

**1**  
**2006**

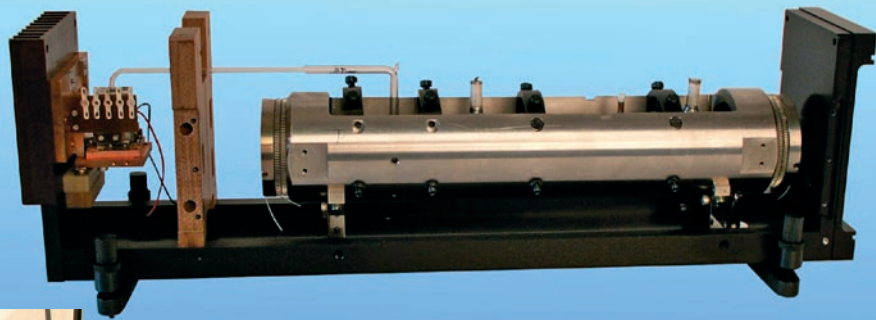
# JMO

## JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA FINE MECHANICS AND OPTICS

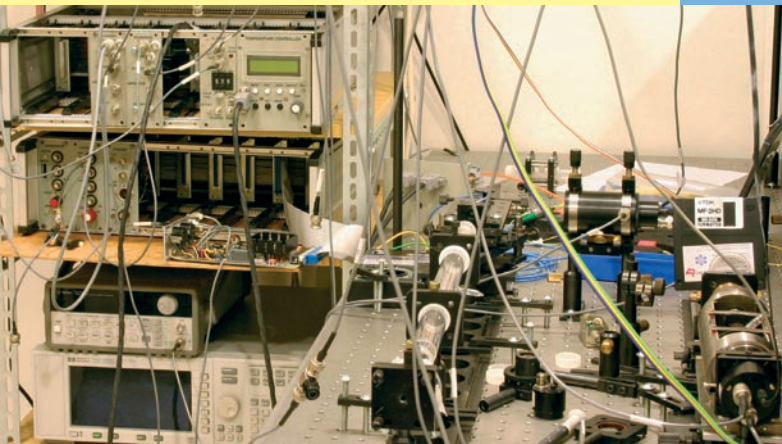
**SVĚTELNÝ SVAZEK V NETUŠENÝCH APLIKACÍCH ...  
NEJEN MĚŘÍ, ALE I PŘEMISŤUJE A USPOŘÁDÁVÁ**

Ústav přístrojové techniky  
Akademie věd  
České republiky  
Královopolská 147  
612 64 Brno  
tel.: +420 541 514 111  
fax: +420 541 514 402  
[www.isibrno.cz](http://www.isibrno.cz)

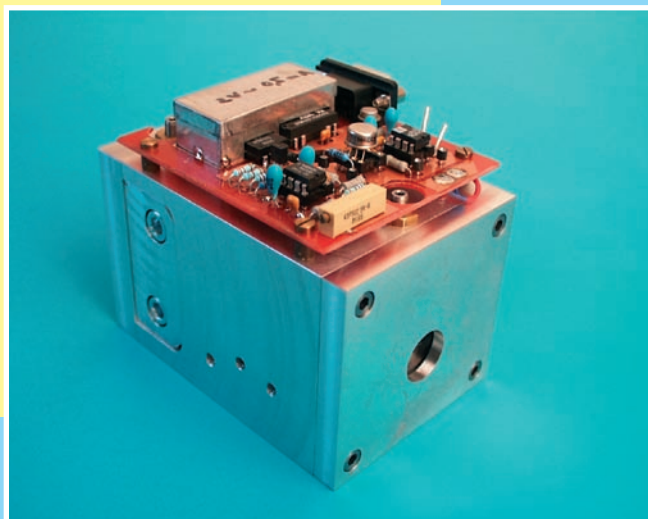
ÚSTAV  PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY  
AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY



Obr. 1 Vnitřní uspořádání hlavičky jodem stabilizovaného He-Ne laseru ÚPT



Obr. 2 Experimentální sestava stabilizace DFB polovodičového laseru s acetylenovou kyvetou



