

AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY  
Ústav radiotechniky a elektroniky

**ZPRÁVA O VĚDECKÉ ČINNOSTI ÚSTAVU  
V ROCE 2004**

**Ing. Vlastimil Matějec, CSc.**  
*ředitel ústavu*

V Praze dne 6. ledna 2005

## 1. Vědecká činnost pracoviště a uplatnění jejích výsledků

### a) Stručná charakteristika vědecké činnosti pracoviště

Předmětem hlavní činnosti ÚRE je vědecký výzkum v elektronice, fotonice a optoelektronice zaměřený na generování, přenos a zpracování signálů, přípravu speciálních materiálů a struktur vhodných pro tyto účely a fyzikální výzkum jevů v těchto materiálech a strukturách. Ústav přispívá ke zvyšování úrovně poznání a vzdělanosti a k využití výsledků vědeckého výzkumu v praxi. Získává, zpracovává a rozšiřuje vědecké informace, vydává vědecké publikace, časopisy, sborníky apod., poskytuje vědecké posudky, stanoviska a doporučení a provádí konzultační a poradenskou činnost. Ve spolupráci s Vysokými školami uskutečňuje doktorské studium a vychovává vědecké pracovníky. V rámci předmětu své činnosti rozvíjí mezinárodní spolupráci včetně organizování společného výzkumu se zahraničními partnery, přijímání a vysílání stážistů, výměny vědeckých poznatků a přípravy společných publikací. Pořádá vědecká setkání, konference a semináře, včetně mezinárodních. Ústav je pověřen uchováváním a rozvojem státního etalonu frekvence a času.

### b) Nejdůležitější výsledky vědecké činnosti a jejích aplikací

- Vyvinuli jsme původní metodu numerického modelování optických vlnovodných mikrorezonátorů, která umožňuje přesný vektorový výpočet vlastních vidů mikrorezonátorů i na běžném osobním počítači. Metoda je významnou součástí souboru programových prostředků pro modelování a návrh integrovaných fotonických vlnovodných struktur využívajících mikrorezonátory, např. pro aplikace v metropolitních a přístupových optických sítích. (B,C)
- Ve spolupráci s Bureau National de Métrologie – Système de Référence Temps- Espace (BNM-SYRTE), Observatoire de Paris jsme vyvinuli násobič časové diference s dvojnásobným směšováním pro ultracitlivá měření krátkodobé frekvenční stability. Na frekvenci 5 MHz v průměrovacím intervalu 1 s činí vlastní frekvenční nestabilita našeho měřicího systému pouhých  $7 \times 10^{-15}$ , což je v celosvětovém měřítku dosud nejlepší publikovaná hodnota. (C)
- Vypracovali jsme postup tažení optických skel umožňující přípravu speciálních optických vláken, která mají maximální citlivost ke změnám indexu lomu okolí posunutou do oblasti indexů lomu až 1,62. Připravili jsme vláknové optické senzory a ověřili jejich citlivost na změny indexu lomu vnějšího prostředí. Senzory mohou být využity pro citlivou detekci uhlovodíků, kyslíku a glukózy ve vodě. (C)
- Realizovali jsme nový multikanálový senzor založený na spektroskopii povrchových plazmonů a multiplexování kanálů v oboru vlnových délek (WDM) a demonstrovali jsme jeho využití pro současnou detekci čtyř biomolekulárních látek. (C)
- Pokračovalo studium a ověřování metod vyhlazování spektra řeči pro mužský, ženský a dětský hlas pomocí splínů a nelineárních transformací spektra pro použití při transformaci hlasu. Navrhli jsme a experimentálně jsme ověřili tři nelineární metody transformace spektra řeči pro konverzi hlasu muž/žena, žena/muž a žena/dítě pro aplikace v informačních systémech a pro tvorbu databází pro konverzi textu na řeč. (B)
- Vyšetřili jsme možnost přímého použití utajovacího algoritmu RSA v programovacím prostředí Matlab a zjistili jsme nároky na přesnost výpočtů základních číselně teoretických funkcí. (B)
- Provedli jsme numerickou analýzu a optimalizaci přenosu signálů s bitovou rychlostí 10 Gb/s po standardním jednovidovém vlákně bez použití linkových optických zesilovačů. Teoretické výsledky jsme experimentálně ověřili v laboratorních podmínkách. Teoretické a laboratorní výsledky byly využity při zprovoznění trasy Praha – Brno sítě CzechLight společnosti CESNET, z.s.p.o. (C)
- Změřili jsme elektromagnetickou aktivitu synchronizovaných kultur kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* v pásmu 10-40 MHz a 41-42 GHz. Význačnější aktivita byla zjištěna v pásmech 12-15 a 26-28 MHz a cca ve 40% měřených vzorků rovněž v pásmu 41-42 GHz. (B)
- Bylo zjištěno, že magnetické pole 0.1 mT při frekvenci 50Hz zvyšuje adhezenci leukocytů zdravých dárců i pacientů s maligními nádory (před a po léčbě) obdobně jako magnetické pole s indukcí 0.5 mT. Experimentální výsledky s indukcí 0.5 mT byly doplněny o nová měření na skupině stejných pacientů s maligními nádory před a po léčbě. (B)
- Navrhli jsme optimální strukturu detektoru pro kódovou synchronizaci přijímače signálu s rozprostřeným spektrem při přenosu kanálem s vícecestným šířením. (C)
- Numericky jsme analýzovali a experimentálně ověřili možnost potlačit přechodové jevy způsobené změnou počtu přenášených kanálů v kaskádě tří ramanovských vláknových zesilovačů se stabilizací zesílení pomocí optické zpětné vazby. (C)

