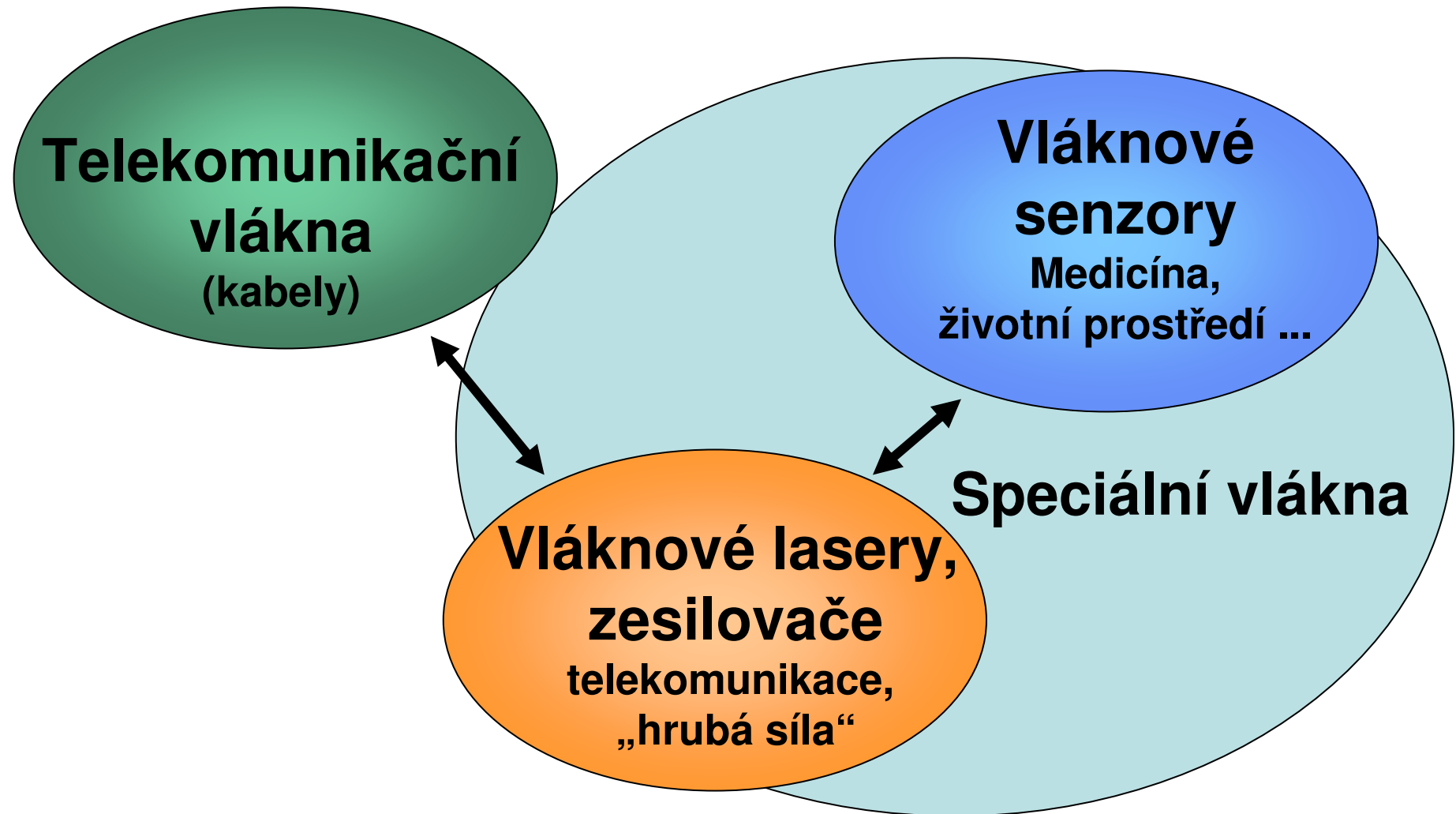
- Postupná depozice **tenkých skelných vrstev** (tloušťka 1-10 μm) na vnitřní stěnu trubice => **preforma (tyčka)**
- **Vysoká čistota** ($\sim 10^1$ ppb nečistot), **vysoká přesnost** ($>1\%$)

Tažení optického vlákna z preformy



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

Použití optických vláken

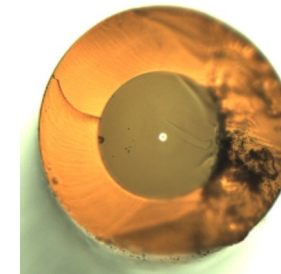
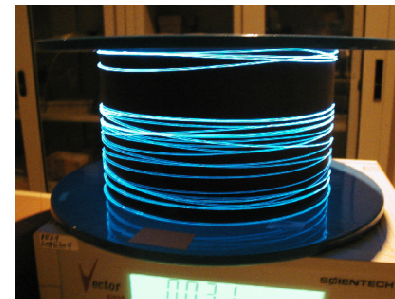
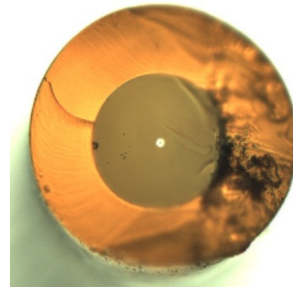