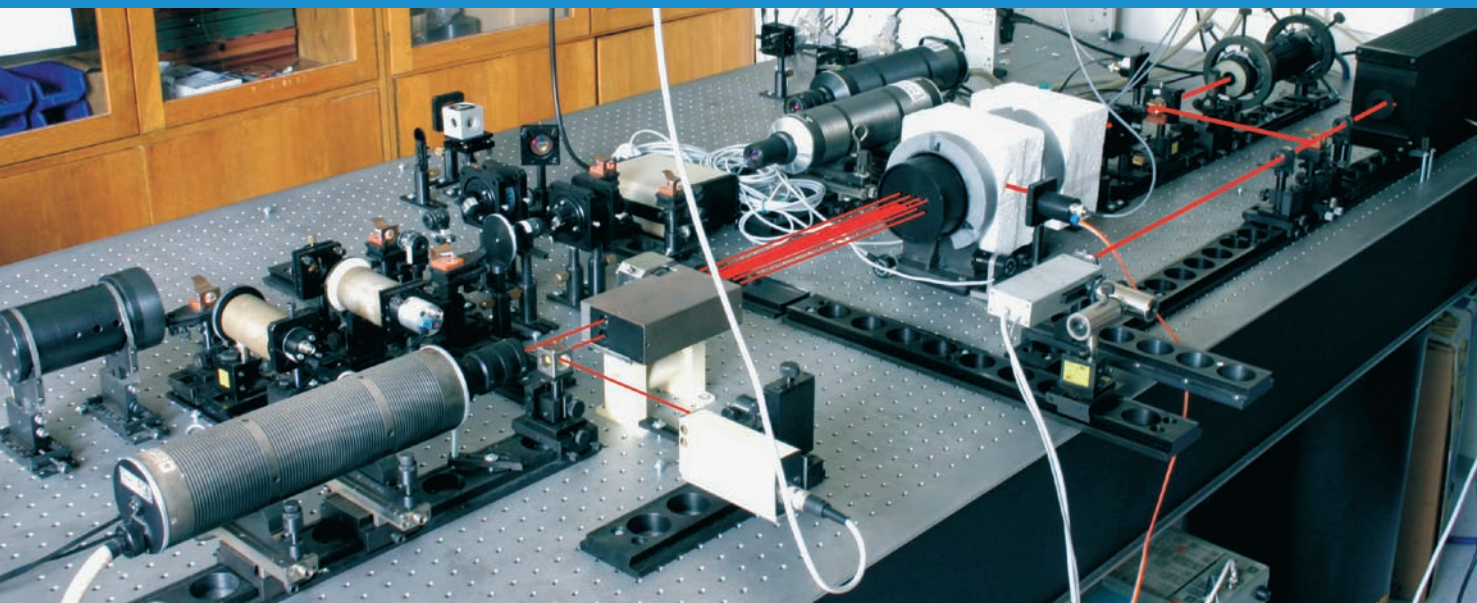
Obr. 3 Kompaktní verze polovodičového laseru s externím rezonátorem



< Obr. 4 Těleso rezonátoru pro měření subnanometrových posuvů převodem na optický kmitočet. Stabilita délky rezonátoru je zajištěna zerodurovými tyčemi.

## LABORATOŘ INTERFEROMETRIE A VYSOCE KOHERENTNÍCH LASERŮ

(J. Lazar, O. Číp, F. Petrů, P. Jedlička, B. Mikel, B. Růžička, Z. Buchta, V. Matoušek - str. 4)



Obr. 5 Sestava refraktometru s Fabry-Perotovým rezonátorem

## REDAKČNÍ RADA

**Předseda:** RNDr. Miloslav VYCHODIL, CSc., Meopta-optika, a.s., Přerov

**Členové:** RNDr. Ing. Ján BARTL, CSc., ÚM SAV, Bratislava, doc. Dr. RNDr. Zdeněk BOUCHAL, UP, Olomouc, Ing. Igor BREZINA, Bratislava, Ing. Jan DUPÁK, CSc., ÚPT AV ČR, Brno, prof. Ing. Pavol HORŇÁK, DrSc., STU, Bratislava, Ing. Libor HOVORKA, H & H hodinářská s.r.o., Nové Město nad Metují, prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc., SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, RNDr. Vladimír CHLUP, Olomouc, RNDr. Lubomír JASTRABÍK, CSc., FZÚ AV ČR, Praha, RNDr. Karol KAROVIČ, DrSc., Předsednictvo SAV, Bratislava, RNDr. Pavel KLENOVSKÝ, Český metrologický institut, Brno, RNDr. Josef KRÁSA, CSc., FZÚ AV ČR, Praha, Ing. Jiří KRŠEK, VUT, Brno, RNDr. Vojtěch KRĚSÁLEK, CSc., UTB, Zlín, Ing. Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno, doc. Ing. Martin LIBRA, CSc., ČZU, PRAHA, prof. RNDr. Miroslav LIŠKA, DrSc., VUT, Brno, RNDr. Zdeněk LOŠŤÁK, Meopta-optika, a.s., Přerov, doc. Ing. Petr LOUDA, CSc., TU, Liberec, Ing. Vladimír MATELA, Meopta-optika, a.s., Přerov, prof. RNDr. Jan PEŘINA, DrSc., UP, Olomouc, prof. Ing. Jaromír PIŠTORA, CSc., VŠB - TU, Ostrava, prof. RNDr. Ing. Jaroslav POSPÍŠIL, DrSc., UP, Olomouc, Jan ŘÍDKÝ, CSc., FZÚ AV ČR, Praha, RNDr. Dagmar SENDERÁKOVÁ, CSc., UK, Bratislava, prof. Ing. Karel STUDENOVSKÝ, DrSc., ČVUT, Praha, prof. RNDr. Anton ŠTRBA, CSc., UK, Bratislava

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen - Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A.; Gisbert O. SCHAUER, Sylvania Lighting International, Erlangen, Germany; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska-Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.; Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

## JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd České republiky za spoluúčasti The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) v Nakladatelství Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky.