- Na bázi Wiener-Lévyho procesu jsme provedli teoretickou analýzu vlivu endogenního elektrického pole na transport elektronů v molekulárních řetězcích a na transport molekul, ze které vyplývá, že endogenní elektrické pole má význačný vliv na cílený transport a organizaci v systému. (B)
- Vyvinuli jsme metodu měření amplitudy a fáze pikosekundových optických impulzů s využitím křížové fázové modulace v mikrostrukturním optickém vlákně s malou disperzí a velkým nelineárním koeficientem. Pro rekonstrukci amplitudy a fáze impulzů ze změřených spektrogramů jsme použili metodu simulovaného žhání. (B)
- Vytvořili jsme model aktivního optického vlákna umožňující modelování čerpání přes plášť použitelný i pro vláknové zesilovače dopované různými prvky vzácných zemin, včetně vícehladinových systémů se složitějšími schémata čerpání. Počítačově jsme simulovali vláknové zesilovače dopované thuliem pro telekomunikační pásmo S. (C)
- Provedli jsme atomární mikroskopickou analýzu nanostruktur na povrchu feroelektrika, které emitují záporné ionty z adsorbované vrstvy při přiložení krátkého napěťového impulsu. Analyzovali jsme potenciální pole v okolí atomárních nečistot na povrchu Si a Fe pomocí rozptylu nízkenergetických iontů. (B)
- Studovali jsme dynamické vlastnosti 1D a 2D Bose-Einsteinova kondenzátu nacházejícího se v optických mřížkách charakterizovaných nehomogenním příp. nelokálním potenciálem. (B)
- Vypracovali jsme optimální technologii přípravy vysoce čistých InP vrstev s vodivostí typu p s koncentrací příměsí menší než  $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$  a tloušťkou větší než 10  $\mu\text{m}$  pro struktury určené k detekci ionizujícího záření. Na základě měření elektrických a optických vlastností vrstev InP. (B)
- Určili jsme vliv vzácných zemin na optické a elektrické vlastnosti krystalů  $\text{PbI}_2$  z hlediska jeho detekčních vlastností. Dosažená rezistivita  $10^{13} \Omega\text{cm}$  odpovídá zatím nejlepším hodnotám uváděným v literatuře. (B)
- Připravené heterostrukтуры  $\text{GaInP/GaAs}$  s PN přechodem generovaly záření v červené oblasti viditelného spektra a při osvětlení vykazovaly fotocitlivost. (B)
- V širokém rozmezí experimentálních podmínek jsme studovali a optimalizovali tvorbu mikropórů v InP, GaAs a GaP. Připravili jsme rovněž vícevrstvé InP struktury kombinující proudové a krystalografické póry a našli souvislost mezi orientací krystalografických pórů a podmínkami anodického leptání. (B)
- Teoreticky jsme analyzovali růst čistých i legovaných monokrystalů síranu triglycinia L-alaninem, D-fenylalaninem a komplexem glycin-Pt(IV) na základě nukleační a dislokační teorie růstu se zvláštním zřetelem na projevy katalýzy při růstu krystalů s komplexy platiny. Vysvětlené katalytické jevy při legování komplexotvornými těžkými kovy využijeme při pěstování těchto krystalů na planárních zárodcích pro aplikační využití. (B)
- Proměřili jsme elektrické vlastnosti monokrystalů InP kodopovaných hlubokým donorem Ti a akceptory Mn a Zn. Na vzorcích z těchto monokrystalů jsme připravili detektory radioaktivního záření a proměřili jejich spektrální detekční výkonnost při detekci alfa částic. (C)
- Metodou upravené transienční spektroskopie hlubokých hladin (DLTS) a měření závislosti kapacity versus napětí jsme vyšetřovali laserové nanostrukтуры připravené z pevných roztoků  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  s kvantovou jámou GaAs. (B)

#### c) Nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště

- Ve dnech 11. a 12. listopadu 2004 proběhly v ústavu Dny otevřených dveří, během nichž navštívilo ústav téměř 300 zájemců, převážně středoškolských a vysokoškolských studentů.
- V Lidových Novinách byl 4. 12. 2004 uveřejněn článek „Odhalit toxické látky trvá i hodiny“, který popularizuje optické biosenzory vyvíjené v ústavu.
- V populárně-vědeckých časopisech byly uveřejněny dva články z oblasti optoelektroniky a přípravy optických vláken.
- Oddělení číslicového zpracování signálů pokračovalo v pořádání pravidelných kolokvií teorie obvodů, systémů signálů, o kterých je elektronickou formou informován široký okruh zájemců.
- Pracovníci ústavu zajistili odbornou náplň semináře České metrologické společnosti VTS konaného 1.6.2004 na téma měření času a frekvence.
- Na celostátní akci „Škola o růstu krystalů“, pořádané Československou společností pro růst krystalů v Lednici na Moravě, byla přednesena vyžádaná publikovaná přednáška „Růst krystalů z nízkoteplotních roztoků – teorie a experiment“. Přednáška v elektronické formě byla poskytnuta pro výukové účely na Katedru anorganické chemie STU CHTF v Bratislavě.

d) Domácí a zahraniční ocenění zaměstnanců pracoviště

- Ing. Robert Vích, DrSc., Dr.-Ing. h.c., byl 8. 11. 2004 prohlášen čestným doktorem Vysokého Učení Technického v Brně při příležitosti 105. výročí založení VUT v Brně.
- M. Piliarik získal ocenění „Best poster award“ na konferenci Europt(r)ode 2004 v Madridu a Jana Skokánková získala stejné ocenění na konferenci MADICA 2004 v Tunisu.

e) Další specifické informace o pracovišti, změnách v jeho struktuře a vědecké orientaci, o výsledcích atestací a o překážkách a problémech v činnosti pracoviště atd.

- Ústav je odpovědný za uchovávání a rozvoj Státního etalonu času a frekvence a v rámci spolupráce s Bureau International des Poids et Mesures se podílí na vytváření Mezinárodní atomové časové stupnice TAI.
- S cílem zlepšit provázanost v problematik optických senzorů a difraktivních struktur bylo v r. 2004 zrušeno oddělení holografie a difraktivní optiky a skupina difraktivní optiky byla začleněna do oddělení optických senzorů.

**2. Vědecká a pedagogická spolupráce ústavu s vysokými školami**

V rámci dlouhodobých smluv o spolupráci s vysokými školami se naši pracovníci podíleli na výuce v bakalářském, magisterském i doktorandském studiu na MFF UK, FEL a FJFI ČVUT, VŠCHT v Praze, na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci a na Jihočeské universitě v Českých Budějovicích formou řádných semestrálních přednášek, výběrových přednášek, laboratorních cvičení, exkurzí studentů do ústavních laboratoří a letních stáží studentů. Řada pracovníků ústavu působila ve funkcích oponentů habilitačních, doktorských a diplomových prací a členů příslušných komisí. Kvantitativní údaje o pedagogických aktivitách pracovníků ústavu jsou uvedeny v příložených tabulkách.

a) Nejvýznamnější vědecké výsledky spolupráce ústavu s vysokými školami

- Ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou UK a ÚMCH AVČR, řešil ústav projekt „Optické multisenzory pro detekci potravinových patogenů“ podporovaný grantem GA ČR (102/03/0633). Tento projekt je zaměřen na vývoj citlivé a rychlé měřicí technologie pro detekci potravinových patogenů a v roce 2004 vyústil v realizaci multikanálového senzoru s povrchovými plasmony a jeho aplikaci pro detekci vybraných biomolekulárních látek.
- ve spolupráci s katedrou měření FEL ČVUT byla stanovena nejistota měření časového intervalu v Laboratoři státního etalonu času a frekvence.
- pokračovala spolupráce s Katedrou anorganické chemie PŘF UK, Praha v oblasti charakterizace monokrystalů pro optoelektronické aplikace, připravených na obou pracovištích. Na pracovišti ÚRE byly k těmto účelům využity zavedené metody měření elektrických vlastností, na KACH byly hodnoceny strukturální vlastnosti připravených feroelektrik určené pro detektory záření.
- pokračovala spolupráce s Centrální laboratoří VŠCHT, Praha v oblasti RTG charakterizace krystalů PbI<sub>2</sub> a vrstev InP, které jsou určeny pro detekci záření.
- Pokračovala spolupráce s katedrou telekomunikační techniky ČVUT FEL v rámci řešení projektu „Optimalizace přenosu dat rychlostí 10 Gbit/s po vláknech G.652 bez použití linkových EDFAs ohledem na dosažení maximální přenosové vzdálenosti“, jehož je ÚRE řešitelem.
- V rámci projektu GAČR 102/02/0124 „Hlasové technologie v podpoře informační společnosti“, jehož nositelem je FEL ČVUT, byly navrženy nové nelineární metody transformace spektra řeči pro konverzi hlasu a pro modelování prozodie byly vytvořeny rozsáhlejší prozodické databáze. Na projektu se podílí ÚRE AV ČR, Ústav informatiky AV ČR, Filosofická fakulta UK v Praze, Fakulta mechatroniky TU v Liberci, Západočeská univerzita v Plzni a VUT Brno.
- Ve spolupráci s VŠCHT byla zkoumána nová silikátová skla pro integrované optické vlnovodné zesilovače. Výzkum je součástí mezinárodní spolupráce s IFAC CNR ve Florencii.
- Pokračovalo společné řešení grantu IGA ND/7581-3/2003 „Optická biopsie v diagnostice kolorektální rakoviny“ jehož příjemcem je 3. lékařská fakulta UK v Praze. Na konferenci ve Florencii v r. 2004 byla prezentována společná práce týkající se vyšetřování maligních tkání pomocí autofluorescenční spektroskopie.
- V rámci spolupráce s FJFI na Výzkumném záměru MŠMT č. J04/98:210000022 Laserové systémy a jejich aplikace byly analyzovány lasery na bázi dvouplášťových vláken vyrobených v ÚRE AV ČR. Výsledky byly společně publikovány na konferenci Optické komunikace 2004.
- Ve spolupráci s katedrou elektroniky a vakuové fyziky MFF UK byla studována atomární mikroskopie iontových emisních bodů na povrchu feroelektrika.
- Ve spolupráci s katedrou fyziky FSI ČVUT byl prováděn výzkum termoelektrických a detekčních vlastností polovodičových krystalů CdTe a InP pro detektory radioaktivního záření.

