Letní setkání týmů centra REMOROST

Čejkovice 13 – 14.9. 2007

V006 - Rozvoj a optimalizace optických metod lokální detekce fyzikálně-chemických veličin s velmi jemným prostorovým rozložením pro studium buněčných struktur

ÚFE AV ČR, Praha

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i. - ÚFE (ÚRE)

Oddělení technologie optických vláken, Suchdol

www.ufe.cz

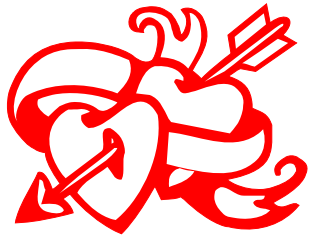
Technologie optických vláken

1979 – Společná laboratoř silikátů ČSAV a VŠCHT .....

.... 1993 – Ústav radiotechniky a elektroniky AV ČR

Vývoj technologií vláken pro **telekomunikace** + transfer.

Dnes : ÚFE

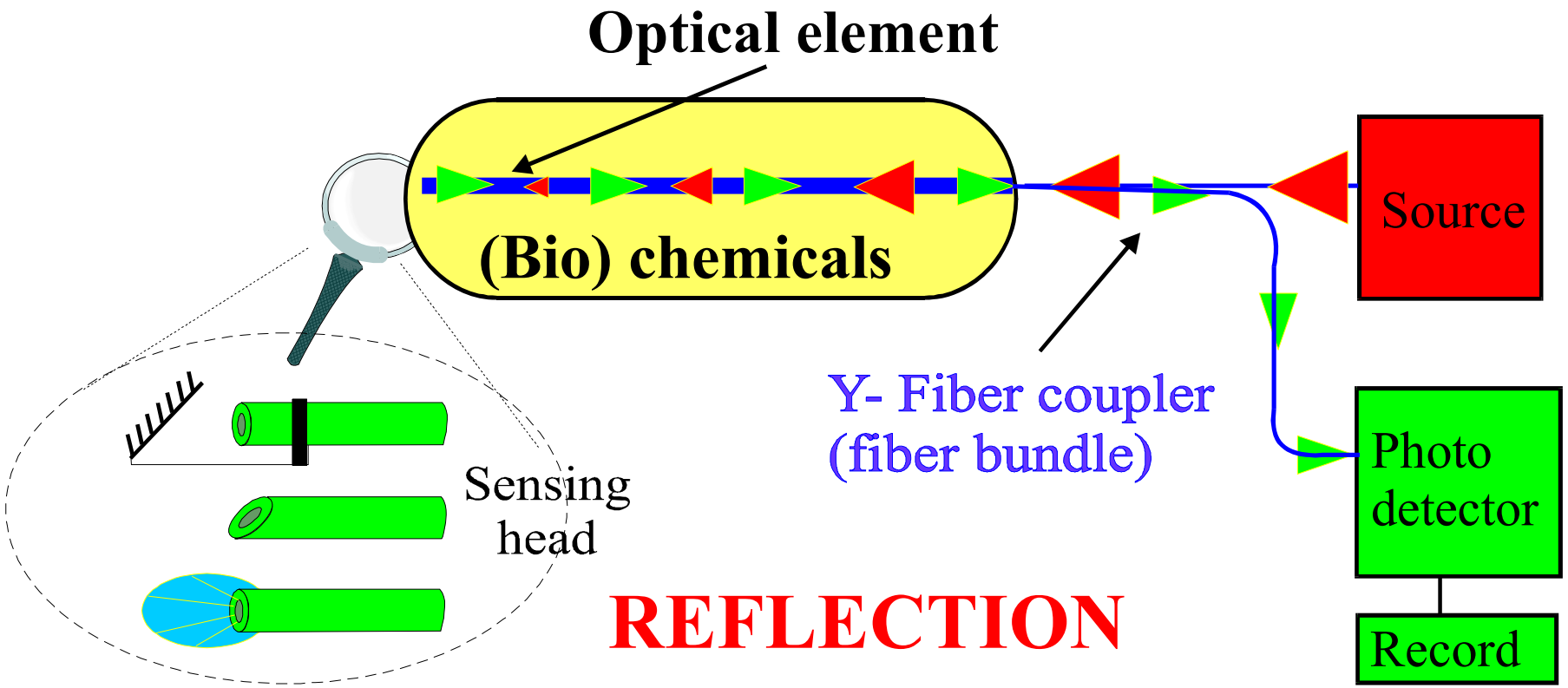


Speciální optická vlákna a vláknové komponenty pro

- telekomunikace (vláknové zesilovače, lasery ...)
- **VLÁKNOVĚ-OPTICKÉ SENSORY**

Základní materiálový výzkum.

Optický sensor :
citlivost (selektivní), reverzibilita



Optický element : planární vlnovod, vlákno, vláknová kapilára.

Co lze opticky detekovat ?

