



Otevřená věda
Otevíráme přímou cestu ze škol k vědě



Optická vlákna

Laboratoř optických vláken

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

www.ufe.cz/dpt240



Ústav fotoniky a elektroniky AVČR

ZÁKLADNÍ VÝZKUM

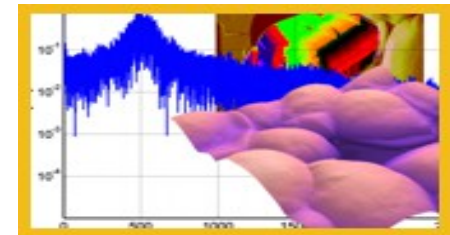
Optické biosensory (SPR Homola)

Vláknové lasery a nelineární optika (Honzátko)

Nanomateriály (SIMS Lorinčík)

Bioelectrodynamika (Cifra)

Státní etalon času a frekvence (Kuna)



Hlavní sídlo : Praha 8, Kobylisy

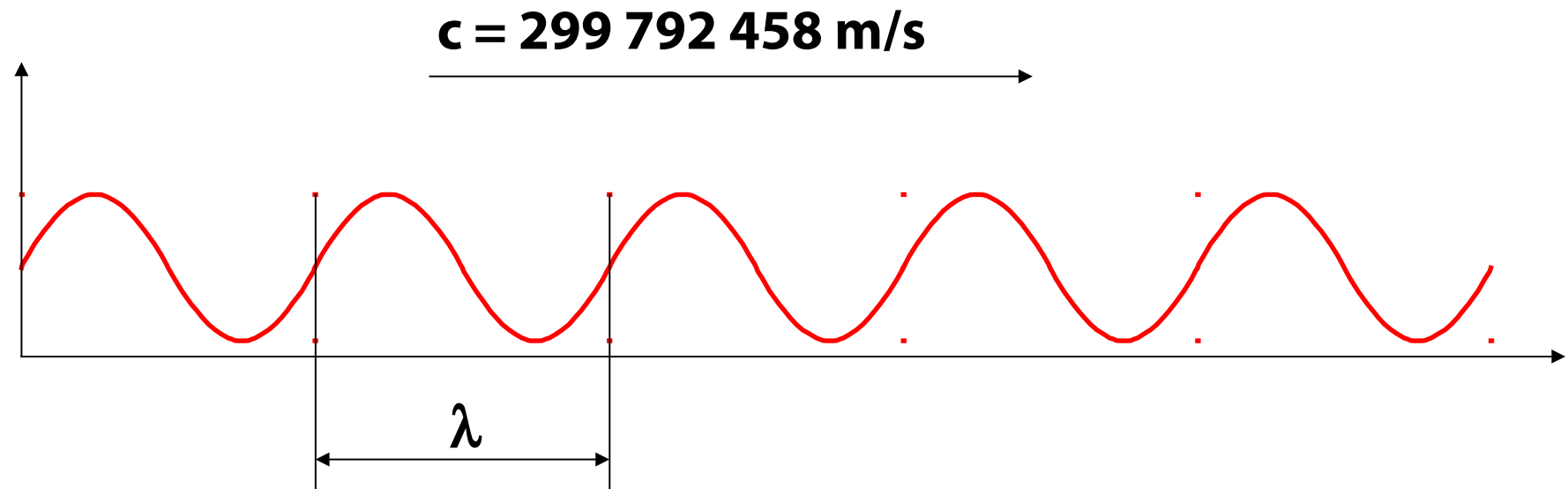
Fotonika

Optika

-věda zabývající se světlem (paprsky, kvanta)

Foton -elementární částice EM záření -světla

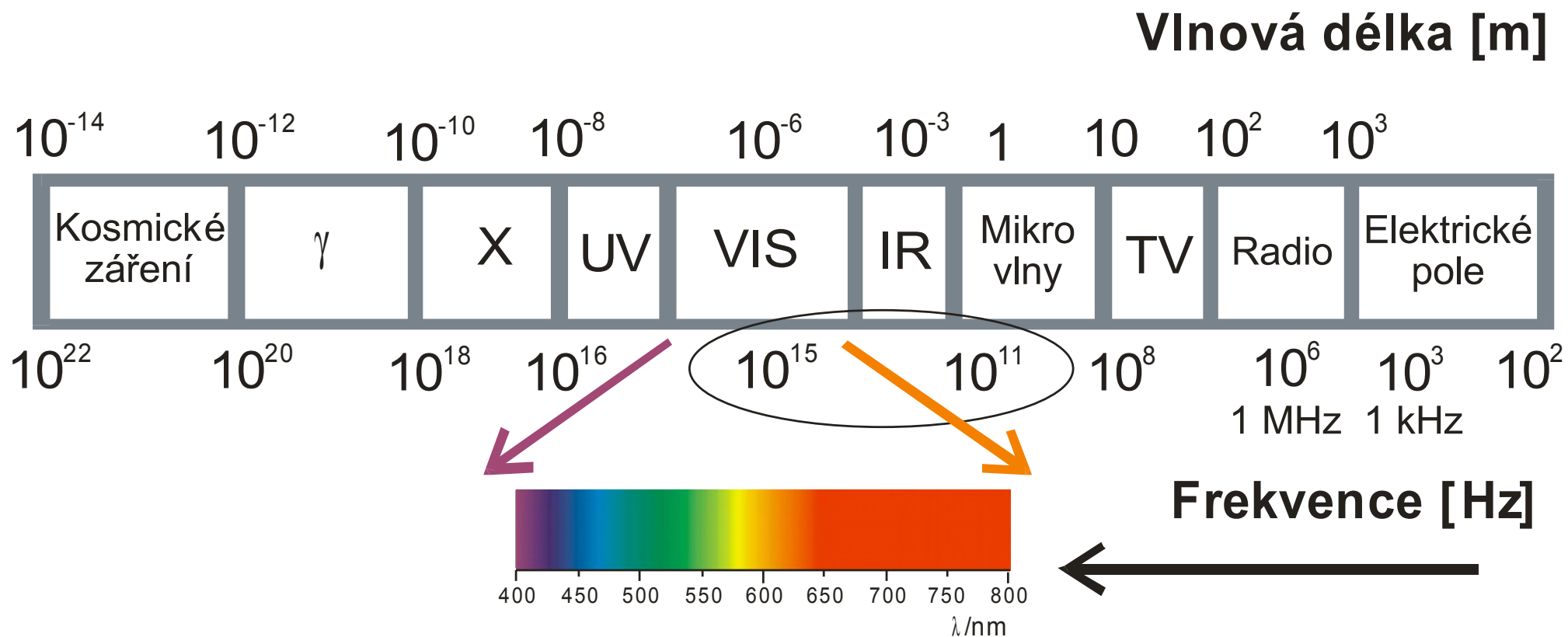
FOTONIKA -věda zabývající se vlastnostmi a využitím fotonů



$$f = c / \lambda$$

c	rychlost světla
λ	vlnová délka
f	frekvence

Proč optické komunikace ?