b) Nejvýznamnější výsledky činnosti výzkumných center a dalších společných pracovišť ústavu AV s vysokými školami

–

c) Spolupráce s vysokými školami na uskutečňování doktorských studijních programů (DSP) a magisterského a bakalářského studia

- V rámci rozšíření akreditace ústav spolupracuje v doktorském studijním programu Fyzika s MFF UK ve třech oborech a ve studijním programu Elektrotechnika s FEL ČVUT rovněž ve třech oborech. Ústav je zastoupen v radách všech těchto oborů. Pracovníci ústavu jsou rovněž členy oborových rad DSP na FJFI ČVUT a VUT v Brně.
- Ústav byl v r. 2004 školícím pracovištěm 17 doktorandů. V r. 2004 vznikly v ústavu 4 diplomové práce v rámci magisterského studia na pražských vysokých školách.
- V rámci výuky odborných předmětů navštívilo v r. 2004 ústav více než 130 studentů magisterského a doktorského studia z pražských i mimopražských vysokých škol.

**3. Spolupráce ústavu s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou**

a) Společné projekty výzkumu a vývoje podpořené z veřejných prostředků

- Ve spolupráci s ÚMCH AVČR a firmou SEVA-IMUNO, s.r.o. jsme v rámci projektu „Řízená imobilizace souborů biologických molekul na fázovém rozhraní Immobilization of Interfacing Biomolecular Assemblies“ studovali proces řízené imobilizace souborů biomolekul na površích pevných látek. Nalezli jsme způsoby optimalizace jejich struktury a vypracovali jsme metody pro jejich charakterizaci. Tento projekt byl podporován grantem 203/02/1326 GAČR.
- Ve spolupráci s výzkumným týmem při Ústavu hematologie a krevní transfuze jsme v rámci projektu „Změny funkce koagulačních bílkovin vystavených oxidačnímu stresu“ (grant GAČR 303/03/0249) využili v ústavu vyvinutou unikátní metodu povrchových plasmonů ke studiu biomolekulárních interakcí koagulačních bílkovin.
- Teoretické a laboratorní výsledky spolupráce s CESNET, z.s.p.o. dosažené při řešení společného projektu „Optimalizace přenosu dat rychlostí 10 Gbit/s po vláknech G.652 bez použití linkových EDFAs ohledem na dosažení maximální přenosové vzdálenosti“ jsme využili při zprovoznění trasy Praha – Brno sítě CzechLight společnosti CESNET, z.s.p.o.

b) Výsledky výzkumu pro ekonomickou sféru

- V rámci hospodářské smlouvy s Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví jsme zabezpečovali primární etalonáž času a frekvence (příjem 1 mil Kč bez DPH);
- V rámci hospodářské smlouvy s Českým Telecomem byl poskytován referenční signál a technický dohled nad primárním zdrojem referenční frekvence Českého Telecomu (příjem 320 tis. Kč);
- Byl uzavřen soubor hospodářských smluv na kalibraci frekvenčních a časových etalonů (příjem 79 tis. Kč)
- V rámci grantu S2067204 Cíleného výzkumu AV ČR jsme ve spolupráci s a.s. TESLA Blatná z nových typů feroelektrických materiálů vyvinuli detektory infračerveného záření s vysokou citlivostí. Součástky jsou určeny pro senzory plynů pro aplikace v ekologii a chemii.

c) Nové firmy vzniklé na základě výsledků činnosti ústavu v oblasti aplikovaného výzkumu

–

d) Odborné expertizy zpracované v písemné formě pro státní orgány a instituce

- M. Karásek spolupracoval na přebírání evropských norem z oblasti vláknové techniky jako člen komise 86 Vlákenná optika Českého Normalizačního Institutu.

**4. Mezinárodní vědecká spolupráce ústavu**

a) Přehled mezinárodních projektů, které pracoviště řeší v rámci mezinárodních vědeckých programů

- 5. rámcový plán EU: výzkumné projekty MENDOS, MATINOES a NAIS,
- 6. rámcový program EU: Network of Excellence „ePIXnet“,

- Akce COST (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research): COST 277 „Nonlinear Speech Processing“, COST 291 „Towards digital optical network“, COST 288 „Nanoscale and Ultrafast Photonics“, COST P11 „Physics of linear, nonlinear and active photonic crystals“, COST D14.4 „Functional Molecular Materials
- EUROMET: Projekt #651 „Ultra-sensitive short-term frequency and phase stability measurement“

b) Nejvýznamnější vědecké výsledky dosažené v rámci mezinárodní spolupráce

- V rámci evropského projektu NAIS byla vyvinuta metoda pro numerické modelování kruhových vlnodivných mikrozónátorů, která tvoří významnou součást souboru softwarových nástrojů pro modelování a návrh integrovaných fotonických struktur s mikrozónátory.
- Ve spolupráci s BNM-SYRTE, Observatoire de Paris byl optimalizován násobič časové diference s dvojitým směšováním pro měření krátkodobé frekvenční stability ultrastabilních frekvenčních zdrojů
- V rámci spolupráce s University of Washington (UW), Seattle, USA podporované grantem US FDA byl vyvinut mobilní multikanálový senzorů pro rychlou detekci patogenů a toxinů.
- Na základě smlouvy mezi AV ČR a ICCTI, Portugalsko probíhalo studium dynamických vlastností jednorozměrného a dvojrozměrného Bose-Einsteinova kondenzátu v optických mřížkách.
- Ve spolupráci s University of California, Riverside bylo pomocí rozptylu pomalých iontů určeno potenciální rozdělení v atomárních nanostrukturách na površích pevných látek.
- Ve spolupráci se zahraničními pracovišti Laboratory of Physics of Nanostructures, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL), Switzerland a Technion, Haifa, Israel byly analyzovány laserové nanostruktury.

c) Akce s mezinárodní účastí, které pracoviště organizovalo nebo spolupořádalo nebo v nich vystupovalo jako spolupořadatel

- Ústav organizoval 14. Česko-německý workshop o zpracování řeči v Praze v září 2004, jehož se zúčastnilo 50 účastníků, z toho 12 zahraničních. Sborník s 32 příspěvky je v tisku.