Vlákna pro telekomunikace

Vláknové lasery a zesilovače

Vlákna
dopovaná
Double-Clad
vícejádrová

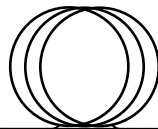
telekom vlákno



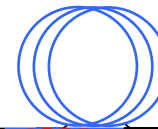
zdroj



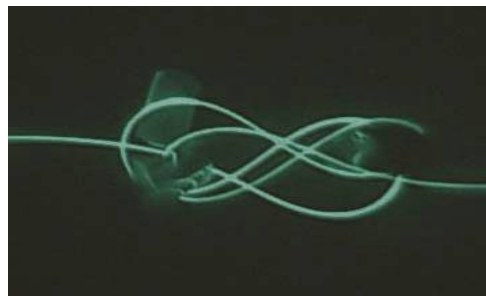
100 km



zesilovač



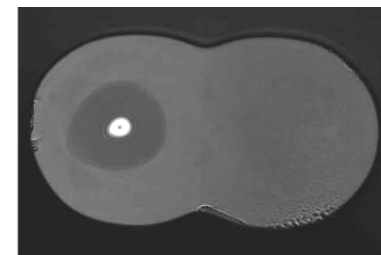
detektor



Pumpa

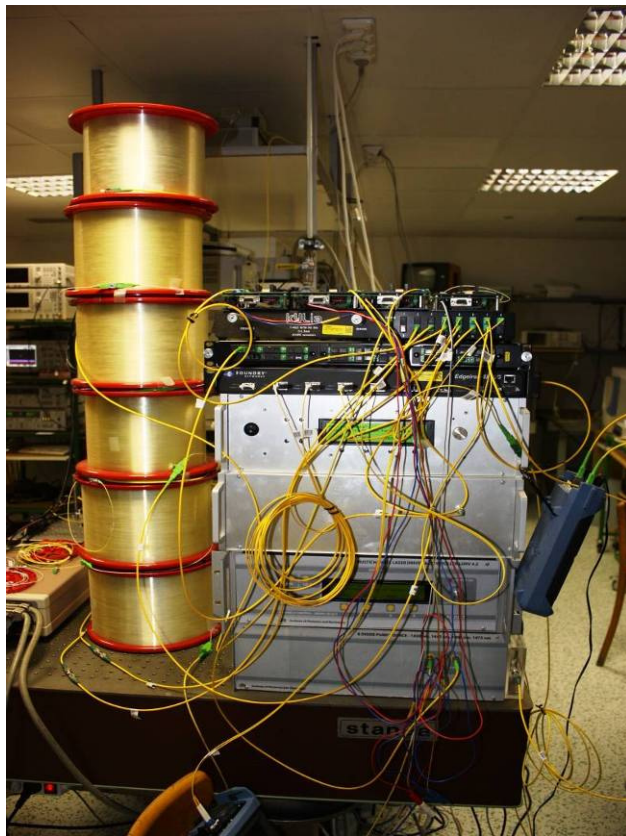


136 μm

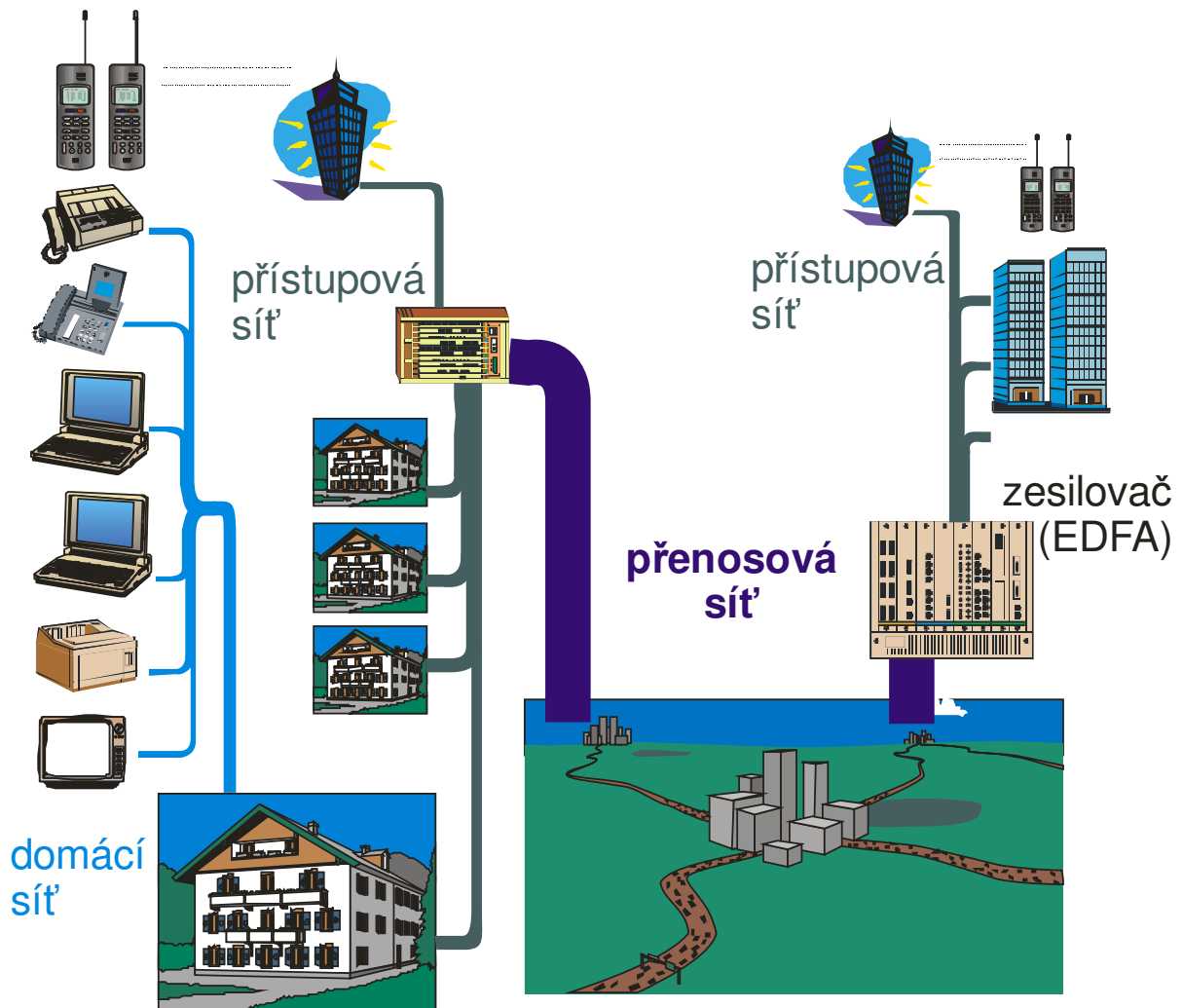


243 μm

Optické komunikace

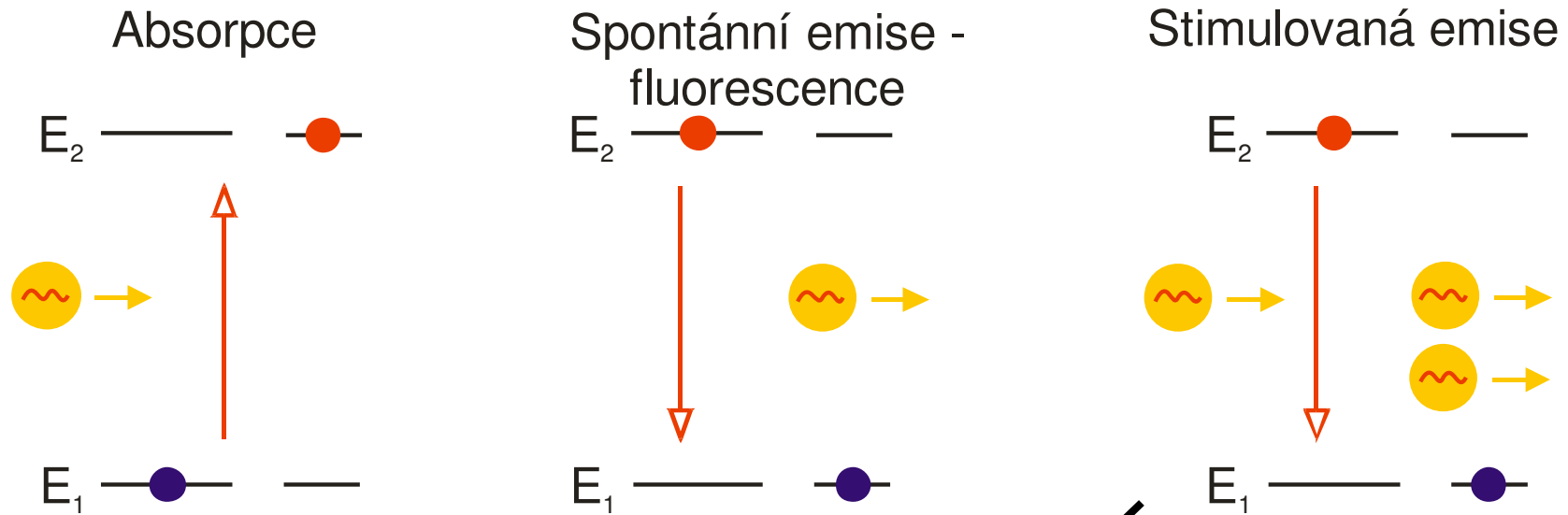