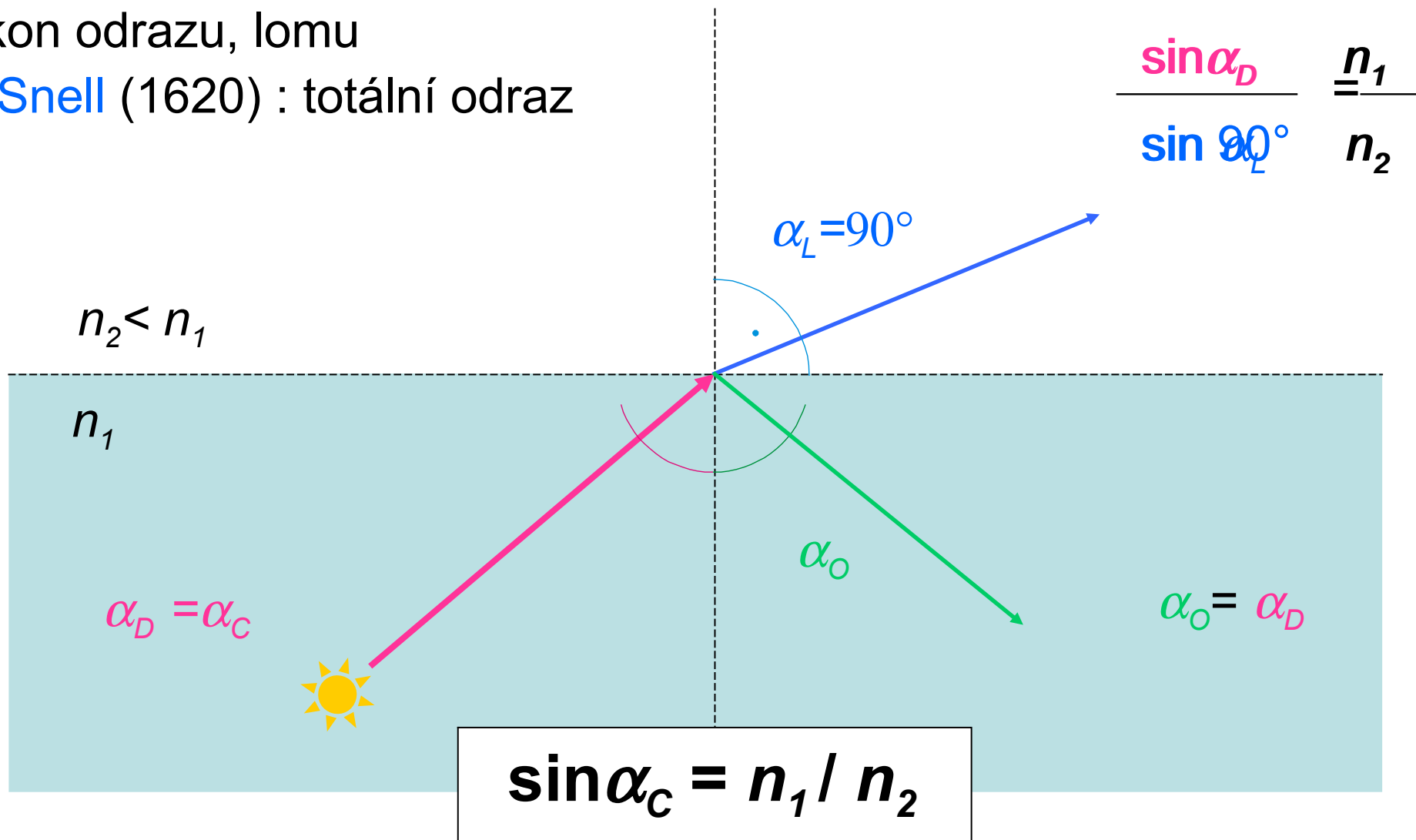


$$f = c / \lambda$$

Princip - totální odraz

Zákon odrazu, lomu

W. Snell (1620) : totální odraz

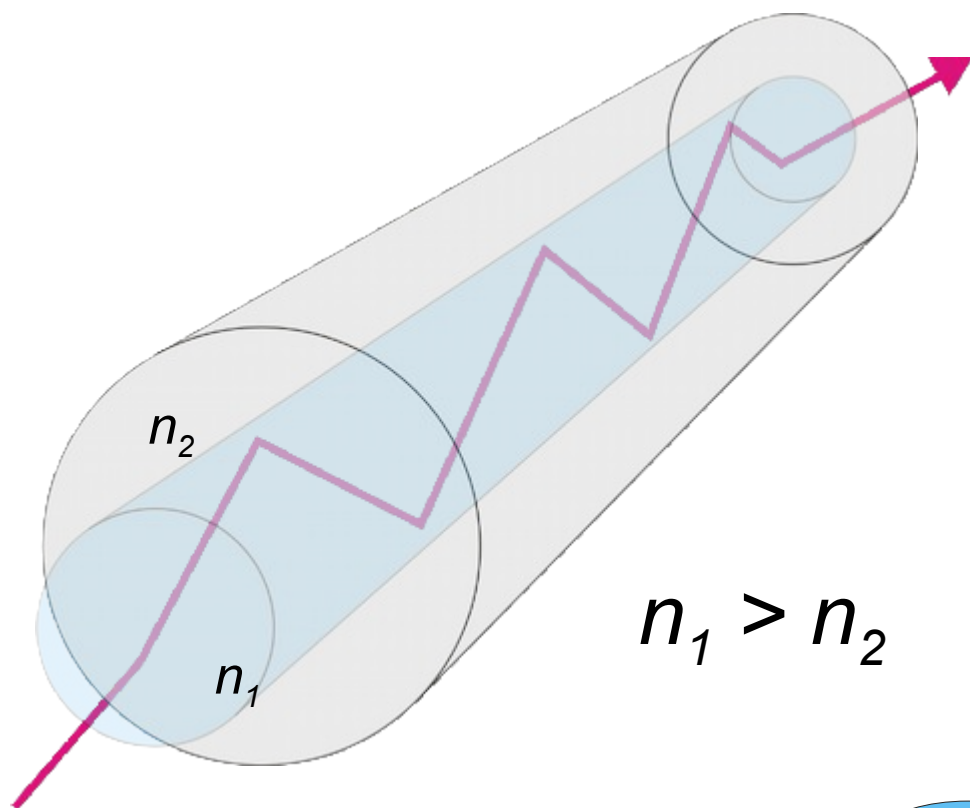


Totální odraz - příklady

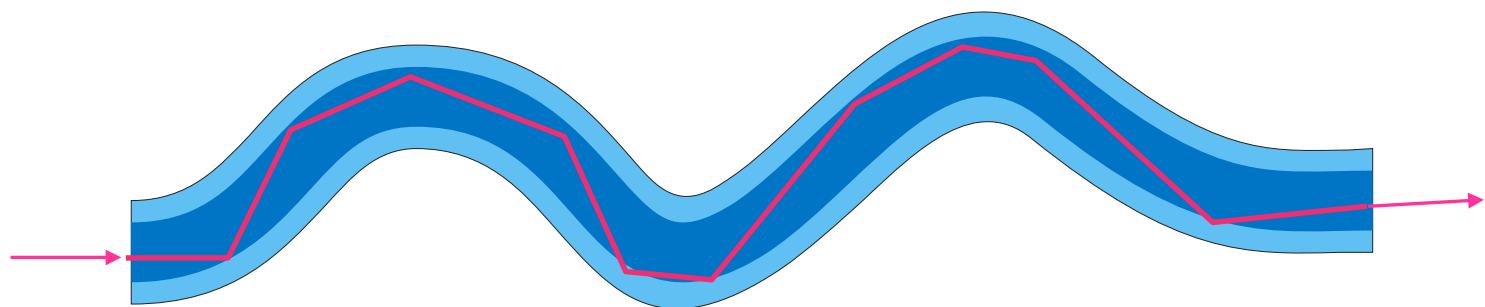


Vnovodný princip - optické vlákno

J. Tyndall (1853)



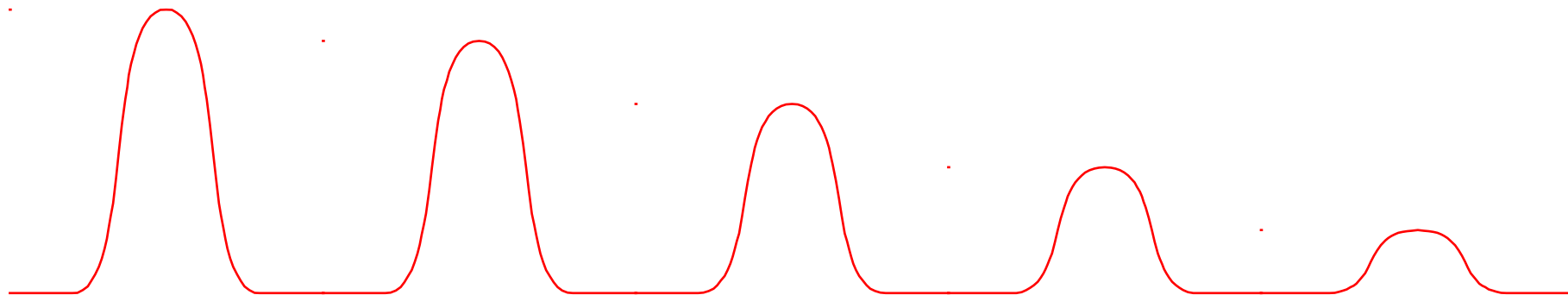
Index lomu ($n=c/v$)	
Vakuum	1
Vzduch	1,0003