d) Výčet jmen nejvýznamnějších zahraničních vědců, kteří navštívili pracoviště AV ČR

- Dr. Roland Barillet, BNM- SYRTE, Observatoire de Paris, Francie
- Prof. Juan Palacio, Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando, Španělsko
- Dr. Steve Jefferts, National Institute of Standards and Technology, Boulder, Colorado, USA
- Prof. Dr.-Ing. Arild Lacroix, Institut für Angewandte Physik, J.-W. Goethe Universität Frankfurt/Main, Německo
- Prof. PhDr. Hans-Walter Wodarz, Institut für Phonetik, J.-W. Goethe Universität Frankfurt/Main, Německo
- Prof. PhDr. Reinhold Greisbach, Institut fuer Phonetik, J.-W. Goethe Universität Frankfurt/Main, Německo
- Prof. Dr.-Ing. habil. Ruediger Hoffmann, Institut fuer Akustik und Sprachkommunikation, Technische Universität Dresden, Německo
- Dr. Maja Snejdarková, Ústav biochemie a genetiky živočichov SAV, Slovensko
- Prof. Giancarlo Righini, Institute of Applied Physics (IFAC) CNR, Itálie
- Dr. Francesco Baldini, Institute of Applied Physics (IFAC) CNR, Itálie
- Prof. Nicole Jaffrezic-Renault, Ecole Centrale de Lyon, Francie
- Prof. Lubomir Spanhel, Universite de Rennes, Francie
- Prof. Ivan Kityk, Universita Czestochowa, Polsko
- Dr. Bernard Dusardier, Universite de Nice, Francie
- Prof. Michelle Salvia, Ecole Centrale de Lyon, Francie
- Prof. Ryszard Czajka, Technická universita Poznaň, Polsko
- Dr. Laszlo Dosza, Research Institute of Technical Physics and Material Science, Budapešť, Maďarsko

e) Počet fungujících meziústavních dvoustranných dohod

- Dvoustranná smlouva mezi URE AVČR a Princess Sumaya University for Technology (PSUT), Jordánsko.

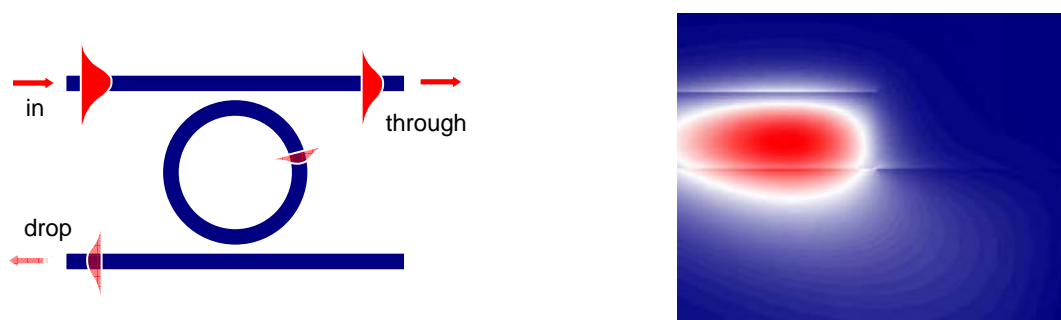
**Příloha 1**

**ANOTACE TŘÍ NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH VÝSLEDKŮ  
VĚDECKÉ ČINNOSTI ÚRE AV ČR V ROCE 2004**

### 3D vectorial modelling of photonic waveguide microresonators

J. Čtyroký, L. Prkna, and M. Hubálek

Photonic waveguide microresonators are very promising building blocks for photonic large-scale integrated devices combining functions like spectral filtering, add/drop wavelength-division multiplexing (WDM), space switching, modulation, *etc.*, with expected extensive applications in metropolitan and access photonic networks. The basic idea can be understood from the left figure below. Waveguide ring microresonators coupled by evanescent coupling (optical tunnelling) to straight waveguides. The way where the optical signal goes depends on its wavelength: if the ring microresonator is off resonance, the signal is only weakly affected by the presence of a microresonator and exits from the “through” port, while at resonance it appears at the “drop” port. As the resonance wavelength of a microresonator can be changed electrooptically, thermooptically or using optical (Kerr-type) nonlinearity, such a device can be used not only as a passive spectral filter or add/drop WDM multiplexor but also as a tunable filter, as a modulator, or even as an optical logical element. In order to keep both the size and radiation loss of the microresonators small (typical diameter of the ring microresonator varies from a few micrometers to hundreds of micrometers), high-refractive index contrast waveguides have to be used. For the design of such structures, a 3D vectorial modelling of optical field distribution in the microresonators is necessary.



We have developed a novel semianalytic method for accurate and efficient calculation of vectorial electromagnetic field distribution in circular microresonators on a standard PC computer. The method is based on mode matching and is especially suitable for accurate calculation of radiation losses in both ring and disk microresonators. The right figure shows as an example the distribution of the dominant (vertical) electric field component of the fundamental TM eigenmode of the disk microresonator. The field discontinuity at horizontal interfaces and radiation into substrate in the right down direction are clearly visible.

The method has been developed within European project IST-2000-28018 „NAIS“, and in combination with the coupled-mode theory developed at the University of Twente in the Netherlands it forms an original and efficient tool for modelling and design photonic microresonator devices.

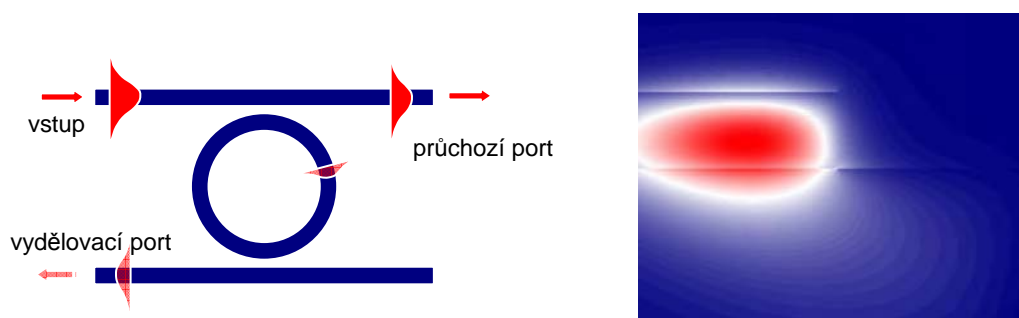
- [1] J. Čtyroký, L. Prkna, and M. Hubálek, “Guided-Wave Optical Microresonators: Calculation of Eigenmodes,” Microresonators as building blocks for VLSI photonics: International School of Quantum Electronics, 39th Course, Erice, Italy, 2003, Proc. AIP, pp. 72-90, 2004.
- [2] L. Prkna, J. Čtyroký, and M. Hubálek, “Ring Microresonator as a Photonic Structure with Complex Eigenfrequency,” *Opt. Quantum Electron.*, vol. 36, pp. 259-269, 2004.
- [3] L. Prkna, M. Hubálek, and J. Čtyroký, “Vectorial eigenmode solver for bent waveguides based on mode matching,” *IEEE Phot. Technol. Lett.*, vol. 16, pp. 2057-2059, 2004.
- [4] L. Prkna, “Rotationally symmetric resonant devices in integrated optics,” PhD thesis, Charles University in Prague, 2004.
- [5] L. Prkna, M. Hubálek, and J. Čtyroký, “Field Modelling of Circular Microresonators by Film Mode Matching,” *IEEE J. Sel. Topics in Quantum Electron.*, vol. 11, No. 1, 2005, *in print*.