Testování 200 km
telekom linky

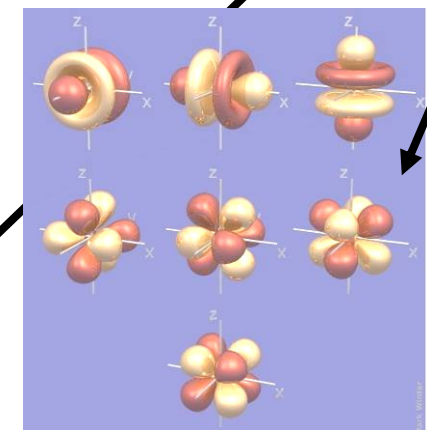


Interakce fotonů s atomy

Stimulovaná emise → laser



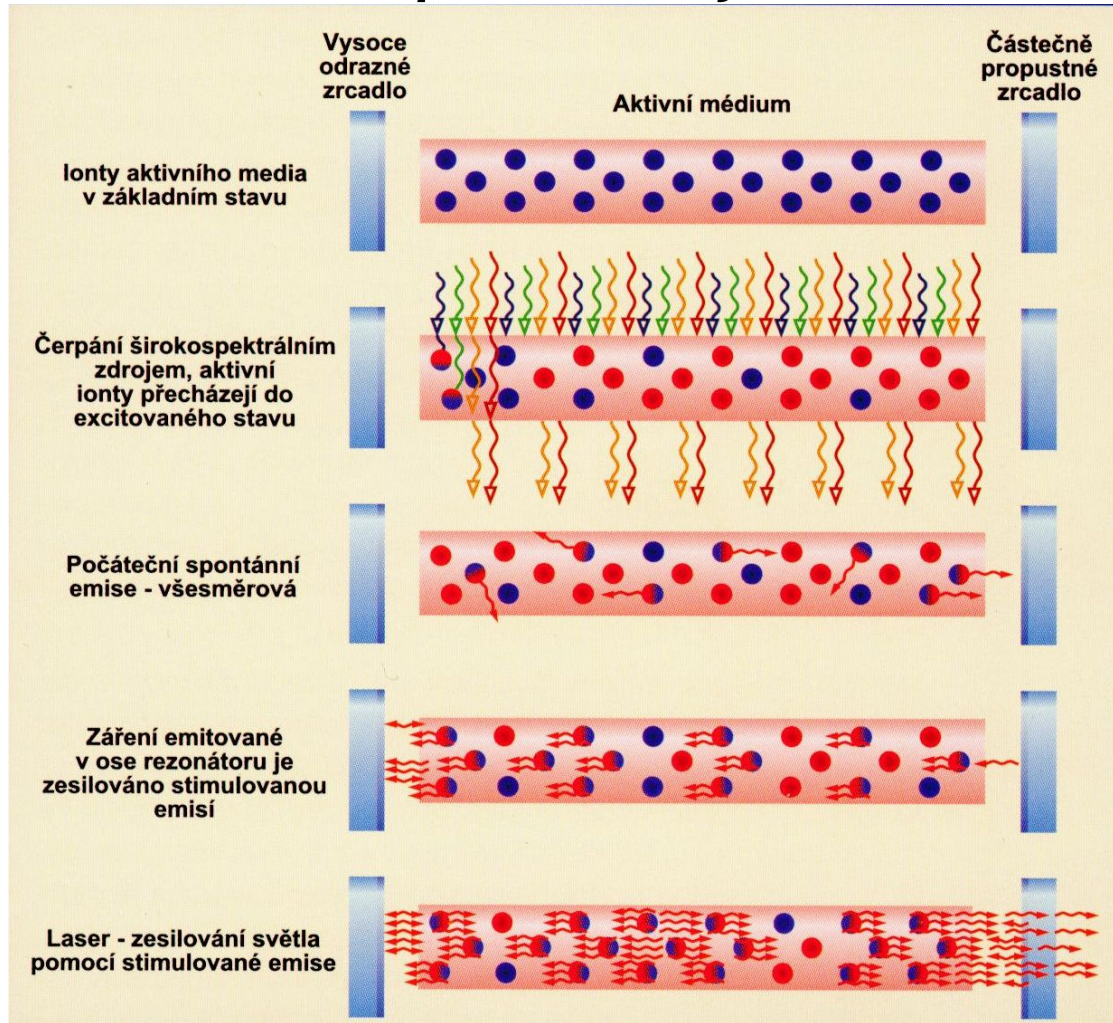
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	VIII	VIII	IB	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
H 1,00794	He 4,002602																
Li 6,941	Be 9,012182	B 10,811	C 12,0107	N 14,00643	O 15,99943	F 18,998403	Ne 20,1797										
Na 22,98976928	Mg 24,30409	Al 26,9815385	Si 28,0855836	P 30,973761998	S 32,065	Cl 35,453	Ar 39,9481634										
<p> ■ nekovy ■ alkalické kovy ■ vzácné plyny ■ halogeny ■ metalloidy ■ přechodné kovy ■ železné kovy ■ vzácné zemní prvky </p> <p> ■ Kyslík - název prvku ■ O - protonové číslo ■ značka prvku ■ relativní atomová hmotnost </p>																	
<p> Lanthanoidy: La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Aktinoidy: Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr </p>																	