Voda	1,330
Křemenné sklo	1,457



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

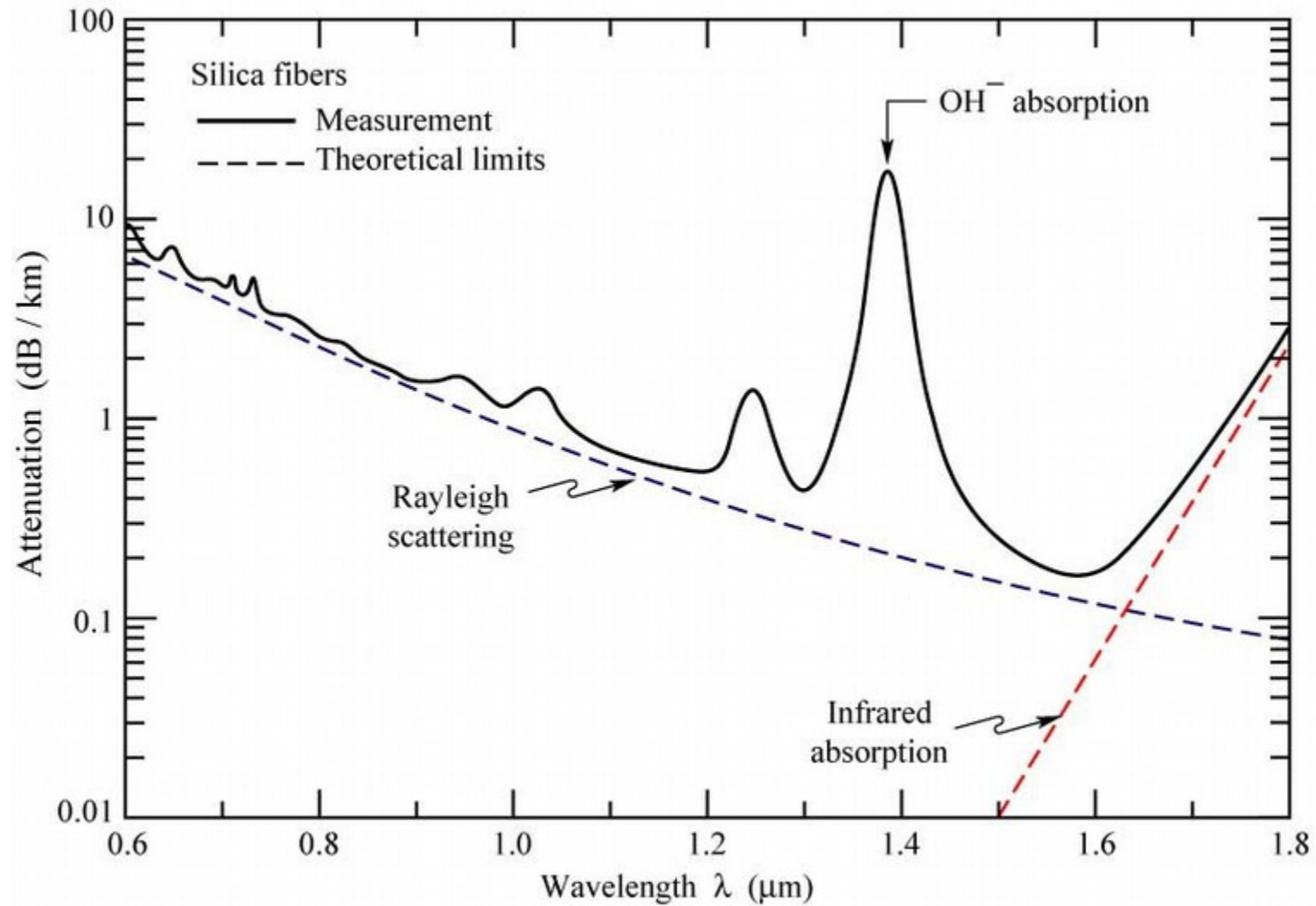


velmi čisté materiály
FO Optipur
max obsah nečistot v řádu
ppb = 10^{-9}



ČISTÉ TECHNOLOGIE

Optické ztráty



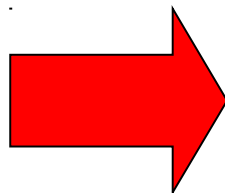
$$\alpha(\lambda) = -(10/L) \cdot \log(P_{\text{output}}/P_{\text{input}}) \quad [\text{dB/km}]$$