## Trojrozměrné vektorové modelování fotonických vlnovodných mikrorezonátorů

J. Čtyroký, L. Prkna a M. Hubálek

Optické vlnovodné mikrorezonátory jsou velmi perspektivní stavební prvky budoucích integrovaně-optických systémů s velkou hustotou integrace, které umožňují provádět s optickými signály různé operace jako je spektrální filtrace, modulace optického signálu, vydělování jednotlivých optických spektrálních kanálů z celkového optického datového toku přenášeného optickým vláknovým vlnovodem a pod. Tyto operace mají významné potenciální aplikace v metropolitních a přístupových optických sítích. Základní funkci mikrorezonátoru vysvětluje levý obrázek. Kruhový mikrorezonátor tvořený např. žebrovým optickým vlnovodem je navázán evanescentní vazbou (optickým tunelováním) na přímé vlnovody. Na vstup optického obvodu je zaveden optický signál. O tom, ze kterého z portů signál vystoupí, rozhoduje jeho vlnová délka. Pokud je mikrorezonátor mimo rezonanci, signál je mikrorezonátorem jen slabě ovlivněn a vystupuje z průchozího portu, zatímco v rezonanci signál vystupuje z vydělovacího portu. Poněvadž rezonanční vlnovou délku mikrorezonátoru je možno měnit využitím elektrooptického nebo termooptického jevu, případně nelineárně-optického (Kerrova) jevu, může mikrorezonátor sloužit i jako laditelný filtr, modulátor nebo optický logický prvek. Aby ztráty vyzařováním z mikrorezonátoru byly malé i při jeho malých rozměrech (průměr mikrorezonátorů se pohybuje od několika mikrometrů do několika stovek mikrometrů), vlnovodné struktury musí mít dostatečně velký kontrast indexu lomu. K návrhu takových struktur je nezbytné mít k dispozici spolehlivou trojrozměrnou vektorovou metodu pro numerické modelování rozložení optického záření.



Vyvinuli jsme novou semianalytickou metodu, která umožňuje přesný a efektivní výpočet vektorového rozložení elektromagnetického pole v kruhových mikrorezonátorech na standardním osobním počítači. Pravý obrázek ukazuje rozložení vertikální složky intenzity elektrického pole základního vidu diskového mikrorezonátoru. Z obrázku je zřejmá nespojitost složky pole na vodorovných rozhraních a slabé vyzařování do podložky směrem vpravo dolů.

Metoda byla vyvinuta v rámci evropského projektu 5. rámcového programu IST-2000-28018 „NAIS“. V kombinaci s metodou vázaných vidů vyvinutou na partnerském pracovišti univerzity v Twente v Nizozemsku tvoří efektivní původní nástroj pro modelování a návrh integrovaných optických struktur s mikrorezonátory.

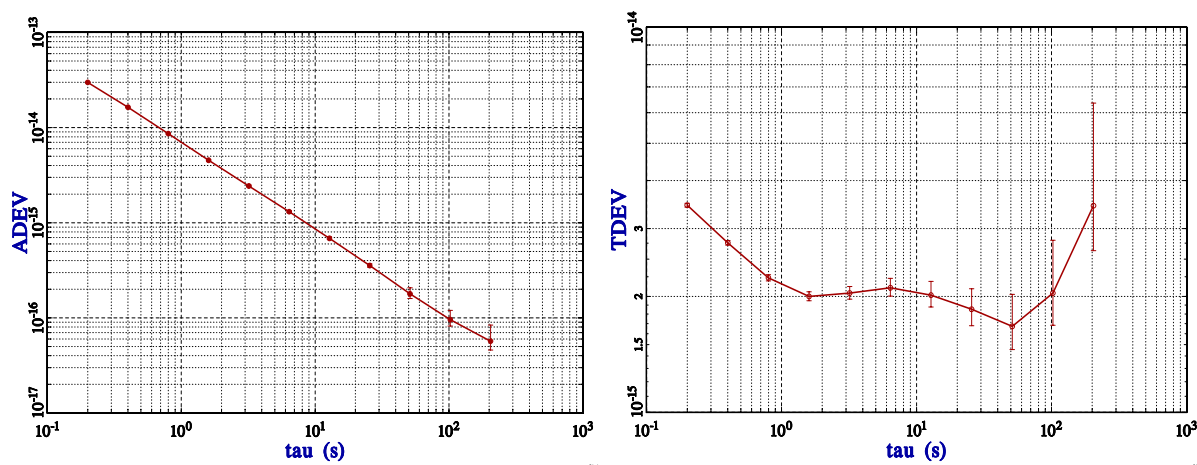
- [1] J. Čtyroký, L. Prkna, and M. Hubálek, "Guided-Wave Optical Microresonators: Calculation of Eigenmodes," Microresonators as building blocks for VLSI photonics: International School of Quantum Electronics, 39th Course, Erice, Italy, 2003, Proc. AIP, pp. 72-90, 2004.
- [2] L. Prkna, J. Čtyroký, and M. Hubálek, "Ring Microresonator as a Photonic Structure with Complex Eigenfrequency," *Opt. Quantum Electron.*, vol. 36, pp. 259-269, 2004.
- [3] L. Prkna, M. Hubálek, and J. Čtyroký, "Vectorial eigenmode solver for bent waveguides based on mode matching," *IEEE Phot. Technol. Lett.*, vol. 16, pp. 2057-2059, 2004.
- [4] L. Prkna, "Rotationally symmetric resonant devices in integrated optics," PhD thesis, Charles University in Prague, 2004.
- [5] L. Prkna, M. Hubálek, and J. Čtyroký, "Field Modelling of Circular Microresonators by Film Mode Matching," *IEEE J. Sel. Topics in Quantum Electron.*, vol. 11, No. 1, 2005, v tisku.

## Ultrasensitive measurement of short-term frequency stability

L. Šojdr and J. Čermák

The most stable frequency sources at the averaging interval around 1s are 5 MHz BVA quartz oscillators that provide frequency stability better than  $1 \times 10^{-13}$  in terms of Allan deviation (ADEV). To measure these (and the future) BVA oscillators a comparison system is needed with background stability of  $1 \times 10^{-14}$  at 1 s or better. The best-suited comparison method is based on dual-mixer time-difference (DMTD) multiplication. The method makes use of mixing quasi-synchronous signals at frequency  $\nu_0$  from the reference and measured oscillators with a signal from a common oscillator at frequency  $\nu_0 + \Delta\nu$ . The dual mixing provides two beat-note signals at  $\Delta\nu$  with a time difference (represented by the zero crossings) multiplied by  $\nu_0/\Delta\nu$  with respect to the input.

We started working on the DMTD multiplication in 2002 with the goal to develop a measurement system that would allow us to compare the best BVA oscillators. We studied the noise sources in electronics of the DMTD multiplier and also the instability caused by interference including power-line pick-ups, environmental effects, and construction impacts. By optimizing our DMTD system (in collaboration with the BNM-SYRTE, Observatoire de Paris) we have achieved the results shown in the figures below. The background instability is  $ADEV(\tau) \approx 7 \times 10^{-15}/\tau$  and the phase flicker floor of the corresponding time deviation, TDEV, is about 2 fs (with 15 Hz cut-off frequency). To our knowledge this is the best stability performance at 5 MHz ever reported.