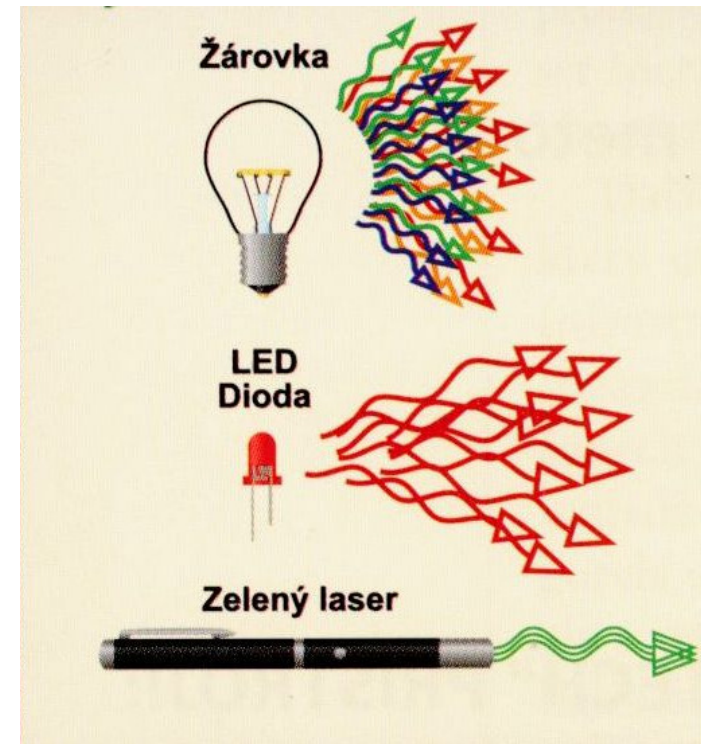
Prvky vzácných zemin

Stimulovaná emise → laser

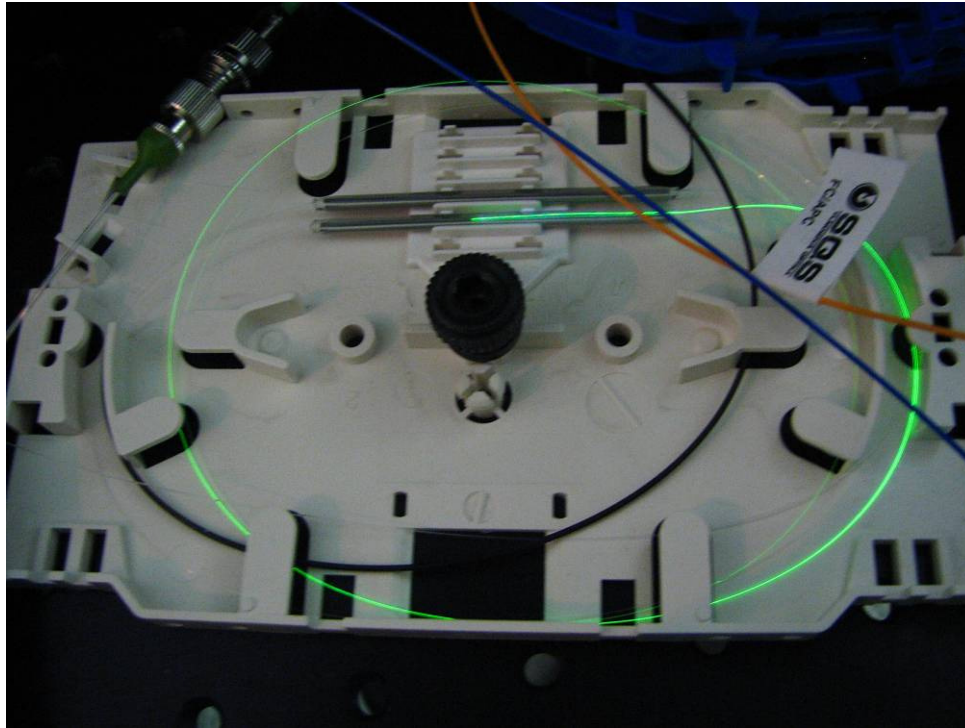
Amplification by Stimulated Emission of Radiation