**Ředitel FZÚ AV ČR:** Ing. Karel JUNGWIRTH, DrSc.

**Odpovědný zástupce vydavatele:** Jan ŘÍDKÝ, CSc.

**Šéfredaktor:** dipl. tech. Jaroslav NEVŘALA

**Adresa redakce v Olomouci** (předplatné, nakladatelské služby):

SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc,  
tel.: 585 631 576, fax: 585 631 531, e-mail: pelcova@optnw.upol.cz

**Adresa redakce v Přerově** (šéfredaktor): Kabelíkova 1, 750 02 Přerov,  
tel.: 581 242 151, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222.

Otisk povolen se svolením redakce a se zachováním autorských práv. Nevyžádané materiály se nevrací. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

**Předplatné:** Celoroční 420,- Kč/rok. Ceny jsou jednotné pro Českou i Slovenskou republiku. Do všech ostatních zemí je časopis JMO distribuován za jednotnou cenu 10 EUR/ks. Pro členy SPIE/CS činí předplatné 120,- Kč/rok. Předplatné pro studenty Bc., Mgr., Ph.D. a studenty středních škol při osobním odběru činí 120 Kč/rok; v případě zaslání poštou 300,- Kč/rok.

**Rozšiřuje** vydavatel, Podniková prodejna Meopta-optika, a.s., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov a KNIHKUPECTVÍ ACADEMIA, Václavské nám. 34, 110 00 Praha 1.

**V Slovenské republice je kontaktní místo:** prof. RNDr. Anton Štrba, CSc., katedra experimentální fyziky FMFI UK, Mlynská dolina F2/148, SK - 842 48 Bratislava, tel.: 00421 2 65 426 706, e-mail: Strba@fmph.uniba.sk

**V Slovenské republice rozšiřuje a objednávky přijímá:**

prof. Ing. Ivo Čáp, CSc., Žilinská univerzita - FPV, Hurbanova 15, SK - 010 26 Žilina, tel.: +421 415 136 350, e-mail: ivo.cap@fpv.uts.sk

**Tiskne** TYPOServis Holešov, Masarykova 650, 769 01 Holešov, tel.: 573 398 746, e-mail: dtp@typoservis.cz

**Inzerce:** redakce, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, tel.: 581 242 151, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222.

Odborné články jsou lektorovány.

© JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA 2006

# JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

VĚDECKO-TECHNICKÝ ČASOPIS  
ROČNÍK 51 1/2006

## OBSAH

<b>ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY AV ČR (ÚPT AV ČR) - historie a současnost</b> (P. Zemánek) .....	3
<b>Laboratoř interferometrie a vysoce koherentních laserů</b> (J. Lazar, O. Číp, F. Petřů, P. Jedlička, B. Mikel, B. Růžička, Z. Buchta, V. Matoušek).....	4
<b>Laboratoř optických mikromanipulačních technik ÚPT AV ČR</b> (P. Zemánek, P. Ják, J. Ježek, M. Šerý, V. Karásek, T. Čížmár, M. Šiler)....	7
<b>Vytváření jemných otvorů do křemenného skla pomocí elektronového svazku</b> (L. Dupák, J. Dupák, M. Zobač).....	10
<b>Kryochirurgický přístroj pro jemné operace</b> (L. Zobač, M. Zobač).....	13
<b>Vývoj a konstrukce mechanických sestav (uzlů) v Meopta – optika, a.s.</b> (P. Klabazňa).....	15
<b>Nejvýznamnější odborné technické veletrhy pořádané v 1. pololetí 2006</b> (jpe) .....	20
<b>Český opticko-mechanický průmysl na misi v Izraeli</b> (V. Motka) .....	23
<b>Nové přístupy v technologickém vzdělávání Vývoj a integrace evropských modulů v technologickém vzdělávání, Projekt EU programu Leonardo da Vinci</b> (K. Nevřalová) .....	23
<b>Emmett Leith, zakladatel moderní holografie, zemřel</b> (M. Miler).....	24
<b>Veletrh OPTA – špička mezi evropskými optickými veletrhy</b> .....	24
<b>Veletrh CeBIT 2006 v Hannoveru</b> (jpe).....	25
<b>Ohlédnutí za světovým rokem fyziky 2005</b> (M. Libra).....	26
<b>AQUA-THERM NITRA zajímavý pro každého</b> (jpe) .....	27
<b>15. mezinárodní seminář Měřicí technika pro kontrolu jakosti</b> .....	27

Obsah časopisu Jemná mechanika a optika je uveden  
na internetu: <http://jmo.fzu.cz>

Informace o předplatném podá, objednávky přijímá, objednávky  
do zahraničí vyřizuje: SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50,  
772 07 Olomouc, tel.: 585 223 936, fax: 585 631 531.