Příprava optických vláken

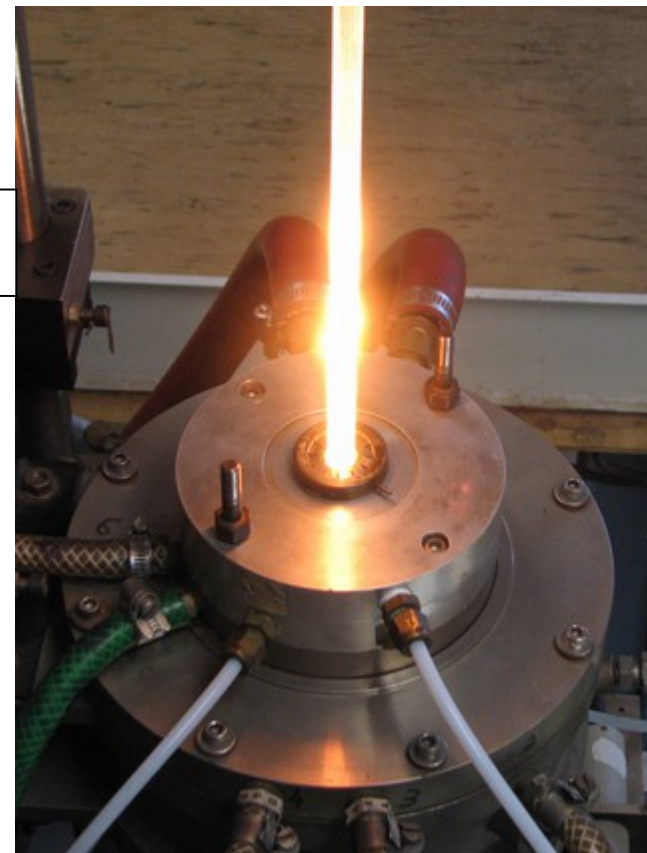


MCVD

1. Preforma



2. Tažení

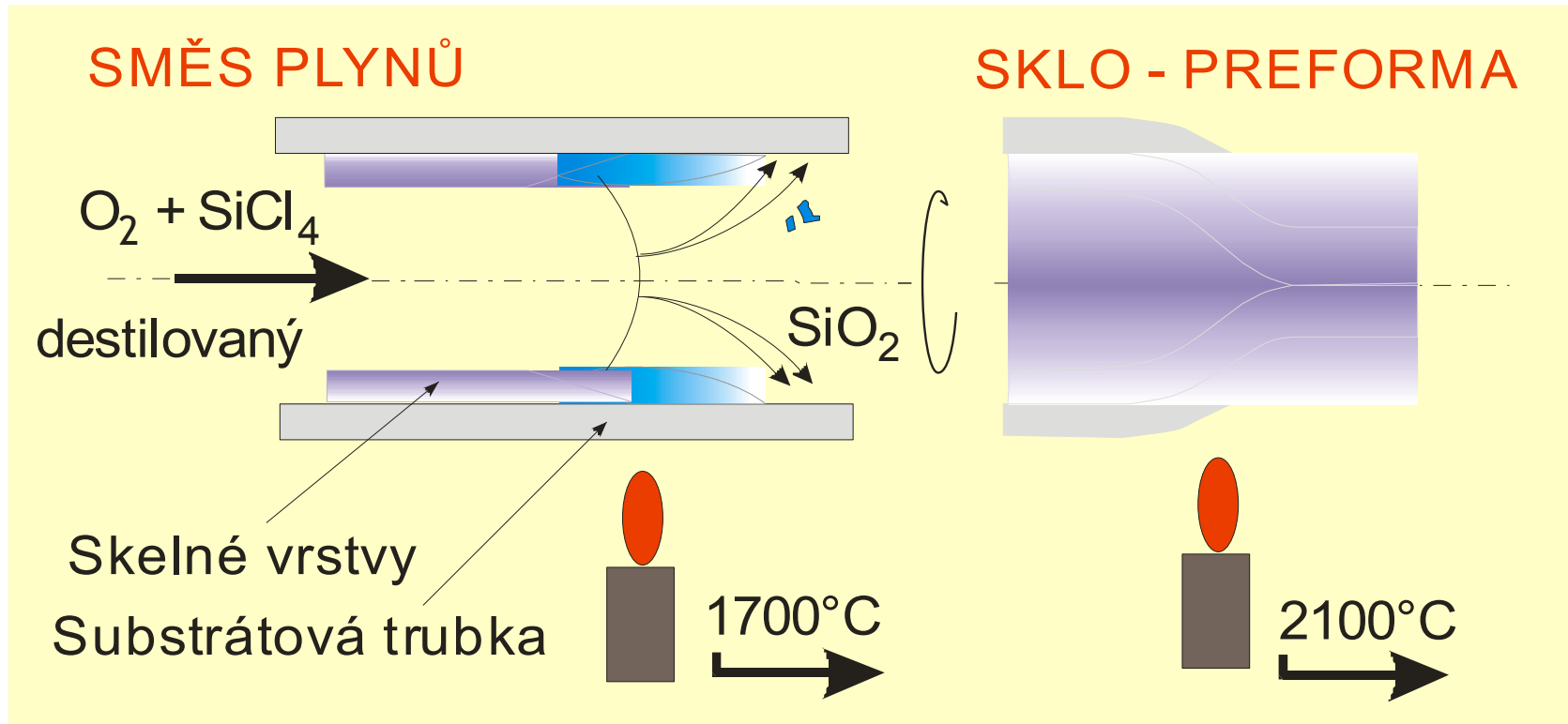


Ultra-čisté technologie : preforma

MCVD – Chemical Vapor Deposition

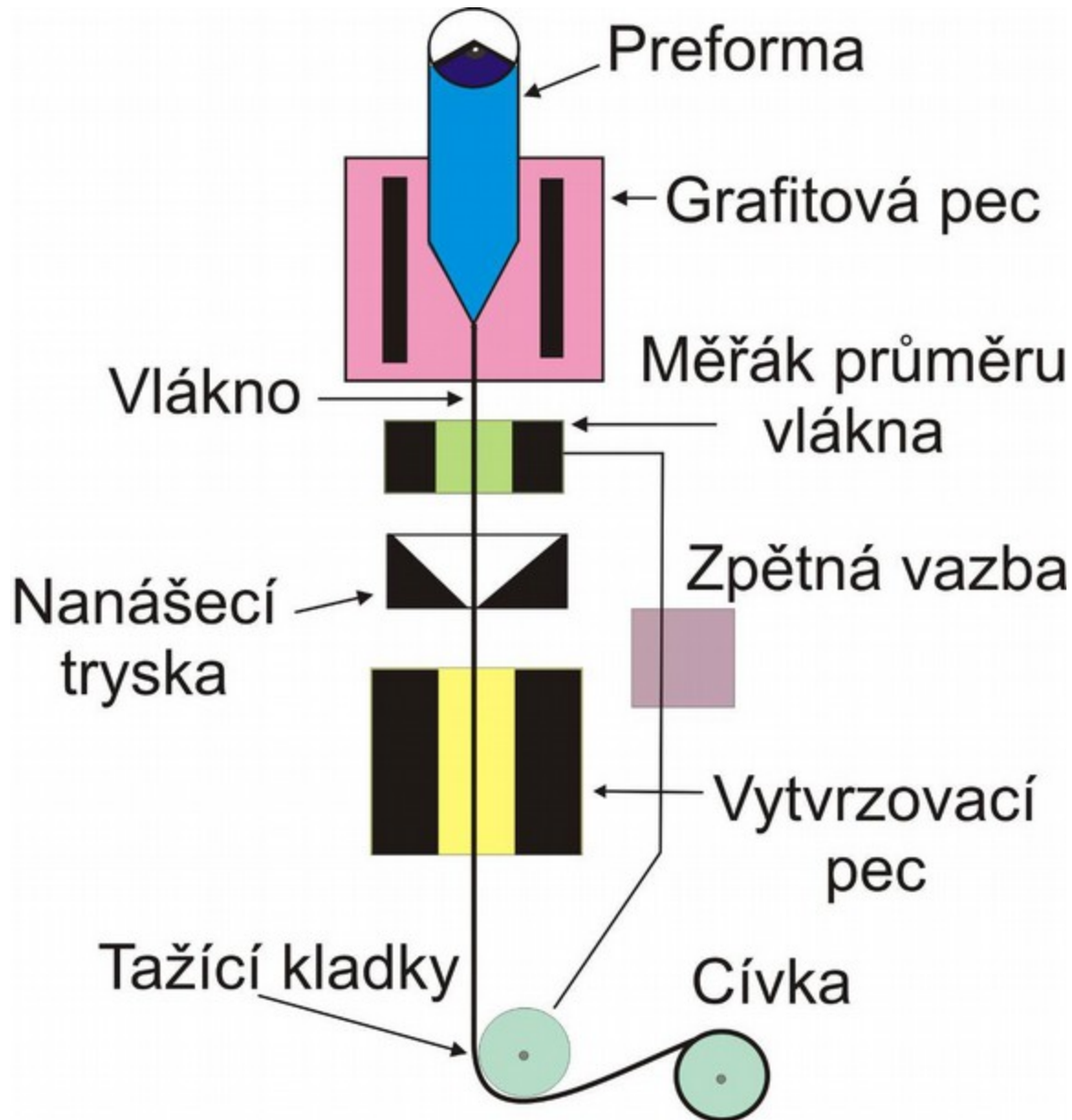
1. Depozice vrstev

2. Kolaps



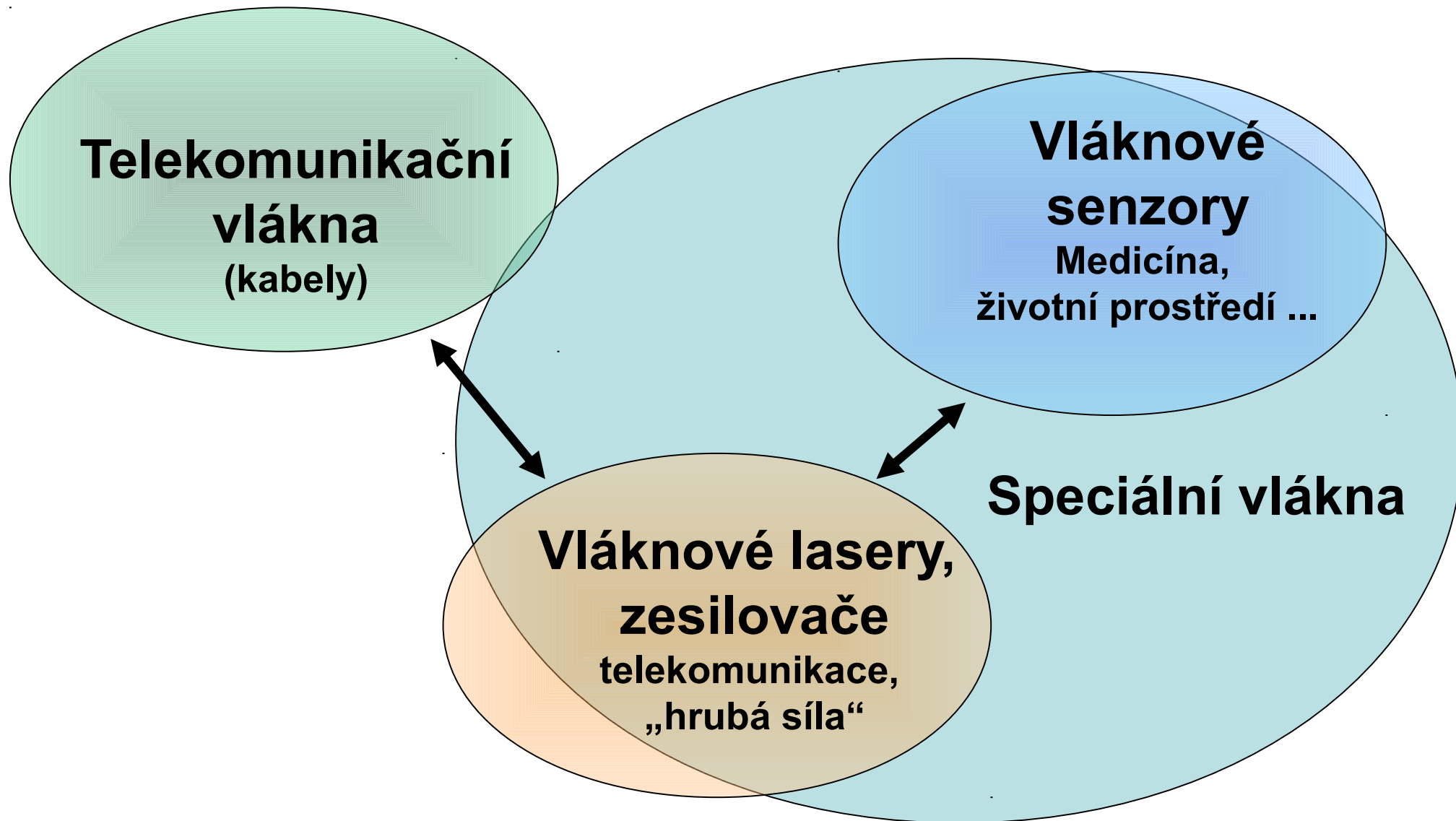