tyč (preforma) →
dopované vlákno →
vláknový laser

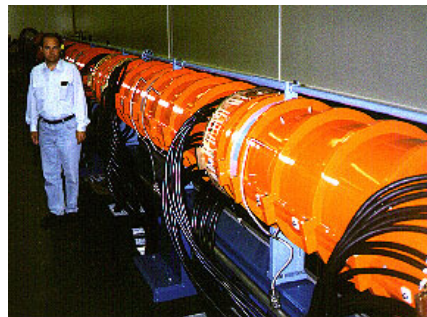


Vláknové lasery s vysokým výkonem



Intenzita světla
Slunce 63 MW/m²
1W-fiber laser 12.7 GW/m²

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

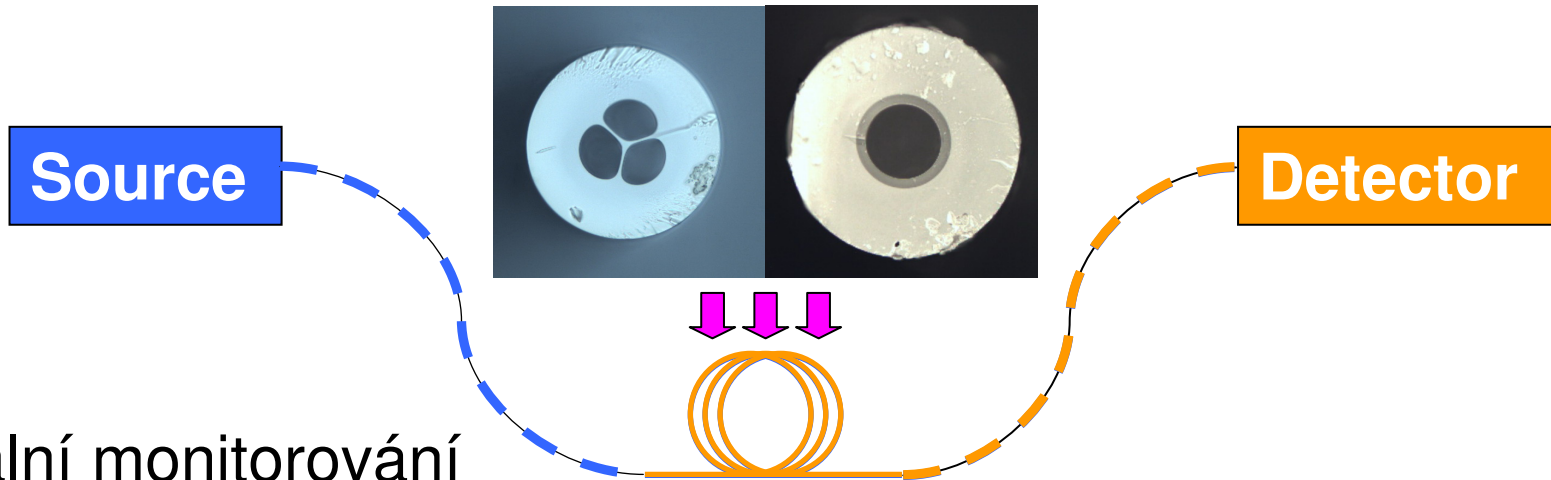


PALS



svařování a řezání < 2kW
úspory, rychlost

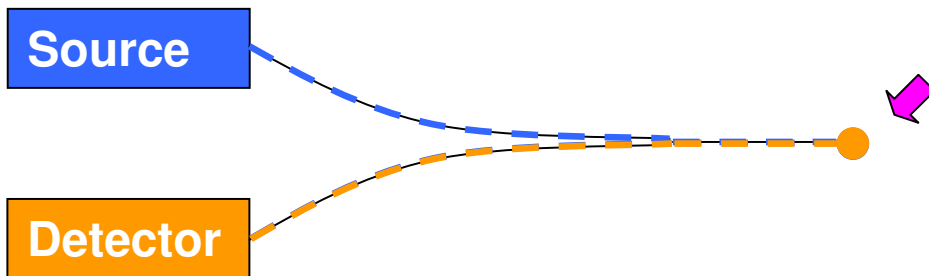
Optické vláknové senzory



Kontinuální monitorování
(bio)chemických látek a
jejich koncentrace

Vhodné pro :

- remote sensing
- hořlavé a výbušné látky
- prostředí s vysokým
napětím
- lidské tělo
- distribuovanou detekci