Background stability of our DMTD measurement system.

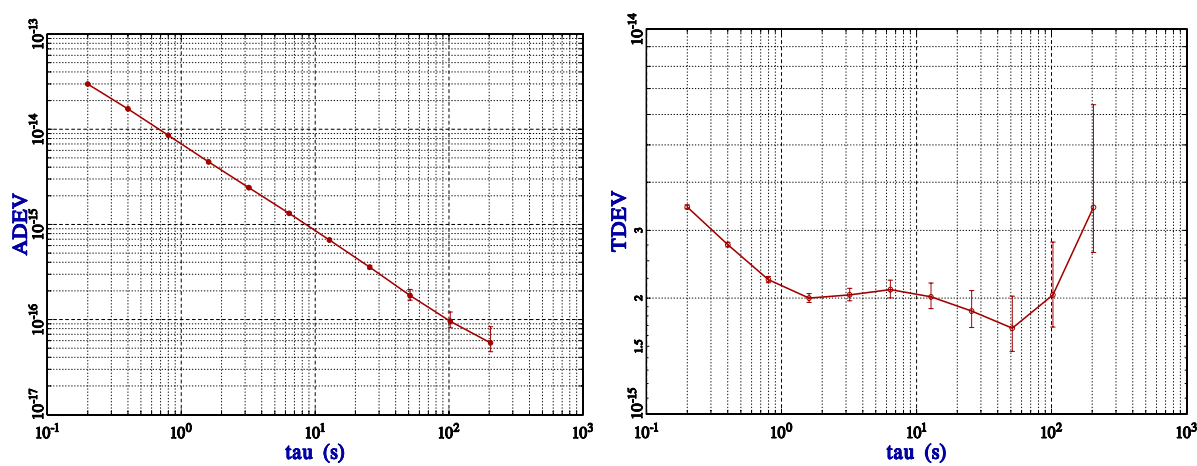
- [1] Šojdr, L., Čermák, J., Brida, G.: Comparison of High-Precision Frequency-Stability Measurements Systems. Proc. Joint Meeting 17th European Frequency and Time Forum and 2003 IEEE International Frequency Control Symposium, Tampa, USA: pp.317-325, 2003.
- [2] Šojdr, L., Čermák, J., Barillet, R.: Optimization of Dual-Mixer Time-Difference Multiplier. 18th European Time and Frequency Forum, Guildford, UK, 2004, *in print*.
- [3] Barillet, R., Čermák, J., Richard, J.-Y., Šojdr, L.: Application of Dual-Mixer Time-Difference Multiplication in Accurate Time-Delay Measurement. IEEE International Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control 50th Anniversary Joint Conference, Montreal, Canada, 2004, *in print*.

## Ultracitlivé měření krátkodobé frekvenční stability

L. Šojdr a J. Čermák

Nejstabilnějšími frekvenčními zdroji při průměrovacích intervalech kolem 1 s jsou krystalové oscilátory, které dosahují na 5 MHz frekvenční stability lepší než  $1 \times 10^{-13}$  ve smyslu Allanovy odchylky (ADEV). Abychom mohli současné případně i budoucí oscilátory těchto kvalit měřit, potřebujeme k tomu měřicí systém s vlastní nestabilitou  $1 \times 10^{-14}$  a lepší. Za nejvhodnější pro takovoto měření se považuje metoda založená na násobení časové odchylky s využitím duálního směřování (metoda DMTD). Kvasisynchronní signály z referenčního a měřeného oscilátoru na frekvenci  $\nu_0$  se při ní směšují se signálem ze společného oscilátoru, který má frekvenci  $\nu_0 + \Delta\nu$ . Výsledkem duálního směřování jsou dva záznamové signály o frekvenci  $\Delta\nu$ , jejichž časová diference (představovaná průchody signálu nulou) je vynásobena v poměru  $\nu_0/\Delta\nu$  vůči časové diferenci na vstupu.

Naše práce na metodě DMTD začala v roce 2002 a jejím cílem bylo vyvinout měřicí systém, který by umožnil porovnat i ty nejstabilnější oscilátory. Zkoumali jsme zdroje šumu v elektronice násobiče DMTD, nestabilitu způsobenou interferencí s vnějšími signály, vlivy okolního prostředí i vlivy konstrukční. Optimalizací návrhu (ve spolupráci s BNM-SYRTE, Observatoire de Paris) se podařilo dosáhnout výsledků, které jsou graficky znázorněny na obr.1. Vlastní nestabilita pozadí našeho systému má průběh  $ADEV(\tau) \approx 70 \times 10^{-15}/\tau$  a práh blikavého fázového šumu vyjádřený časovou odchylkou TDEV činí kolem 2 fs (při horní mezní frekvenci 15 Hz). Pokud je nám známo, na frekvenci 5 MHz je to dosud nejlepší publikovaný výsledek.



Vlastní nestabilita našeho měřicího systému.

- [4] Šojdr, L., Čermák, J., Brida, G.: Comparison of High-Precision Frequency-Stability Measurements Systems. Proc. Joint Meeting 17th European Frequency and Time Forum and 2003 IEEE International Frequency Control Symposium, Tampa, USA: pp.317-325 (2003)
- [5] Šojdr, L., Čermák, J., Barillet, R.: Optimization of Dual-Mixer Time-Difference Multiplier. 18th European Time and Frequency Forum, Guildford, UK: (2004), *v tisku*.
- [6] Barillet, R., Čermák, J., Richard, J.-Y., Šojdr, L.: Application of Dual-Mixer Time-Difference Multiplication in Accurate Time-Delay Measurement. IEEE International Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control 50th Anniversary Joint Conference, Montreal, Canada: (2004), *v tisku*.

## Silica-based optical fibers with refractive-index profiles tailored in a region of 1.45-1.62 for fiber-optic chemical detection

I. Kašík, V. Matějec, M. Chomát, D. Berková, and J. Skokánková

Chemical detection by means of optical fibers has many advantages over other ways of sensing and shows great potential for environmental monitoring and medical sensing. For this purpose, polymer-clad silica (PCS) fibers have been predominantly used. However, PCS fibers reach high sensitivity to refractive-index or absorption-coefficient changes only for refractive indexes of the medium surrounding the fiber core which are close to that of silica (i.e. 1.457 at a wavelength of 633 nm and temperature of 25 °C). In order to extend the operation range of optical fibers for chemical sensing to refractive indexes below and above that of silica, novel types of sensing fibers have been designed and prepared in the Institute [1]-[3]. These fibers are of two types – multimode large-core Inverted Graded-Index (IGI) fibers, and Polymer-Clad Glass (PCG) fibers.

IGI and PCG fibers have been drawn from preforms prepared by the Modified Chemical Vapor Deposition (MCVD method) and liquid-phase etching or from commercially available rods of optical glasses (e.g. F2 glass, Shott) [4]. Typical refractive-index profiles of the MCVD preforms are shown in Fig. 1. Calibration curves in Fig. 2 show that IGI and PCG fibers enable us to tailor the detection sensitivity for refractive indexes of the fiber surroundings ranging from 1.45 to 1.62 [4]. In this way, a group of detectable chemical substances can be enlarged and the number of materials suitable for the preparation of detection membranes on the fibers can be increased. IGI fibers coated with polysiloxane detection membranes have been tested for the detection of toluene dissolved in water in concentrations of about 3-5 mg/l [2]. PCG fibers coated with special Ormosil membranes have also been tested for the detection of glucose and oxygen in water.