- Postupná depozice **tenkých skelných vrstev** (tloušťka 1-10 μm) na vnitřní stěnu trubice => **preforma (tyčka)**
- **Vysoká čistota** ($\sim 10^1$ ppb nečistot), **vysoká přesnost** ($>1\%$)

Tažení optického vlákna z preformy



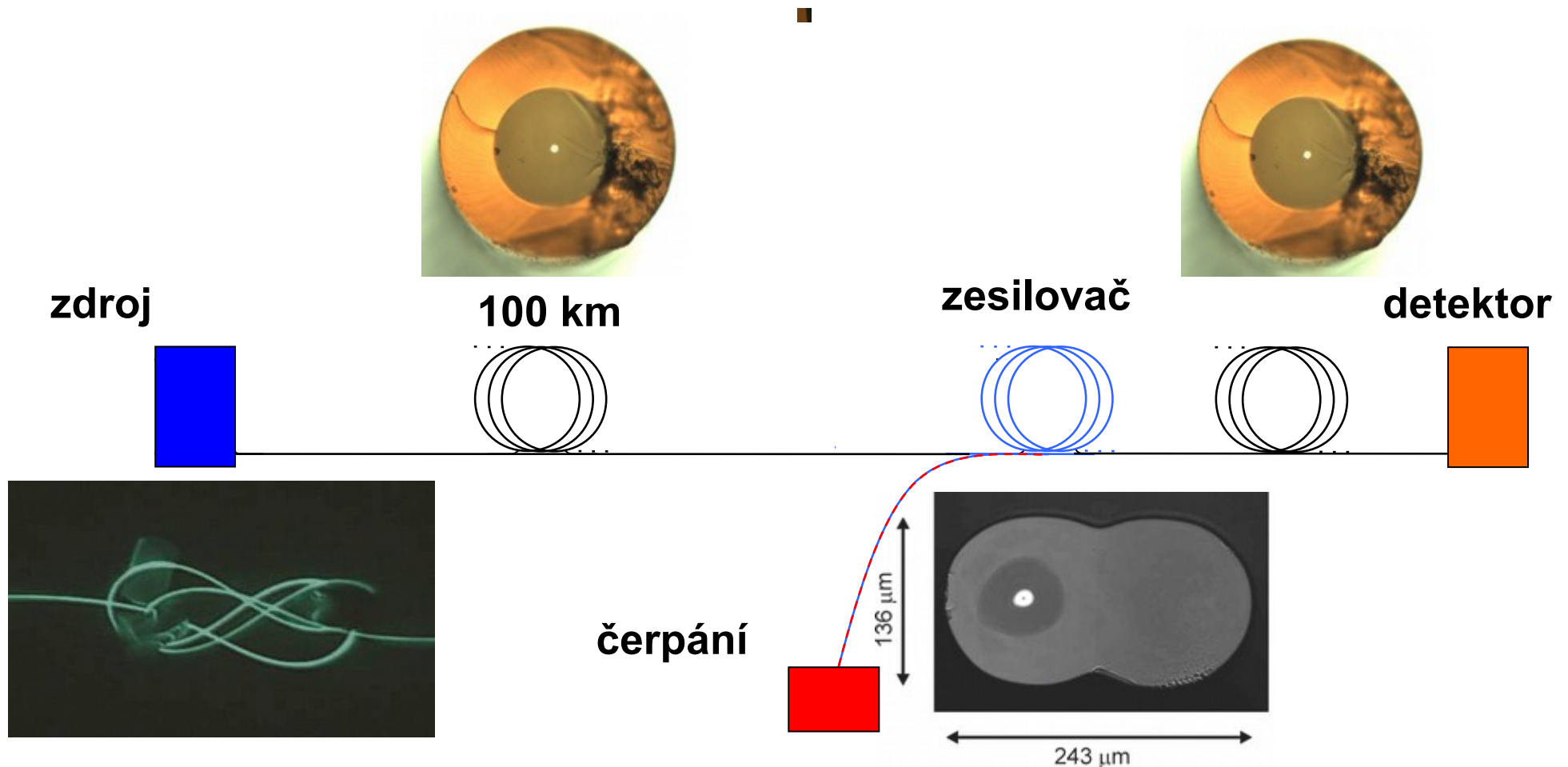
- Průměr
80-1000 μm
- Teplota
1800-2000 $^{\circ}\text{C}$
- ne textil
- ne termoizolace