- Fyzikální vlivy
  - teplota, tlak, proud/napětí, vibrace ...
- Chemické vlivy
  - O2
  - CO2
  - NH3
  - H2
  - SO2
  - NO2
  - chlorinated HC
  - pH
  - cations – K^+, heavy metal ions
  - anions – chlorides, nitrates

Bio-chemické vlivy

- alcohols
- glucose
- lactate
- creatinine
- esters
- urea
- glutamate
- oxalate
- phenols
- sulfite
- ascorbate
- bilirubin
- xantin
- cholesterol

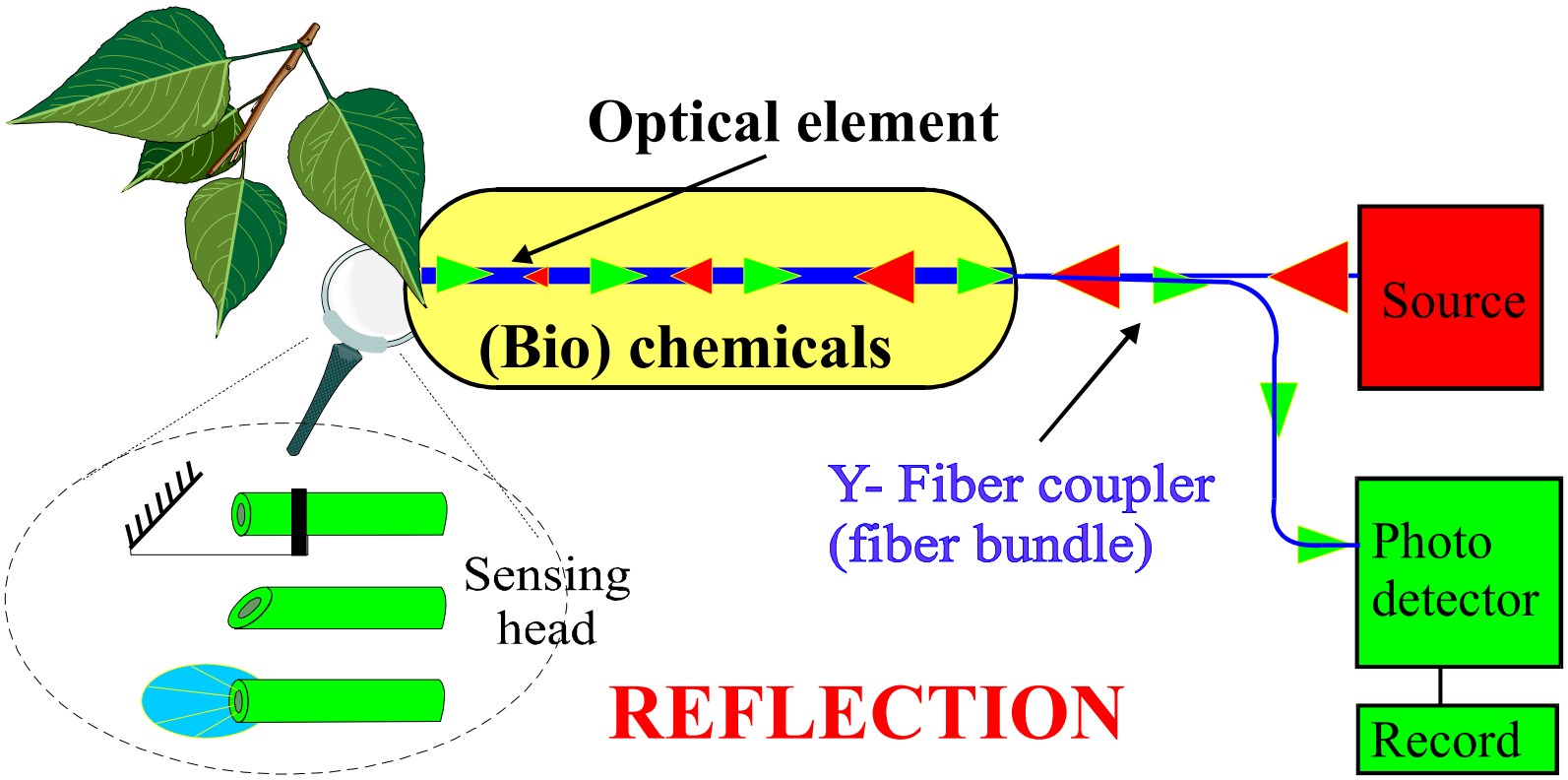
Komerčně dostupné sensory

• GeoCenters -		pH
• FiberChem	decisionlinkinc.com	HC
• Presens	presens.de	O2, pH
• Yellow Springs	ysi.com	CO2
• Soundek	otech.fi	oil
• *OceanOptics*	*oceanoptics.com*	*pH*, O2
• SMSI	s4ms.com	O2
• Photosense	photosense.com	O2

- ***Optická "vlákna" = průměr ~1 mm; sondy = 140 µm*** >> buňky
- ***Electrochemické sensory : elektrody min. 50 µm (Diamond)***
- ***pH <6.5; 12> (OceanOptics)*** *- mimo rozsah*