Cena čísla 40 Kč včetně DPH

## ADVISORY BOARD

**Chairman:** Miloslav VYCHODIL - Meopta-optika, a.s., Přerov (Czech Rep.)

**Members:** Ján BARTL - Inst. of Measurement Science Slovak Academy of Sciences, Bratislava (Slovak Rep.), Zdeněk BOUCHAL - Palacky Univ. (Czech Rep.), Igor BREZINA - Bratislava (Slovak Rep.), Jan DUPÁK - Inst. of Scientific Instruments of Czech Academy of Science, Brno (Czech Rep.), Pavol HORNÁK - Slovak Tech. Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Ing. Libor HOVORKA, H & H hodinářská s.r.o., Nové Město nad Metují, Miroslav HRABOVSKÝ - Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Olomouc (Czech Rep.), Vladimír CHLUP - Olomouc (Czech Rep.), Lubomír JASTRABÍK - Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Karol KAROVIČ - Presidium of the Slovak Academy of Science, Bratislava (Slovak Rep.), Pavel KLENOVSKÝ - Czech Metrology Inst., Brno (Czech Rep.), Josef KRÁSA - Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Jiří KRŠEK - Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Vojtěch KŘESÁLEK - Tomas Bata Univ. in Zlín (Czech Rep.), Ing. Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno (Czech Rep.), Martin LIBRA - Czech Univ. of Agric., Praha (Czech Rep.), Miroslav LIŠKA - Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Zdeněk LOŠŤÁK - Meopta-optika, a.s., Přerov (Czech Rep.), Petr LOUDA - Tech. Univ., Liberec (Czech Rep.), Vladimír MATELA - Meopta-optika, a.s., Přerov (Czech Rep.), Jan PEŘINA - Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Jaromír PIŠTORA - Tech. Univ., Ostrava (Czech Rep.), Jaroslav POSPÍŠIL - Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Jan ŘÍDKÝ - Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Dagmar SENDEŘÁKOVÁ - Comenius Univ., Bratislava (Slovak rep.), Karel STUDENOVSKÝ - Czech Tech. Univ., Praha (Czech Rep.), Anton ŠTRBA - Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.),

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen - Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A.; Gisbert O. SCHAUER, Sylvania Lighting International, Erlangen, Germany; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska-Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.; Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

## FINE MECHANICS AND OPTICS

Published by Institute of Physics Academy of Sciences of the Czech Republic under participation of The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) in the Publishing House of the Institute of Physics of the Academy of Sciences of the Czech Republic.

**Director of Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic:** Karel JUNGWIRTH

**Editor:** Jan ŘÍDKÝ

**Managing Editor:** Jaroslav NEVŘALA

**Address of the Editor's office in Olomouc** (subscription, publisher services): SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, Czech Republic, phone: ++420 585 631 576, fax: ++420 585 631 531, e-mail: pelclovea@optnw.upol.cz

**Address of the Editor's office in Přerov** (Managing Editor):

Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, Czech Republic.

Reproduction only with permission of the Editor and under observing the copyright. Unasked manuscripts are not sent back. The authors are responsible for originality and correctness of their contributions.

**Subscription fee:** Annual fee is 420,- CZK. This price of subscription is the same for both Czech and Slovak Republics. Fine Mechanics and Optics journal is distributed into other countries for uniform price 10 EUR/Pcs. For members of SPIE/CS the annual subscription fee is 120,- CZK. For Bc., Mgr., Ph.D. and secondary school students the subscription fee is 120,- CZK per year, annual subscription including postage is 300,- CZK.

**Distribution:** by the Publisher, Company Sales shop of Meopta-optika, a.s., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, Czech Republic.

**Contact place for the Slovak Republic:** Anton Štrba, Department of Experimental Physics, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynská dolina F2/148, SK - 842 15 Bratislava, phone: 00421 2 65 426 706, e-mail: strba@fmph.uniba.sk

**Printing:** TYPOServis Holešov, Masarykova 650, CZ-769 01 Holešov, phone: 573 398 746 (from abroad: ++420 573 398 746). e-mail: dtp@typoservis.cz

**Advertising:** editor's office, Kabelíkova 1, CZ-750 02 Přerov, fax: 581 242 222.

Papers are reviewed.

© FINE MECHANICS AND OPTICS 2006

# FINE MECHANICS AND OPTICS

SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL  
VOLUME 51 1/2006

## CONTENTS

<b>INSTITUTE OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS (ISI AS CR)</b> <b>- The history and the present</b> (P. Zemánek).....	3
<b>Laboratory of Interferometry and High-coherence Lasers</b> (J. Lazar, O. Číp, F. Petrů, P. Jedlička, B. Mikel, B. Růžička, Z. Buchta, V. Matoušek).....	4
<b>Laboratory of optical micromanipulation techniques ISI AS CR Brno</b> (P. Zemánek, P. Jákl, J. Ježek, M. Šerý, V. Karásek, T. Čížmár, M. Šiler).....	7
<b>Creation of fine holes into quartz glass by electron beam</b> (L. Dupák, J. Dupák, M. Zobač).....	10
<b>A cryosurgical instrument for delicate applications</b> (L. Zobač, M. Zobač).....	13
<b>Development and designing of mechanical assembly groups at Meopta-optika, a.s.</b> (P. Klabazňa) .....	15
<b>The most significant professional engineering fairs arranged in the first half-year 2006</b> (jpe).....	20
<b>The Czech opto-mechanical industry on mission in Israel</b> (V. Mořka) .....	23
<b>Novel approaches to the technology education</b> <b>Development and integration of European modules in the technology education, EU project Leonardo da Vinci</b> (K. Nevřalová) .....	23
<b>Pioneer of modern holography Emmett Leith died</b> (M. Miler).....	24
<b>Trade fair OPTA - the tip among European optical fairs</b> .....	24
<b>CeBIT Fair 2006 in Hannover</b> (jpe).....	25
<b>World year of physics 2005 retrospection</b> (M. Libra) .....	26
<b>AQUA-THERM NITRA interesting for everyone</b> (jpe).....	27
<b>15<sup>th</sup> international workshop Measurement Technique for Quality Control</b> .....	27

You can also find the contents of the Journal on Internet:  
<http://jmo.fzu.cz>

Information on subscription rate and on ordering gives the SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 223 936, fax: 585 631 531.