Použití optických vláken



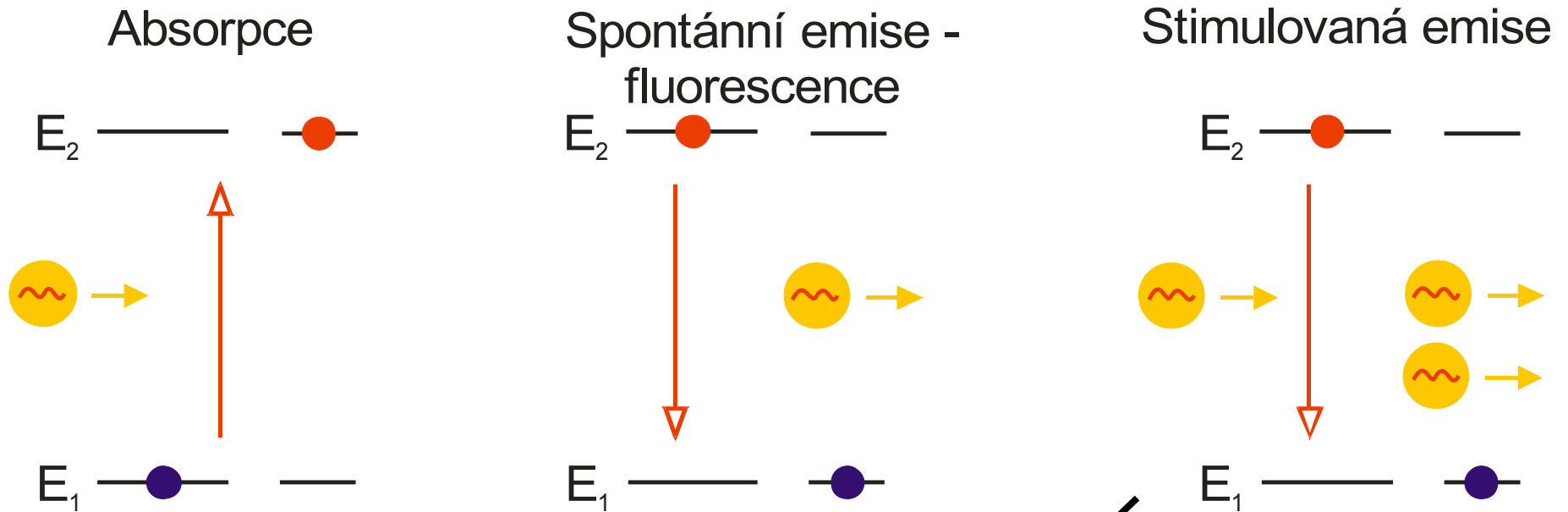
Vlákna pro telekomunikace

Vláknové lasery a zesilovače



Interakce fotonů s atomy

Stimulovaná emise → laser

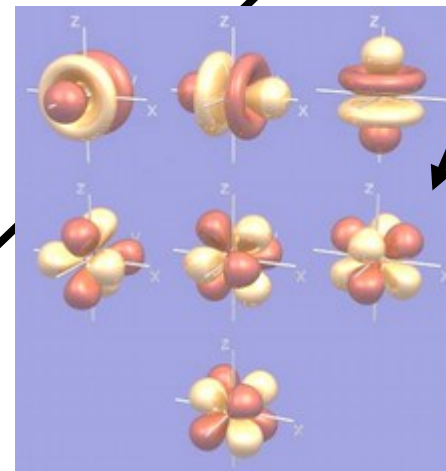


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
1 H	2 He																
3 Li	4 Be																
5 Na	6 Mg																
7 K	8 Ca	9 Sc	10 Ti	11 V	12 Cr	13 Mn	14 Fe	15 Co	16 Ni	17 Cu	18 Zn	19 Ga	20 Ge	21 As	22 Se	23 Br	24 Kr
19 Rb	20 Sr	21 Y	22 Zr	23 Nb	24 Mo	25 Tc	26 Ru	27 Rh	28 Pd	29 Ag	30 Cd	31 In	32 Sn	33 Sb	34 Te	35 I	36 Xe
37 Cs	38 Ba	39 La	40 Ce	41 Pr	42 Nd	43 Pm	44 Sm	45 Eu	46 Gd	47 Tb	48 Dy	49 Ho	50 Er	51 Tm	52 Yb	53 Lu	54 Rn
55 Fr	56 Ra	57 Ac	58 Th	59 Pa	60 U	61 Np	62 Pu	63 Am	64 Cm	65 Bk	66 Cf	67 Es	68 Fm	69 Md	70 No	71 Lr	

Legend:

- alkalické kovy
- alkalické zemní kovy
- vzácné plyny
- halogeny
- metalloidy
- přechodné kovy
- jiné kovy
- vzácné zemní prvky