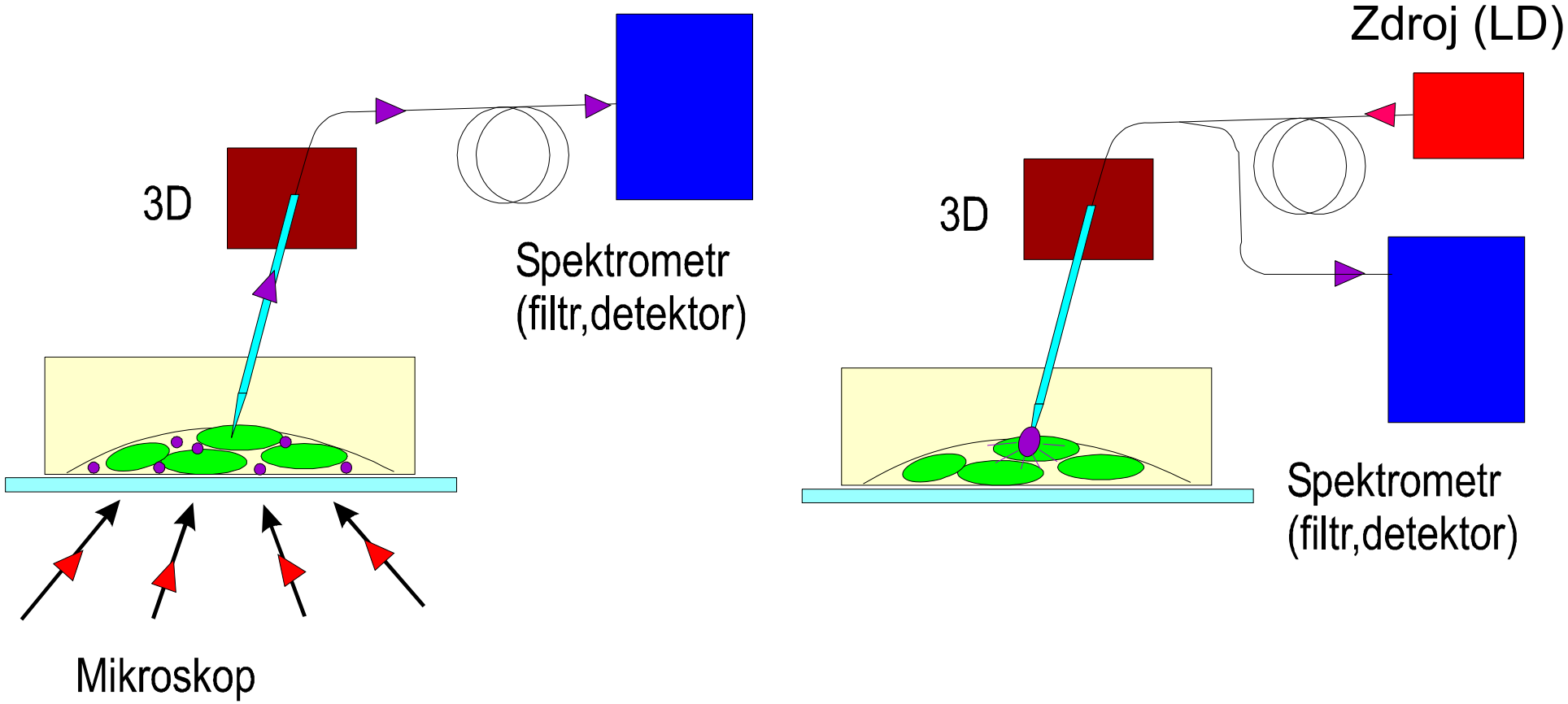
Rozvoj optických metod lokální detekce fyzikálně-chemických veličin s velmi jemným prostorovým rozložením pro studium buněčných struktur:

Detekce pH <5,5 ; 7,0>; ~ 1 μm



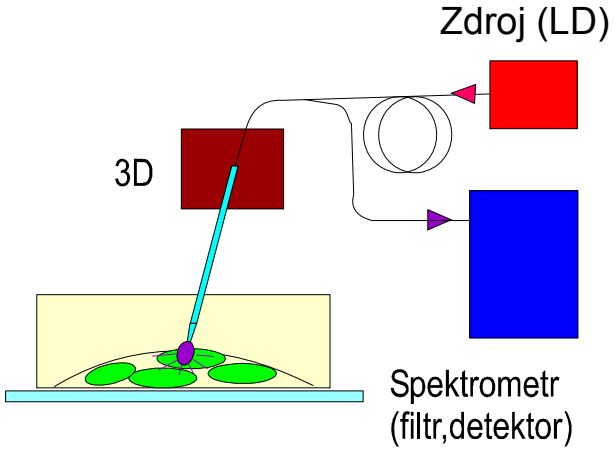
Interakce V001 & V002

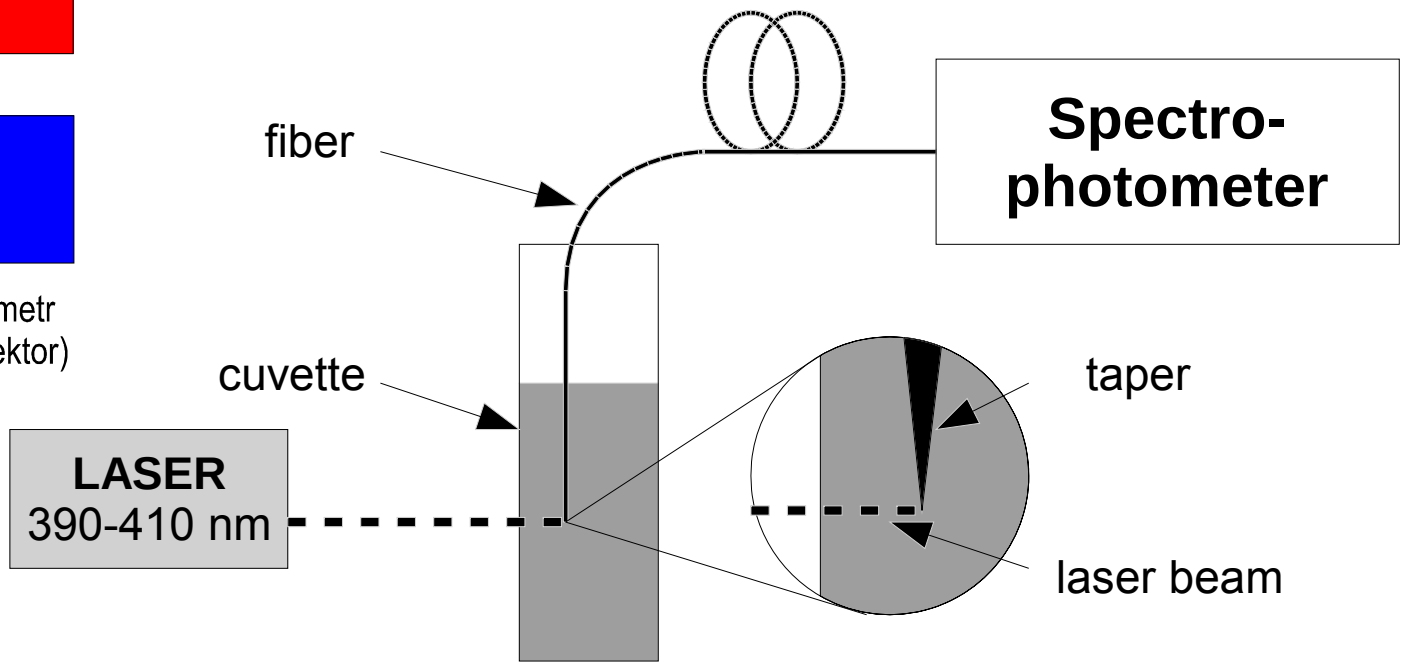
Návrh řešení



I. Kašík I., V. Matějec, M. Chomát, D. Berková, M. Hayer, J. Mrázek, O. Podrazký: „Optical fibers for optical sensing“, Advanced Study Course on Optical Sensing - ASCOS 2006, Tihany, Hungary, September 2006, invited lecture

Řešení a jeho části





1. Metoda : FLUORESCENCE - měření intenzit

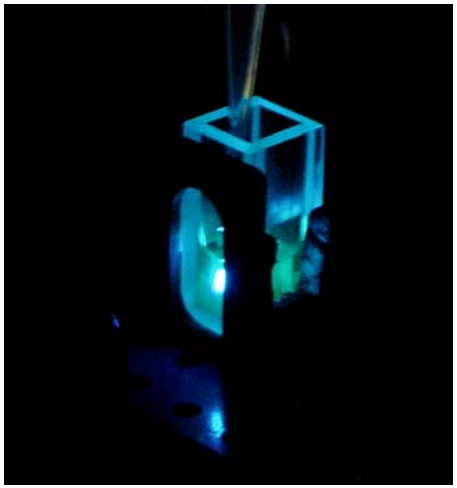
- absorpce /nižší citlivost/
- fluorescence – měření doby života /nákladnost/
- fluorescence – měření polarizace ....