Price for single copy: 40 Kč incl. VAT

# ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY AV ČR (ÚPT AV ČR) - historie a současnost

Ústav přístrojové techniky byl založen roku 1957 jako instituce zajišťující přístrojové vybavení pro další ústavy Akademie věd, zejména v oblastech elektronové mikroskopie, nukleární magnetické rezonance, kvantových generátorů světla (laserů), supravodivosti a nízkých teplot. Již na počátku se podařilo vytvořit kvalitní pracovní týmy vedené výjimečnými osobnostmi, které během několika let zachytily světové trendy v uvedených oborech, vyvinuly vlastní unikátní experimentální zařízení a navázaly účinnou spolupráci s tehdejšími výrobními podniky. Mezi nezpochybnitelné úspěchy té doby patří zlatá medaile na EXPO 1958 v Bruselu pro stolní model elektronového mikroskopu Tesla BS 242, a zavedení výroby prozařovacích mikroskopů TESLA BS 413 a NMR spektrometrů v národním podniku Tesla Brno. Pouhé tři roky po celosvětovém představení He-Ne laseru začala Meopta Přerov nabízet tři typy He-Ne laserů o různých výkonech, vyvinuté v ÚPT. Až do roku 1989 bylo úsilí pracovníků ústavu vkládáno do vývoje unikátních zařízení, která na tuzemském trhu nebyla k dispozici. Paralelně však byla věnována nemalá pozornost základnímu výzkumu na poli rozvoje metodologie jednotlivých hlavních oborů. Jednalo se např. o nové detektory a elementy elektronové optiky pro elektronové mikroskopy, unikátní pulzní sekvence pro NMR spektrometry a přesnější detekční principy u laserových interferometrů.

Od roku 1990 došlo v původní vědecké orientaci ke změnám, které zasáhly její obsah i způsob realizace. Ústav se snaží udržovat optimální rovnováhu mezi základním a aplikovaným výzkumem s tím, že jádro svého zaměření spadá v metodologii studia hmoty ve vybraných oblastech. Vlastní koncepce ústavu zahrnuje teorii fyzikálních jevů souvisejících s rozvíjenými metodami, teorii experimentálních metod ve zmíněných oblastech, návrh a realizaci nových metod včetně případného vývoje původních přístrojových prvků, provádění unikátních demonstračních experimentů a konečně mapování perspektivních aplikačních oblastí nových metod, obvykle prováděné ve spolupráci s vnějšími partnery. Mezi výstupy ústavu patří rovněž originální příspěvky ke speciálním technologiím, zejména v oborech mikroobrábění, spojování obtížně spojitelných materiálů, přípravy a diagnostiky speciálních tenkých vrstev a multivrstev, vytváření difrakčních mikro- a nanostruktur, atd.

Oddělení elektronové optiky se zabývá teoretickou optikou, vybranými metodami rastrovací elektronové mikroskopie a speciálními technologiemi používajícími vakuum a svazky částic. Oddělení nukleární magnetické rezonance věnuje pozornost zejména metodologii NMR, elektronice, kryogenice a zpracování signálů v lékařství a v biologii. Z oddělení kvantových světelných generátorů se stalo oddělení koherenční optiky, které se orientuje na laserové mikromanipulační a nanomanipulační technologie, polovodičové lasery, přesnou interferometrii a normály vlnových délek. Ve všech třech odděleních se v posledním období zvyšuje důraz na výzkum diagnostických metod pro potřeby lékařství a biologie – toto zaměření se v různé míře týká asi poloviny z 36 vědeckých pracovníků ústavu. Vědecká činnost ústavu v uvedených oblastech experimentální fyziky vystupuje za hranice základního výzkumu do výzkumu aplikovaného a velmi intenzivní je spolupráce s početnými průmyslovými subjekty.

*doc. RNDr. Pavel Zemánek, Ph.D.  
zástupce ředitele  
ÚPT AV ČR*

# INSTITUTE OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS (ISI AS CR) - The history and the present

The Institute of Scientific Instruments was founded in 1957 with the intention to create an institution developing special instrumentation for other institutes of the Academy of Sciences, especially in the field of electron microscopy, nuclear magnetic resonance, quantum light generators (lasers), superconductivity, and low temperatures. Since the early beginning good teams of highly qualified researchers led by exceptional personalities had been established and they caught up the world trends within few years and were able to develop unique experimental apparatuses and to start an effective cooperation with industrial companies. One of the greatest successes of these early days is a gold medal at the EXPO 1958 trade fair for the table-top model of the electron microscope Tesla BS 242 and an introduction of the transmission microscopes Tesla BS 413 and NMR spectrometers to serial production of Tesla Brno. Only three years after the world premiere of the He-Ne laser the company Meopta Přerov offered three types of commercial He-Ne lasers with different output powers developed at the ISI. Until 1989 the effort of the staff of the institute concentrated into the development of unique scientific instrumentation not available on the market in Czechoslovakia. Great care was also taken to the fundamental research in the field of methodology. It meant new detectors and elements of electron optics for electron microscopes, unique pulse sequences for NMR spectrometers and more precise detection principles in laser interferometry.