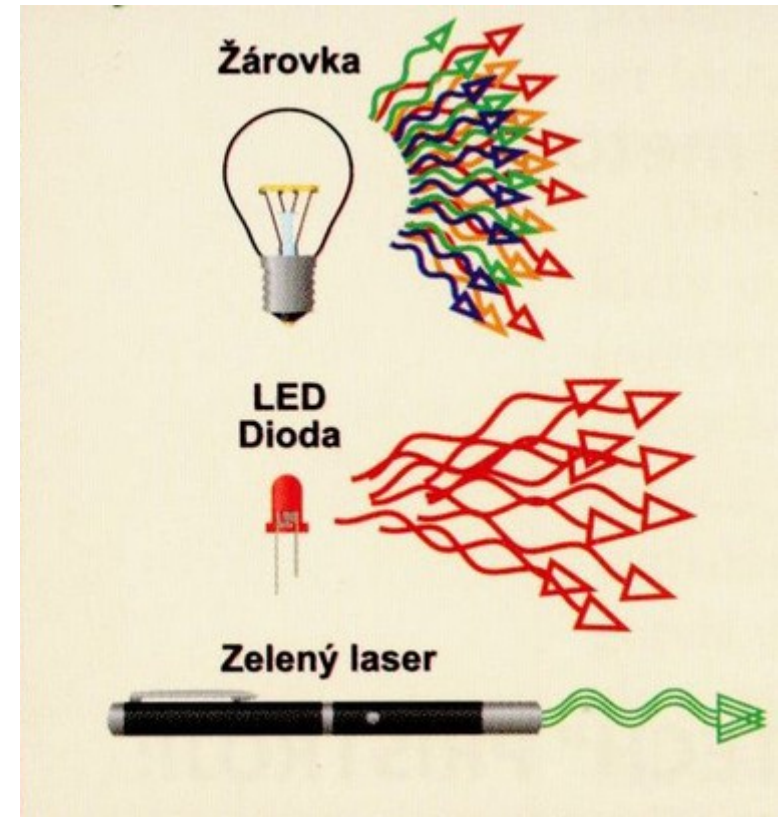
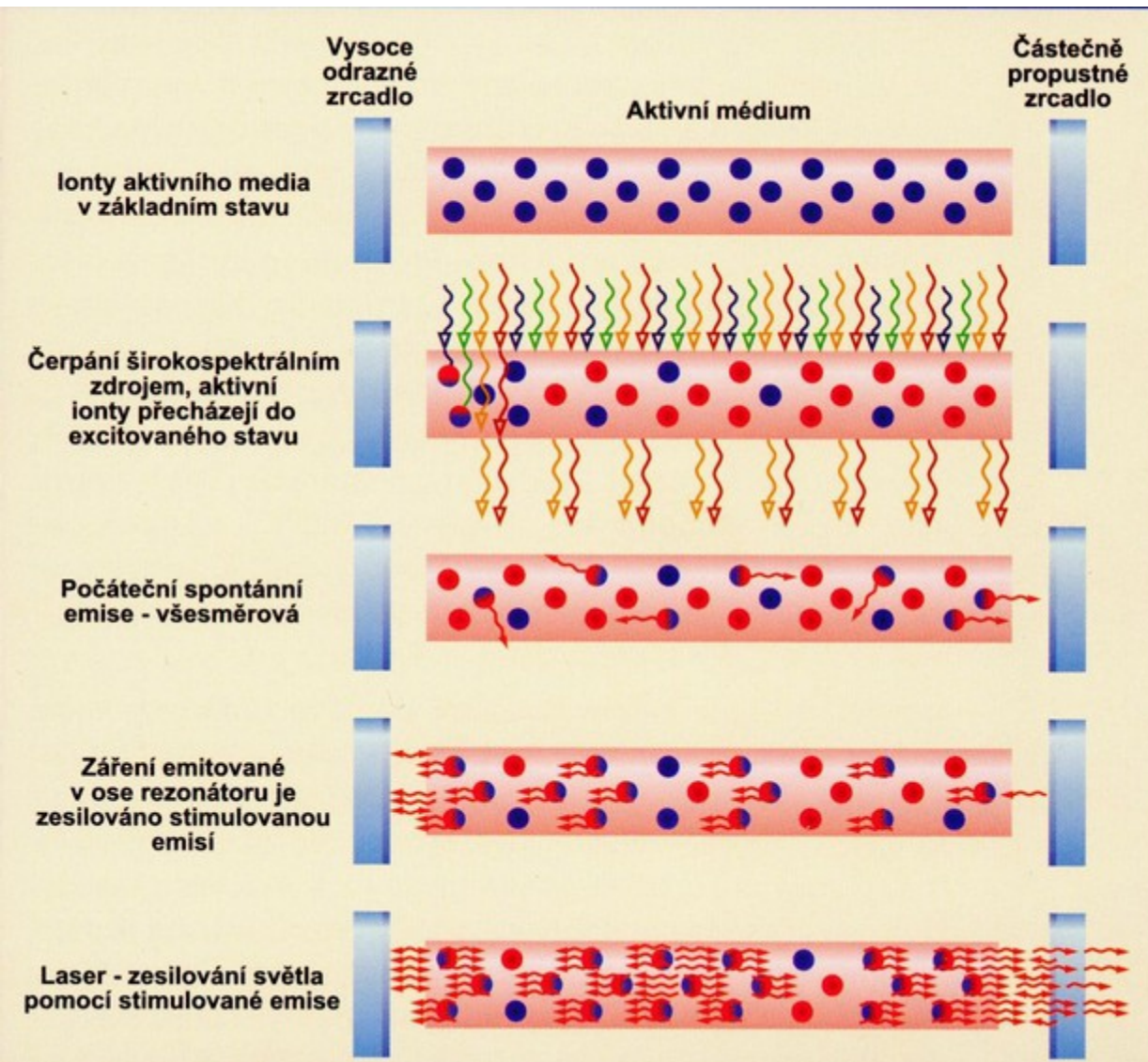
Other labels: Alkalické prvky, přechodné prvky, ostatní alkalické prvky, Lanthanoidy, Actinoidy.