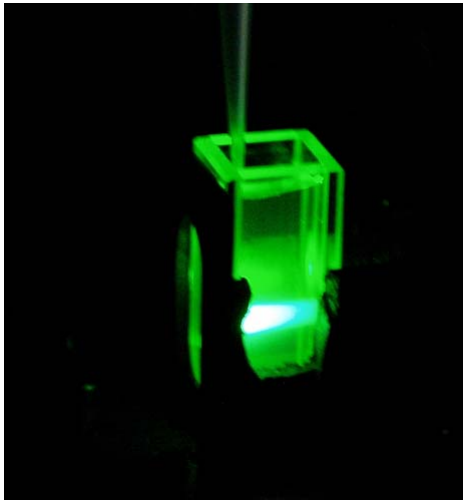
2. Volba převodníku

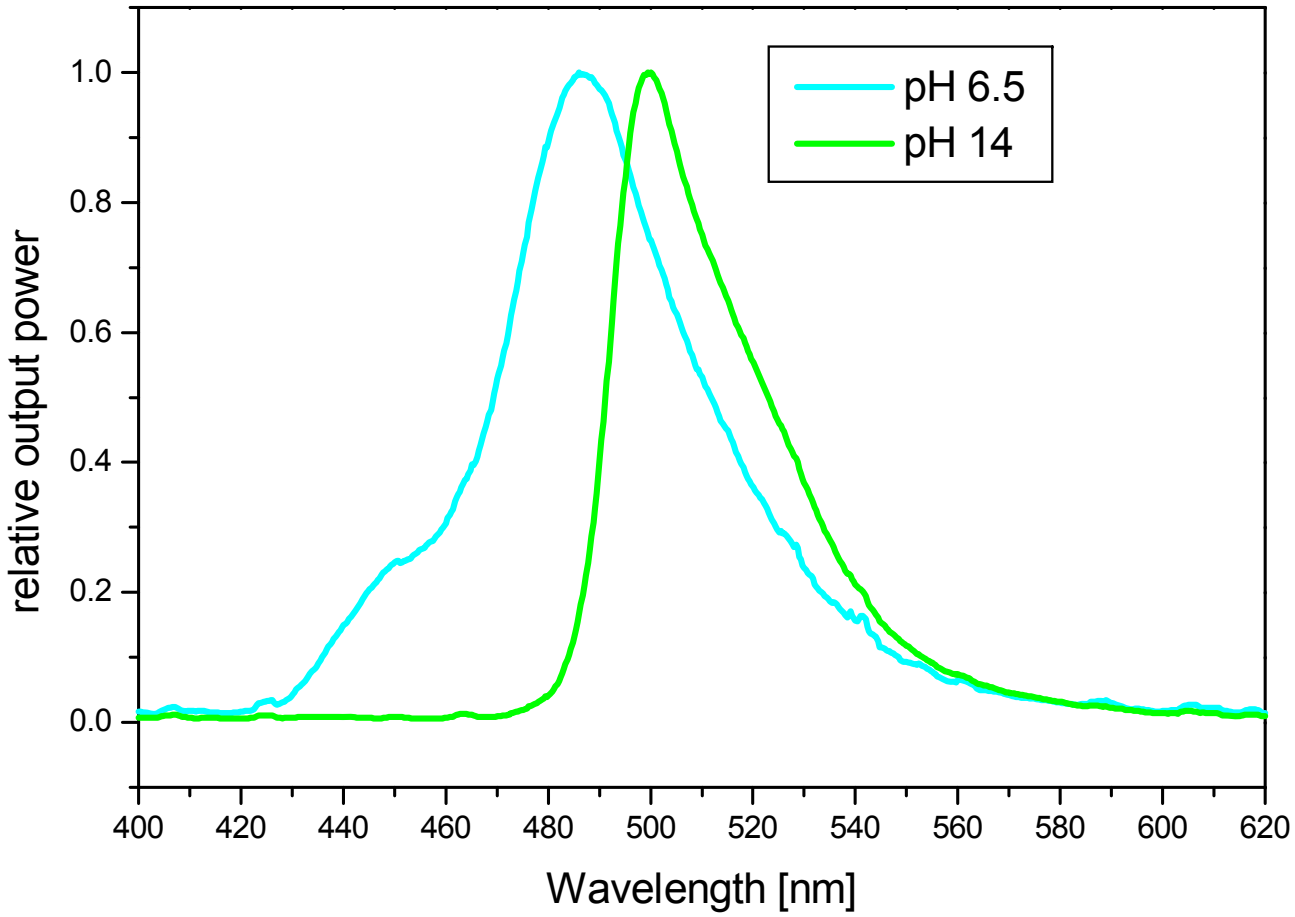
- odezva v rozsahu pH <5,5 – 7,0>
- vysoká kvantová účinnost
- absorpce shodná s dostupnými čerpacími zdroji
- emise ve VIS-NIR oblasti
- vysoká citlivost
- misitelnost s imobilizujícími látkami

6,8-dihydroxy-1,3-pyrenedisulfonic acid disodium salt (DHPDS)