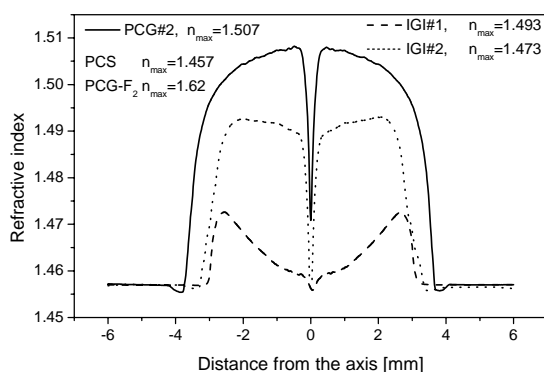


Fig. 1. Refractive-index profiles.

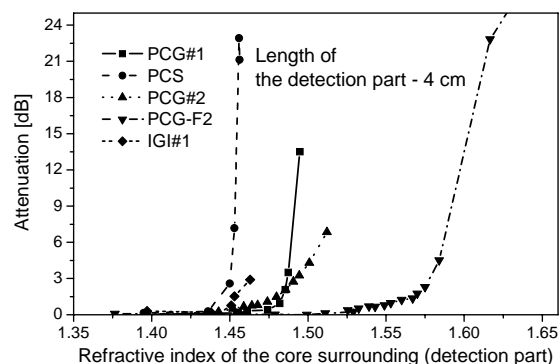


Fig. 2. Experimental sensitivity of fabricated sensing fibers to refractive-index changes in the core surrounding

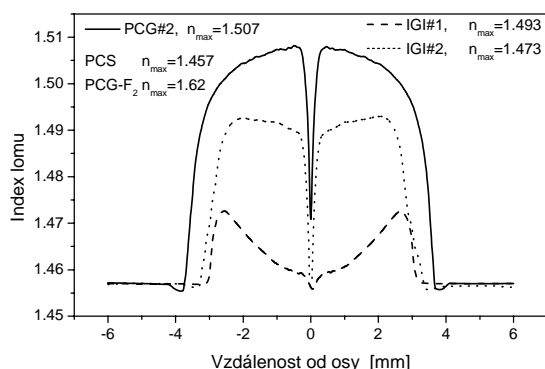
- [1] F. Bardin, I. Kašík, A. Trouillet, V. Matějec, H. Gagnaire, M. Chomát : “Surface plasmon resonance sensor using an optical fiber with an inverted graded-index profile”, *Applied Optics* 41, pp. 2514-2520, 2001.
- [2] M. Chomát, D. Berková, V. Matějec, I. Kašík, G. Kuncová : “The effect of hydrodynamic conditions on the detection of aqueous solutions of toluene by means of an inverted graded-index fiber”, *Sensors & Actuators B90*, pp. 151-156, 2003.
- [3] I. Kašík, V. Matějec, M. Chomát, M. Hayer, D. Berková, J. Mrázek, J. Skokánková: “Silica-based optical fibres with tailored refractive-index profiles in the region of 1.46-1.52 for evanescent-wave chemical detection”, Proc. 7th Europt(r)ode, Madrid, April 2004, P27, *Sensors & Actuators*, in print.

## Křemenná optická vlákna pro vláknově optickou chemickou detekci v oblasti indexů lomu 1,45-1,62

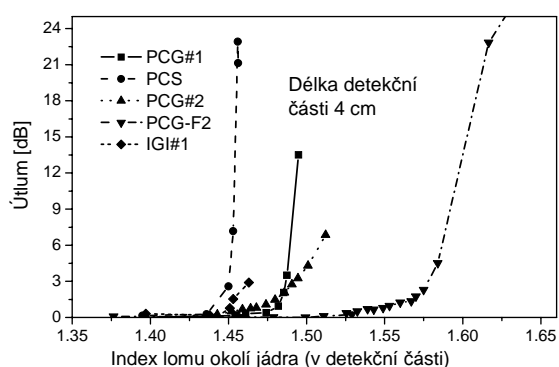
I. Kašík, V. Matějec, M. Chomát, D. Berková a J. Skokánková

Detekce chemických látek pomocí optických vláknových sensorů přináší řadu výhod ve srovnání s jinými typy sensorů a má nabízet velký potenciál pro ochranu životního prostředí a lékařství. Ve vláknově-optických senzorech jsou dnes většinou využívána křemenná vlákna pokrytá polymerem (PCS vlákna). Tato vlákna mají vysokou citlivost ke změnám indexu lomu nebo absorpčního koeficientu v případě, že se index lomu v oblasti kolem jádra blíží indexu lomu křemene (tj. hodnotě 1,457 pro vlnovou délku 633 nm a teplotu 25 °C). S cílem rozšířit možnosti křemenných optických vláken pro chemickou detekci i pro indexy lomu nižší a vyšší než křemen byly v ústavu navrženy a připraveny nové typy vláken [1]-[3]. Tato vlákna zahrnují mnohovidová vlákna s parabolickým invertovaným profilem jádra (IGI vlákna) a vlákna skleněná pokrytá polymerem (PCG vlákna).

IGI a PCG vlákna byla tažena z preforem připravených modifikovanou chemickou depozicí z plynné fáze (MCVD metoda) a leptáním v kapalně fázi nebo z komerčně dostupných tyčinek optických skel (např. F2, Schott) [4]. Typické profily indexu lomu připravovaných preforem jsou znázorněny na obr. 1. Kalibrační křivky na obr. 2 ukazují, že IGI a PCG vlákna umožňují dosáhnout vysokou citlivost detekce pro indexy lomu v okolí jádra v rozmezí 1,45 až 1,62. Tato vlákna tak umožňují využít širší skupinu materiálů vhodných pro přípravu detekčních membrán nanášených na vlákno a tím zároveň rozšířit počet detekovaných chemických látek, citlivost a selektivitu detekce. IGI vlákna pokrytá polysiloxanovou detekční membránou byla již testována pro detekci toluenu ve vodě v koncentracích 3-5 mg/l [2]. PCG vlákna pokrytá speciálními ormosilovými detekčními membránami jsou v současné době testována pro detekci kyslíku a glukózy ve vodě.



Obr. 1. Profily indexu lomu



Obr. 2. Experimentálně určená citlivost sensorových vláken na změny indexu lomu

- [1] F. Bardin, I. Kašík, A. Trouillet, V. Matějec, H. Gagnaire, M. Chomát : “Surface plasmon resonance sensor using an optical fiber with an inverted graded-index profile”, *Applied Optics* 41, pp. 2514-2520, 2001.
- [2] M. Chomát, D. Berková, V. Matějec, I. Kašík, G. Kuncová : “The effect of hydrodynamic conditions on the detection of aqueous solutions of toluene by means of an inverted graded-index fiber”, *Sensors & Actuators B90*, pp. 151-156, 2003.
- [3] I. Kašík, V. Matějec, M. Chomát, M. Hayer, D. Berková, J. Mrázek, J. Skokánková: “Silica-based optical fibres with tailored refractive-index profiles in the region of 1.46-1.52 for evanescent-wave chemical detection”, Proc. 7th Europt(r)ode, Madrid, April 2004, P27, *Sensors & Actuators*, v tisku.