Prvky
vzácných
zemín

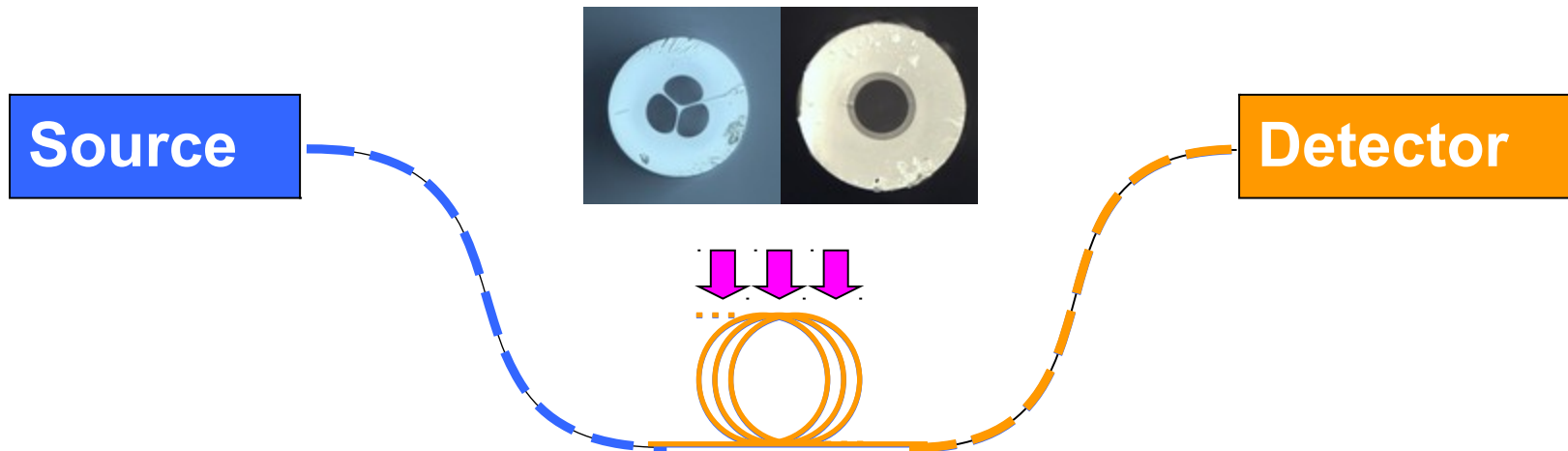
Stimulovaná emise → laser

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation



* H. Jelínková, Čs. Časopis pro fyziku, No. 4-5, 2011

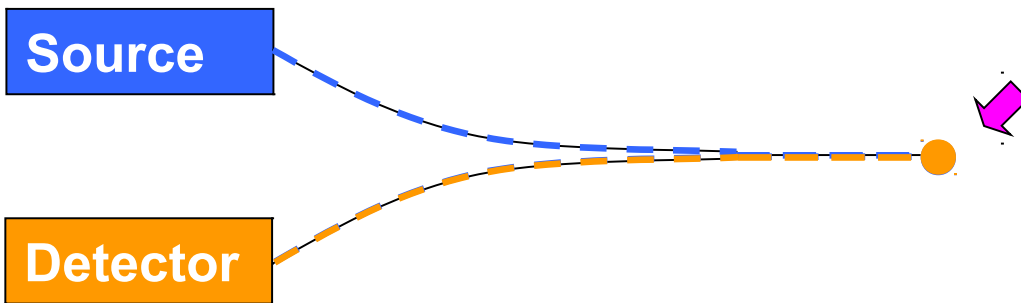
Optické vláknové senzory



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

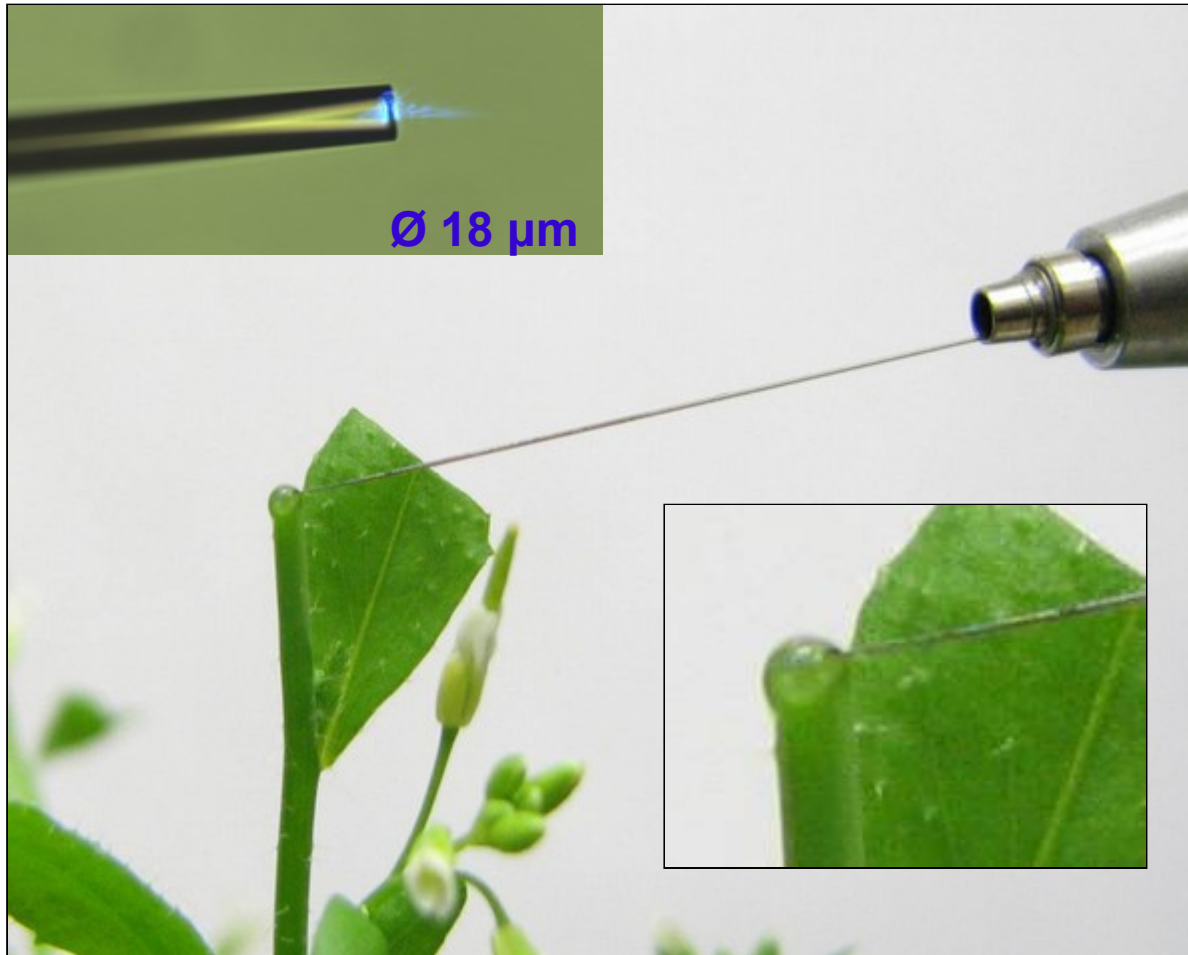


Mez detekce ~ 3-5 mg/l (srovnatelné s limity EU)

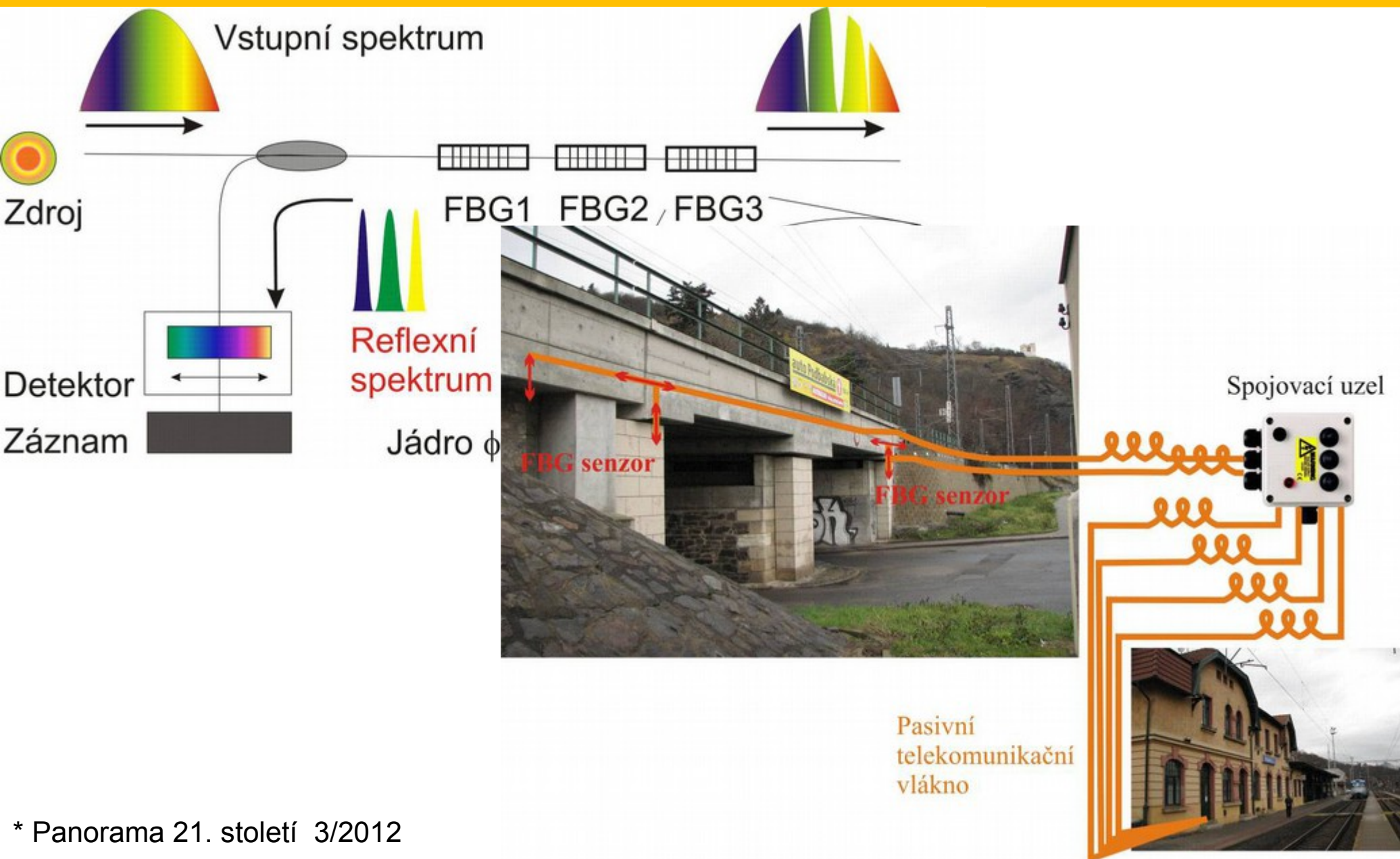
Odezva ~ sekundy

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.asp>
detekce ... (2012)



LABO a bezpečnost

LABO : MCVD+tažení



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

Děkujeme za pozornost