Since 1990 the scientific orientation of the institute changed significantly. The institute tries to balance between fundamental and applied research while the core of its mission sees in the methodology of the study of matter in the selected fields. The *raison d'être* of the institute covers the theory of physical phenomena related with the methods under development, theory of experimental methods in the selected fields, design and realization of new methods including eventual development of special devices and components as well as following potentially promising applications in cooperation with industrial partners. Among important results of the institute one has to mention original contribution to special processing technologies such as micromachining, welding of materials difficult to join preparation and diagnostics of special thin films and systems of multilayers, creation of diffractive micro- and nanostructures, etc.

The department of Electron optics deals with the theoretical optics, selected methods of scanning electron microscopy and special technologies using vacuum and particle beams. The department of Nuclear magnetic resonance is oriented predominantly to the methodology of NMR spectroscopy, electronics, cryogenics, and signal processing in medicine and biology. The department of Quantum light generators turned into a department of Coherence optics with its scope to laser micromanipulation and nanomanipulation techniques, semiconductor lasers, highly precise interferometry and etalons of wavelengths. In all three departments an increasing stress is put on the development of diagnostic methods in medicine and biology – this orientation is important for about one half of the 36 scientists of the institute. The research in physics in the institute covers the whole range from fundamental research through experimental and applied physics and results in cooperation with numerous industrial partners.

*Pavel Zemánek  
Institute of Scientific Instruments  
Academy of Sciences of the Czech Republic*

## Laboratoř interferometrie a vysoce koherentních laserů

*Laboratoř interferometrie a vysoce koherentních laserů navazuje na tradiční orientaci původního Oddělení kvantových generátorů světla založeného v roce 1955 Ing. Františkem Petrů. Počáteční orientace skupiny byla v oboru měřicích přístrojů pro spektrofotometrii. Pro pracoviště ČSAV byly vyvinuty a realizovány přístroje: jednopaprskový infračervený spektrofotometr, infračervený spektrofotometr pro kvantitativní analýzu, laboratorní infračervený spektrofotometr a malý infračervený spektrofotometr. Poznatky z oblasti spektrofotometrie a experimentální vybavení pracoviště podstatnou měrou přispěly k sestavení prvního československého plynového laseru, který byl dán do provozu již v říjnu 1963, t.j. půl roku po zahájení nového programu a dva roky po představení prvního světového plynového laseru. Zaměření dalšího výzkumu dále dominovaly lasery, zejména určené pro nejnáročnější aplikace, interferometrii a metrologii. Veliké úsilí bylo vynaloženo na vývoj He-Ne laserů s důrazem na stabilitu optické frekvence a spektrální vlastnosti. Ve spolupráci s tehdejšími podnikem Metra Blansko byly mnohé z vyvinutých typů He-Ne laserů uvedeny do výroby. Nezůstalo jen u laserů, na pracovišti oddělení byl navržen a dále vylepšován interferometrický měřicí systém pro měření délek na bázi He-Ne laseru. I tento se dočkal v několika podobách sériové výroby v Metře Blansko a později firmě Limtek.*

Současné zaměření skupiny zůstalo věrné metrologickým aplikacím laserů, přičemž práce na vývoji vysoce stabilních laserů byly rozšířeny na polovodičové lasery s aplikacemi i mimo metrologii délek (telekomunikace). Interferometrická měření, nové techniky a metodologie zůstává stále jedním z nosných směrů, přičemž cílem výzkumu jsou zejména techniky s rozlišením v subnanometrové oblasti. Otázky související s vlivem atmosféry na přesnost interferometrů jsou dalším dlouhodobým tématem, bylo vyvinuto několik typů refraktometrů. Spolupráce skupiny s domácími pracovišti na neformální úrovni probíhá s FEKT VUT Brno (doc. Otakar Wilfert) společných výsledků na základě společných projektů bylo dosaženo s ÚFI FSI VUT (doc. Miloslav Ohlídál) a Českým metrologickým institutem (dr. Petr Balling). Tradiční zahraniční vazby skupiny jsou na metrologická pracoviště (PTB Braunschweig, SRN; BIPM Paříž, Francie) i na pracoviště univerzitního typu (TU Ilmenau, SRN; TU Helsinki, Finsko)

### STABILIZOVANÉ LASERY, ETALONY OPTICKÝCH FREKVENCÍ

Mluvíme-li o metrologii délek, může se jevit zavádějící, že na etalony délky je ve fundamentální metrologii nahlíženo jako na oscilátory – generátory optických frekvencí. Porovnávání přesnosti (stability) optického kmitočtu je nezávislé na indexu lomu prostředí a snadno realizovatelné i v atmosféře. Porovnávané lasery velmi blízkých optických kmitočtů produkují záněžový signál detekovatelný rychlým fotodetektořem a spadající do radiofrekvenčního pásma. Je možné jej měřit číslicovým čítačem s velkou přesností.