Refraktometrický sensor uhlovodíků

Detekce ropných úniků

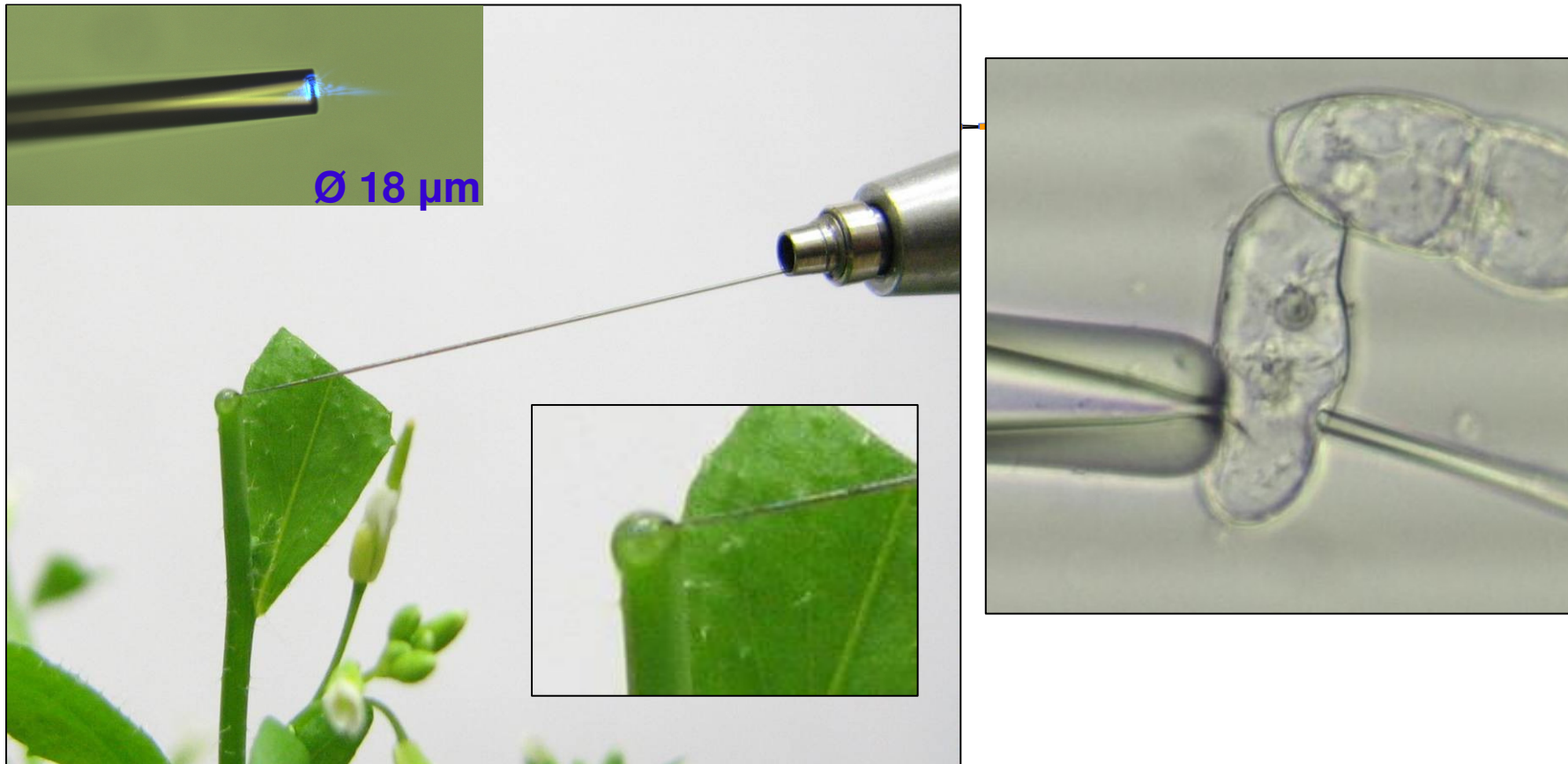


Mez detekce ~ 3-5 mg/l (srovnatelné s limity EU)

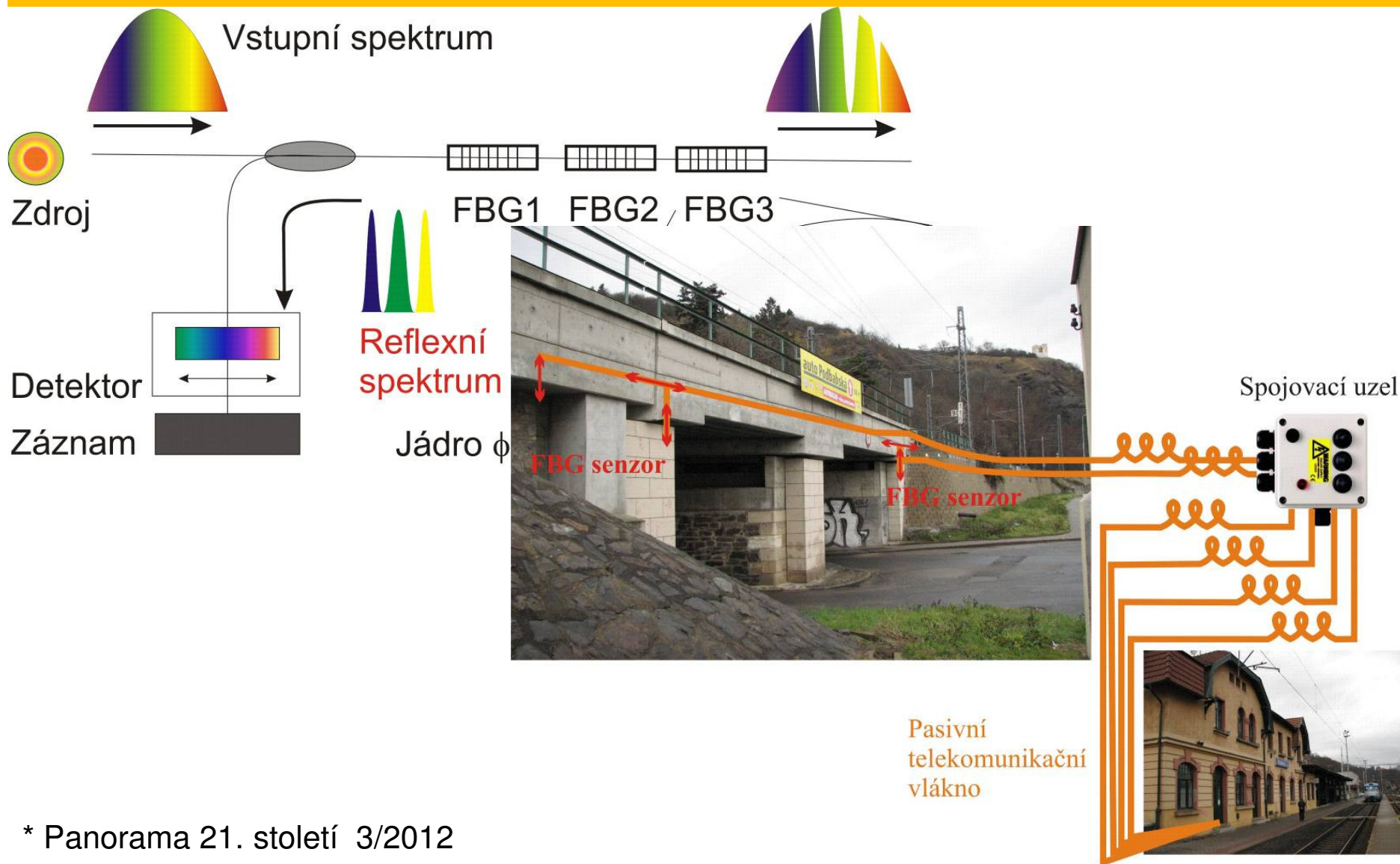
Odezva ~ sekundy

Fluorescenční sensor pH

Detekce pH v mikroobjemech (kapkách, buňkách)