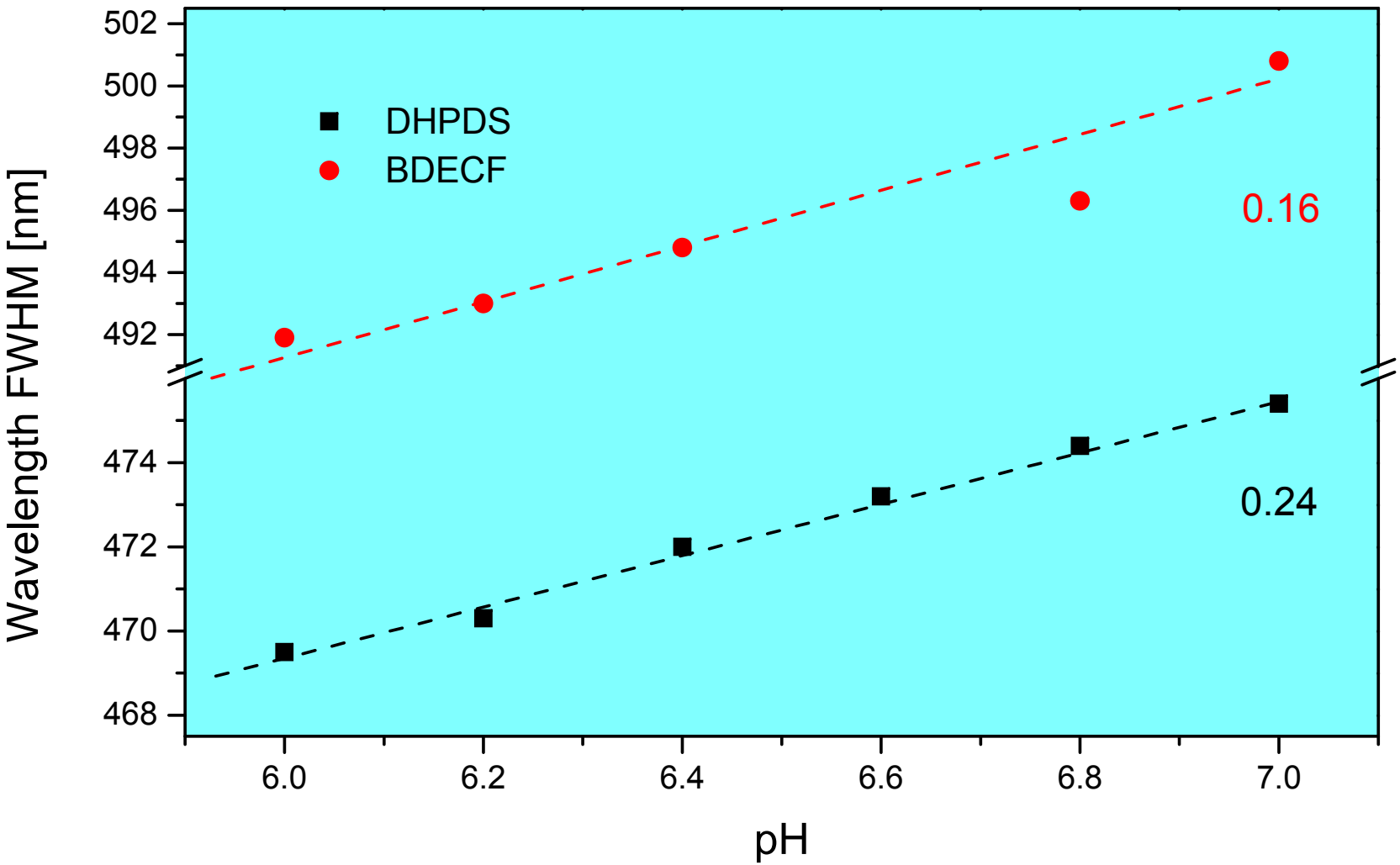
Volba převodníku







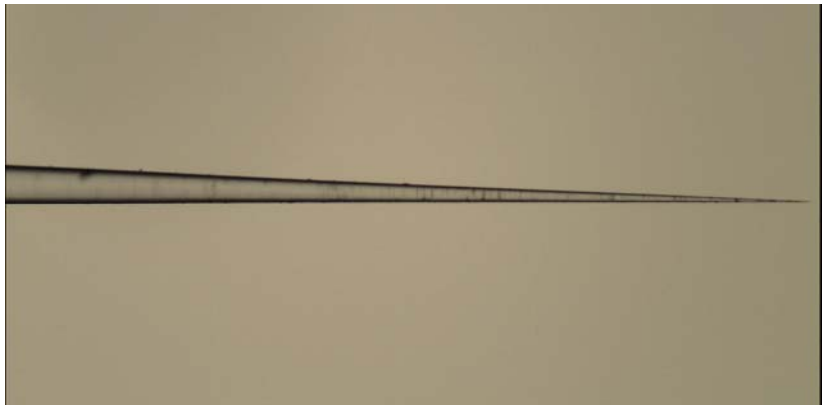
VOLBA ZDROJE - LD 473 nm (5 mW)

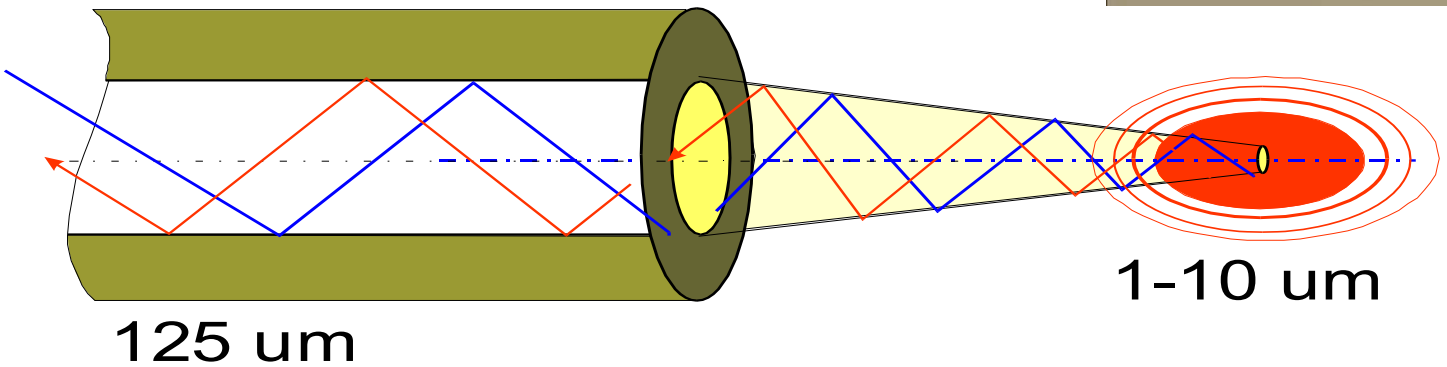


O. Podrazký, J. Mrázek, M. Seidl, I. Kašík, P. Tobiška, V. Matějec : Preparation and characterization of transducer layers for detection of auxins through cellular membrane, SPIE - Optical Sensors (COO105), Prague, April 2007, oral, Proc. SPIE 6885-37