Prvním laserem splňujícím metrologická kritéria byl helium-neonový laser. Brzy se do stabilizace optické frekvence laserů vložila spektroskopie velkého rozlišení a ve viditelné oblasti spektra získaly dominantní postavení nasycené páry molekulárního jodu, jako vhodného absorpčního prostředí [1]. To především pro bohaté spektrum velmi úzkých absorpčních čar vhodných jako reference pro zpětnovazební regulaci frekvence laseru. He-Ne laser stabilizovaný prostřednictvím saturované absorpční spektroskopie v molekulárním jodu se na dlouhá léta stal základním normálem v metrologii délek a doposud slouží v laboratořích mnoha národních metrologických ústavů světa.

V laboratoři skupiny byl vyvinut jodem stabilizovaný He-Ne laser, který slouží též jako jeden z primárních normálů délky v ČR [2, 3] (obr. 1). [Obr. 1 – 5 jsou na 2. str. obálky.]

Postupně se ukázalo, že o další přesné optické frekvence je zájem i mimo jinak úzkou oblast metrologie délek. Spektroskopická měření v optické části spektra potřebují opřít frekvenční škálu o co nejvíce přesných bodů a podobně další specifické aplikace laserů, kde je kladen důraz na přesnost vlnové délky vytvořily tlak na vývoj dalších vysoce přesných laserů na různých vlnových délkách. Nadnárodní instituce bdící nad mírami a vahami, Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) a komise Comité International des Poids et Mesures, CIPM vydává pravidelně doporučení pro realizaci etalonů optických frekvencí odvozených od atomových přechodů v různých absorpčních látkách, které jsou výsledkem vývoje metrologických laboratořích. Tento seznam stále utěšeně narůstá [4].

Na našem pracovišti jsme se podíleli ve spolupráci s Českým metrologickým institutem na vývoji etalonu optické frekvence v infračervené spektrální oblasti, na vlnové délce 1552 nm. Motivem vývoje tohoto laserového systému byly potřeby optických telekomunikací. Se stoupajícími nároky telekomunikačního trhu na přenosovou kapacitu se začínají stále více prosazovat systémy s hustým frekvenčním multiplexem – s více optickými nosnými frekvencemi v jednom optickém vlákne. S tím samozřejmě rostou nároky na přesnost a stabilitu optické frekvence laserových vysílačů. Následně je nutné tuto vlnovou délku měřit a měřicí vlnoměry kalibrovat podle příslušného etalonu. Realizací etalonu byl v našem případě polovodičový laser s rozprostřenou zpětnou vazbou (DFB) stabilizovaný na přechody v acetylenu s izotopem uhlíku  $^{13}\text{C}$  [5]. Vzhledem ke slabé absorpci v acetylenu bylo nutné zvýšit poměr signál/šum v detekčním řetězci prodloužením absorpční délky až 7 m dlouhou absorpční kyvetou [6] (obr. 2). Pracujeme též na kompaktní verzi s kyvetou ve pasivním rezonátoru, kde jeho vysoká jakost přispěje k „zesílení“ absorpčních čar [7].

Pro He-Ne laser stabilizovaný na hyperjemné komponenty vibračně-rotální struktury v jodu na vlnové délce 633 nm byl limit relativní stability pro integrační dobu řádově sekund až desítek sekund na hodnotě  $10^{-11}$ . Snaha o realizaci přesnějšího normálu se ubírala různými směry. Byly hledány nové fyzikální principy pro odvození reference optické frekvence. Pravděpodobně nejdále pokročily práce na laserovém systému stabilizovaném na bázi Ramseyovských rezonancí v atomech vápníku chycených a chlazených v magnetooptické pastě [8]. Laserovým zdrojem zde byl zpočátku komplikovaný barvivový laser, později úzkospektrální polovodičový laser s externím rezonátorem. Limit přesnosti tohoto systému dosáhl hodnoty  $10^{-13}$ . Složitost byla hlavním omezujícím faktorem širšího metrologického využití [9].

Je na místě také zmínit nástup polovodičových laserů do nejnáročnějších metrologických aplikací. Představují segment početné nejvíce zastoupených laserů v průmyslové produkci a některé speciální typy (DFB, DBR, VCSEL) vykazují výborné spektrální vlastnosti a jednofrekvenční provoz. Na kratších vlnových délkách zatím však nejsou k dispozici, což vedlo v mnohých laboratořích k vývoji polovodičových laserů s externím rezonátorem (ECL). Lasery tohoto typu byly úspěšně vyvíjeny i na našem pracovišti (obr. 3) a na jejich bázi byl též realizován etalon optické frekvence na vlnové délce 633 nm se stabilitou srovnatelnou s tradičním He-Ne laserem [10, 11].

## FEMTOSEKUNDOVÉ PULZNÍ LASERY V METROLOGII

Jak bylo zmíněno výše, je etalon délky de facto oscilátorem generujícím na optické frekvenci. Principiální podobnost s etalonem času je evidentní. O vzájemné navázání těchto dvou normálů se metrologové snaží již dlouho. Výsledkem těchto snah byly v největších světových metrologických laboratořích budované řetězce radiofrekvenčních oscilátorů, maserů a laserů násobících nelineárními prvky kmitočty a vzájemně svázané smyčkami fázových závěsů. Tímto bylo realizováno první porovnání relativní stability cesiových hodin a stabilizovaného laseru.