## **Příloha 2**

## **TABULKY**

## II) Tabulková část

### Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ

(část IIA. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2004)

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Identifikační číslo organizace (IČ)</b> | 67985882  |
| <b>Zkrácený název pracoviště</b>           | ÚRE AV ČR |

| 1) <b>Forma vědeckého vzdělávání</b>                             | počet absolventů v r. 2004 | počet doktorandů k 31.12. 2004 | počet nově přijatých v r. 2004 |
|--|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| doktorandi (studenti DSP) v prezenční formě studia               | 1                          | 12                             | 2                              |
| doktorandi (studenti DSP) v kombinované a distanční formě studia | 0                          | 5                              | 0                              |
| <b>C e l k e m</b>   | 1                          | 17                             | 2                              |
| - z toho počet doktorandů ze zahraničí                           | 0                          | 0                              | 0                              |

| 2) <b>Forma výchovy studentů pregraduálního studia</b>                   |   |
|--|---|
| celkový počet diplomantů   | 4 |
| počet pregraduálních studentů podílejících se na vědecké činnosti ústavu | 4 |

| 3) <b>Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti pracovníků ústavu</b> | věd. hodnost nebo titul |           | vědecko-pedagog. hodnost |        |
|--|-------------------------|-----------|--------------------------|--------|
|  | DrSc., DSc.             | CSc., PhD | profesor                 | docent |
| počet k 31. 12. 2004   | 7                       | 32        | 0                        | 4      |
| z toho uděleno v roce 2004   | 0                       | 1         | 0                        | 1      |

| 4) <b>Pedagogická činnost pracovníků ústavu</b>         | letní semestr 2003/04 | zimní semestr 2004/05 |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Celkový počet odpřednášených hodin na VŠ                | 239                   | 245                   |
| Počet semestrálních cyklů přednášek, seminářů a cvičení | 4                     | 7                     |
| Počet pracovníků ústavu pedagogicky působících na VŠ    | 8                     | 8                     |

## **Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ**

(část IIA výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2004)

pokračování

|    |  |                         |                              |
|----|--|-------------------------|------------------------------|
| 5) | <b>Spolupráce ústavu s VŠ ve výzkumu</b>   | pracoviště AV příjemcem | pracoviště AV spolupříjemcem |
|    | Počet projektů a grantů, řešených v r.2004 společně s VŠ (včetně grantů GA ČR a GA AV) | 3                       | 3                            |
|    | Počet pracovníků VŠ, kteří mají v ústavu vedlejší pracovní úvazek                      | 3                       |                              |
|    | Počet pracovníků ústavu, kteří mají na VŠ vedlejší pracovní úvazek                     | 2                       |                              |

### **K oddílu 1:**

1. a 2. řádek: *uvádějí se i studenti DSP, kteří se v ústavu školí (školitel je pracovníkem ústavu), třebaže proces akreditace tohoto programu pro ústav AV ČR nebyl dosud dokončen*

### **K oddílu 2:**

1. řádek: *uvádí se celkový počet diplomantů, kteří během roku měli vedoucího práce z ústavu AV ČR*

### **K oddílu 3:**

1. řádek: *uvádí se celkový počet fyzických osob v hlavním pracovním poměru (včetně pracovníků zaměstnaných na částečný úvazek)*

### **K oddílu 4:**

1. a 2. řádek: *uvádí se celkový počet odpřednášených hodin na všech vysokých školách dohromady, ale pouze u těch vyučujících, kteří mají hlavní pracovní poměr v AV ČR*

3. řádek: *uvádí se počet pracovníků bez ohledu na rozsah úvazku v AV ČR*

### **K oddílu 5:**

1. řádek: *n e z a h r n u j í s e stipendia na zahraniční pobyty, granty určené pouze na nákup techniky, literatury apod.*



### **Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště**

část IIB. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2004)

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Identifikační číslo organizace (IČ)</b> | 67985882  |
| <b>Zkrácený název pracoviště</b>           | ÚRE AV ČR |

|   |    |
|---|----|
| 1. Počet konferencí s účastí zahraničních vědců (pracoviště jako pořadatel nebo spolupořadatel)               | 1  |
| 2. Počet zahraničních cest vědeckých pracovníků ústavu  | 91 |
| 2a/ z toho mimo rámec dvoustranných dohod AV ČR   | 56 |
| 3. Počet aktivních účastí pracovníků ústavu na mezinárodních konferencích                                     | 49 |
| 3a/ Počet přednášek přednesených na těchto konferencích   | 25 |
| 3b/ z toho z v a n é přednášky  | 6  |
| 3c/ Počet posterů   | 28 |
| 4. Počet přednášejících na zahraničních univerzitách  | 0  |
| 5. Počet členství v redakčních radách mezinárodních časopisů  | 2  |
| 6. Počet členství v orgánech mezinárodních vědeckých vládních a nevládních organizací (společnosti, komitety) | 3  |
| 7. Počet přednášek zahraničních hostů v ústavu  | 6  |
| 8. Počet grantů a projektů financovaných ze zahraničí   | 4  |
| 8a/ z toho z programů EU  | 3  |

*k bodu 4:* Započítávají se semestrální nebo delší kursy nebo jim rovnocenné ucelené bloky přednášek;

*n e z a p o č í t á v a j í s e jednotlivé izolované přednášky (semináře) v rámci návštěv*

*k bodu 5:* Počítá se každé členství v redakční radě u každého pracovníka ústavu

*k bodu 6:* Počítá se každé členství pracovníka ústavu ve výboru nebo podobném orgánu mezinárodní vědecké organizace

*k bodu 8:* Započítávají se granty a výzkumné projekty vypsání zahraničními nebo mezinárodními (např. EU) agenturami a firmami

**Počty udělených patentů, užitných vzorů, přihlášených vynálezů  
a platných licenčních smluv v AV ČR v roce 2004**  
(část IIC. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2004)

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Identifikační číslo organizace (IČ):</b> | 67985882  |
| <b>Zkrácený název pracoviště:</b>           | ÚRE AV ČR |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. Patenty udělené v ČR           | 0 |
| 1a. v zahraničí                   | 0 |
| 2. Zapsané užitné vzory           | 0 |
| 3. Přihlášky vynálezů             | 0 |
| 4. Přihlášky užitných vzorů       | 0 |
| 5. Platné licenční smlouvy celkem | 0 |
| 5a. z toho uzavřené v roce 2004   | 0 |

*Případné dotazy k vyplnění tabulky zodpoví Ing. Dana Šemberová,  
Patentové a licenční služby SSČ AV ČR, tel.: 224005231, email: semberova@kav.cas.cz.*

**Prosíme o vyplnění všech rubrik, tzn. prázdné rubriky vyplňte nulami.**

*Tabulkovou část vyplnil*

*j m é n o a p o d p i s : Doc. Ing. Jiří Čtyroký, DrSc.*

*t e l e f o n / e m a i l : +420 266773409, ctyroky@ure.cas.cz*

**Příloha 3**

**SEZNAM MONOGRAFIÍ VYDANÝCH ÚRE AV ČR V R. 2004**

**Sborníky z konferencí, workshopů a seminářů organizovaných ústavem**

[1] Speech Processing, 14th Czech-German Workshop, 2004, 157 stran, ISBN 80-86269-11-6.