3. Optický element – „fiber taper“

Small area monitoring ~ μm^2





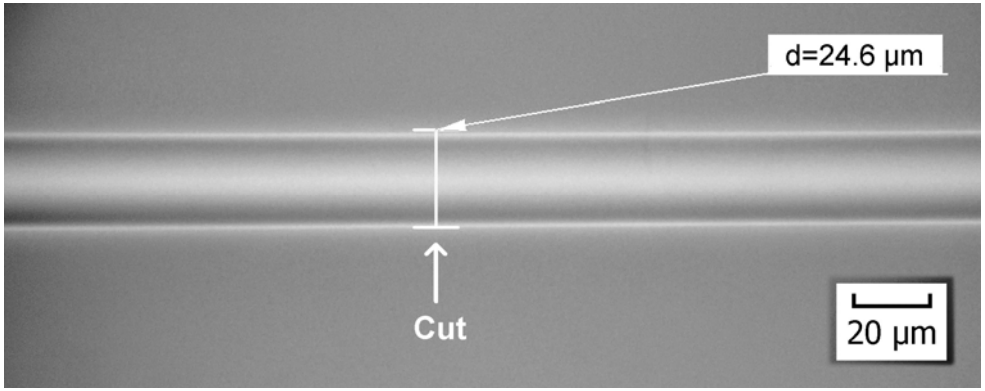
- [B.D.Gupta, C.D.Singh, F.Ligler, D.Kopelmann, F.Baldini]
- Příprava
  - leptání kyselinami (HF)
  - tepelné (plamenové) tváření + ochranný pokryv

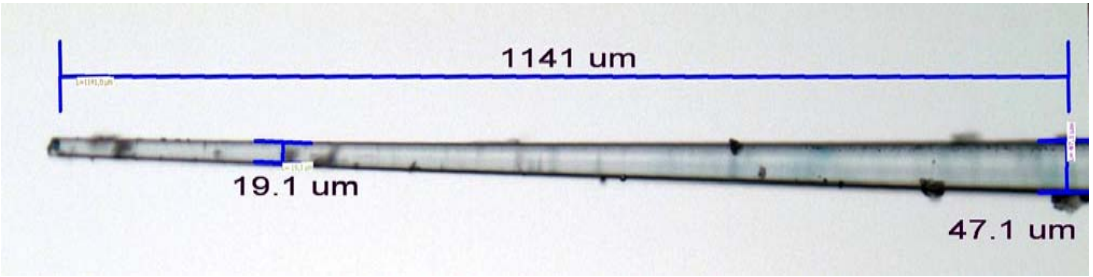
Fiber taper

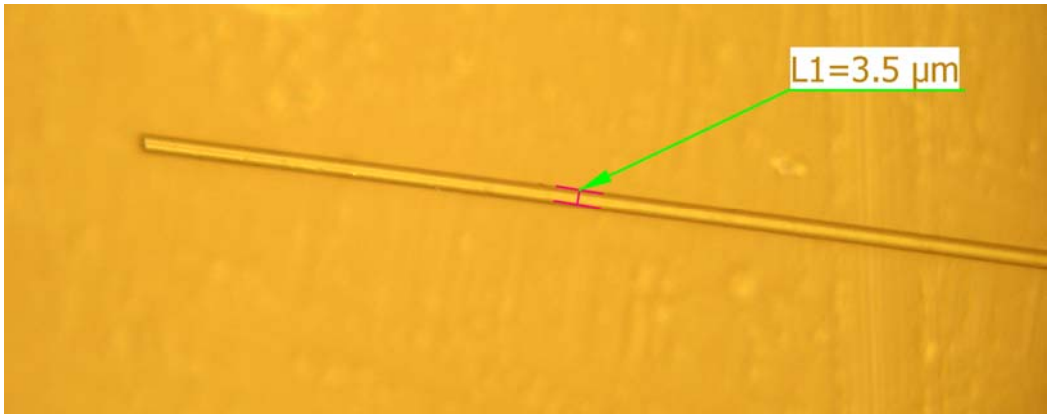
- nízké optické ztráty
- (tzv. adiabatický)