FBG sensor napětí – monitoring staveb



* Panorama 21. století 3/2012

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
- Československý časopis pro fyziku 1/2010, 4-5/2010, 1/2011
- Jemná mechanika a optika 55 (2010)
- Sdělovací technika 3/2011
- Panorama 21. století 3/2012
- ČT2 – PORT : Co dokážou lasery - 29/9/2010
- ČT2 – Věda a vědci : Zkrocené světlo - 6/10/2010
- ČT1 – České hlavy – 10/2/2006
- <http://cas.msite.cesnet.cz/CESNET/Catalog/catalogs/default.aspx>
Optická detekce ... (2012)



I TY se staň UFEm !

• STUDIUM

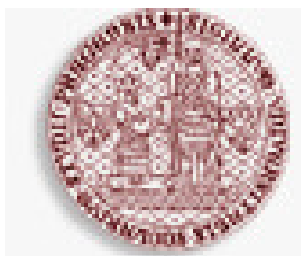
ČVUT – FJFI, FEL ...

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

* Měřicí aparatura NA optických vláken - upgrade

www.ufe.cz

* Měřicí aparatura pro porovnávání časových stupnic atomových hodin

www.elmag.org/cs/projekty/bio

* Mikrovlnná spektroskopie biomolekulárních nanostruktur

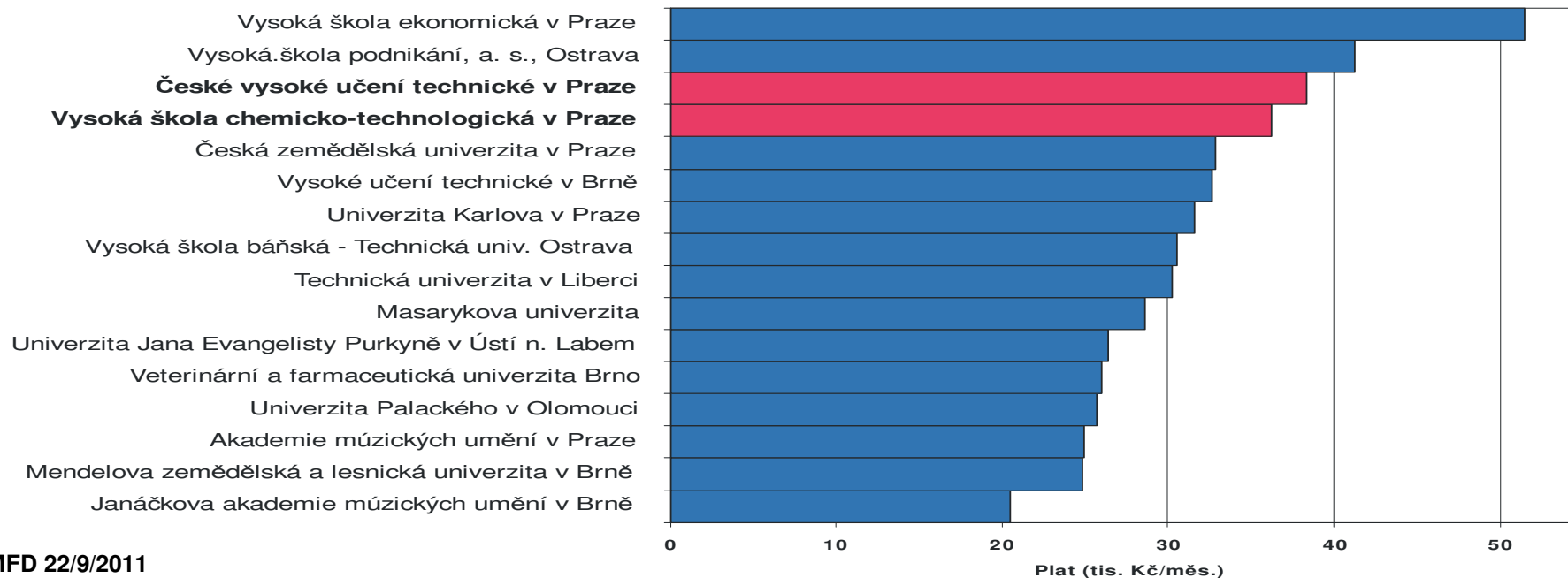
* Návrh integrovaných obvodů pro měření elektromagnetické aktivity živých buněk aj.

I TY se staň UFEem !

UPLATNĚNÍ V OBORU



Příjmy absolventů VŠ po 5 letech praxe



MFD 22/9/2011

LABO a bezpečnost

LABO : MCVD+tažení



Během exkurze se, prosím, zdržte vlastní nezávislé výzkumné činnosti.

Děkujeme za pozornost