- krátký

- pevný - **pokryv**
  - ~ 40 nm vrstva ITO
  - vrstva Ti
  - vrstva polymeru

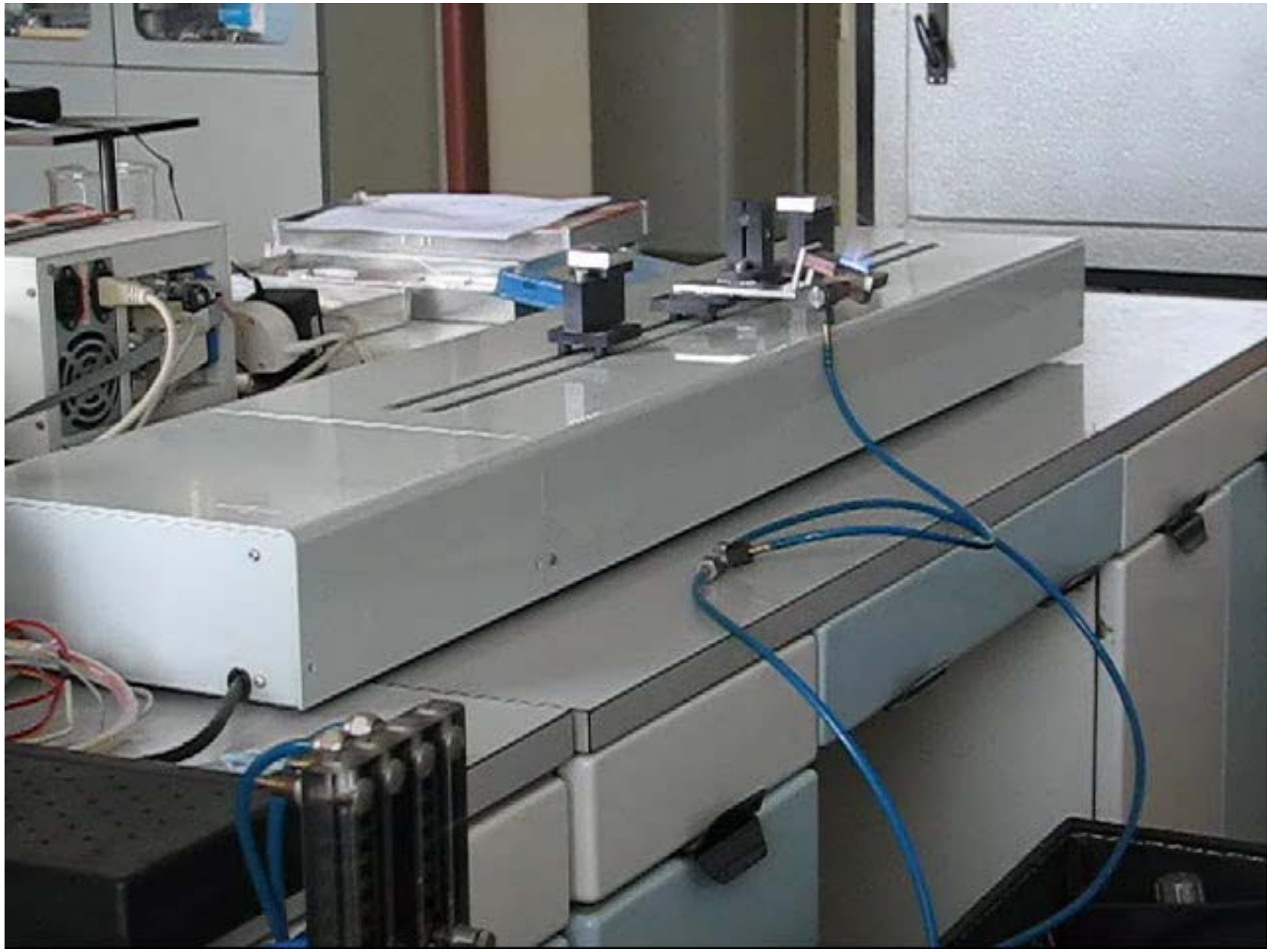




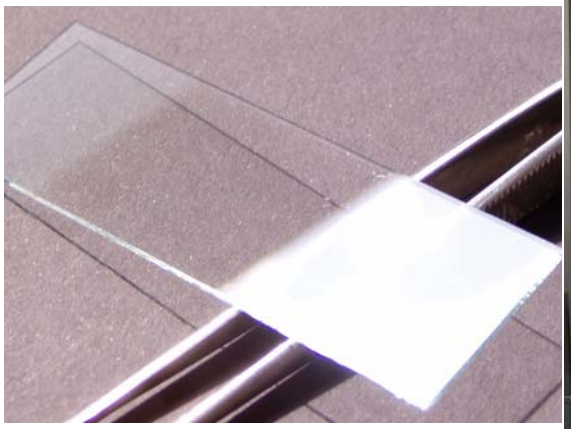


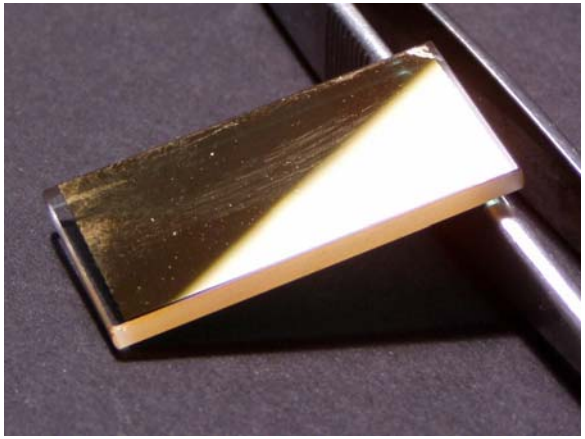
T. Martan : „Generation of supercontinuum in nonlinear microstructure optical fibre", disertační práce ČVUT-FEL, 2006

Optical fiber tapering



ITO – magnetronové naprašování





Co nás čeká

- 4. Imobilizace převodníku : do tenké vrstvy TEOSu připravené metodou sol-gel; na čelo taperu cca 1-3 μm
  - *koncentrace,*
  - *porozita*
  - *tloušťka vrstvy*

- 5. Realizace optického uspořádání
  - *přiměřenost exitačního signálu - pulzní režim excitace ? ...*
  - *Safibra*

- 6. In vitro testy jednotlivých uspořádání.
  - penetrace membrány ?, citlivost ?, lokalizace signálu ? ...
  - *Dr. Petrášek, Doc. Konopásek*

Acknowledgement