Relativně poklidné vody metrologie optických frekvencí kde léta dominovalo úsilí o posunování hranice relativní přesnosti nemálo rozčeřil objev pulzního laseru generujícího ultrakrátké pulzy o délce v řádu femtosekund. Ještě před tím byly publikovány studie, které predikovaly možnost vytvoření „hřebene“ diskretních optických frekvencí laserem generujícím periodické, velmi krátké pulzy. Aktivní prostředí titan:safírového krystalu se ukázalo být tím, které při optickém čerpání dokáže nabídnout dostatečně široké spektrum zesílení pro vznik krátkých pulzů. Spektrální reprezentace optického pulzu je tím širší, čím je pulz kratší, takže stovky nm široká spektrální křivka zesílení aktivního prostředí je nutností pro vznik fs pulzů. Pulzní laser pracuje v tzv. mode-lock režimu, který je možné navodit různými mechanismy, které zajistí v rezonátoru laseru menší ztráty pro krátké pulzy s vysokým špičkovým výkonem.

Stabilizace opakovacího kmitočtu pulzního fs laseru na frekvenci atomových hodin prostřednictvím radiofrekvenčního syntezátoru vede k tomu, že periodicky se opakující spektrální komponenty „hřebene“ zachovávají relativní stabilitu svého kmitočtu danou primárními hodinami až do sféry optických frekvencí. Pulzní generátor optického hřebene se tak stal oním ideálním nástrojem schopným překlenout celé frekvenční spektrum od fs až po optické kmitočty [12, 13]. Umožnil tak realizovat laser s přesností normálu času, nebo zpětně „optické hodiny“. Mimo to vytvořil frekvenční měřítko pokrývající téměř celou viditelnou a blízkou infračervenou oblast spektra řadou přesných kmitočtových komponent vzdálených od sebe o opakovací kmitočet pulzů. Tato řada dále slouží jako reference při spektroskopických měřeních. Není vyloučeno, že blízká budoucnost opravdu přinese sloučení normálu času a délky. Vzhledem k tomu, že vývoj stále přesnějších optických laserových oscilátorů probíhá, je možné, že se opravdu dočkáme optických hodin [14].

Velká atraktivita pulzního fs laseru pro metrologii podnítila úsilí rozšířit jeho rozsah do mírně vzdálenější infračervené spektrální oblasti. Vhodným kandidátem by mohl být buďto chrom:forsteritový laser, nebo spíše dnes velmi perspektivní optovláknové lasery pracující v mode-lock režimu. Dominantním motorem této snahy je zde opět telekomunikační průmysl. Na pracovišti ÚPT je nyní pulzní fs laser k dispozici a v rámci plánovaného projektu je počítáno s jeho navázáním na naše současné etalony optických frekvencí.

## INTERFEROMETRIE V SUBNANOMETROVÉ OBLASTI

Interferometrie orientovaná na měření vzdáleností je nejčastěji založena na Michelsonově interferometru s referenčním a měřicím ramenem. Laser, jako zdroj záření obvykle převyšuje s velkou rezervou svojí koherenční délkou rozsah měření. Měření je inkrementální, kdy je střídání interferenčních proužků detekováno

fotodetektořem a zpracováno jako elektronický signál čítačem. V této základní konfiguraci je rozlišení dáno polovinou vlnové délky (svazek prochází měřenou drahou tam a zpět), která odpovídá dvěma sousedním maximům, resp. minimům. Inkrementální charakter měření reprezentuje fakt, že lze měřit pouze vzdálenost mezi dvěma body, kterou během čítání urazí zrcadlo (koutový odražeč) měřící větve interferometru.

Při použití obvyklého zdroje záření – He-Ne laseru na 633 nm vede cesta k vyššímu rozlišení prostřednictvím jemnějšího rozlišení interferenčního signálu realizovaného obvykle elektronicky. V praxi se lze setkat se systémy tzv. homodynními a heterodynními. Homodynň detekce využívá jednofrekvenčního laseru a převedení interferenčního signálu na rotující fázor v komplexní rovině se děje částečně opticky s pomocí polarizační optiky a fázových zpoždovacích destiček. Heterodynň systém vyžaduje laser generující dvě optické frekvence a je založen na elektronickém směšování zánějového signálu mezi těmito dvěma frekvencemi na výstupu z interferometru a referenčního přímo z laseru. Lze říci, že metody jsou co do parametrů v zásadě identické, limitované poměrem signál/šum a díky moderním metodám digitálního zpracování signálů je dosažitelné rozlišení až 1/1024 vlnové délky.

Reálná přesnost měření je však ovlivněna, jak již bylo řečeno, přesností vlnové délky laserového zdroje, přesností stanovení indexu lomu prostředí a zvláště pak linearita stupnice závisí na vlastnostech polarizačních optických komponent vlastního interferometru. Ty vnáší do systému fázové posuvy, jež je velmi obtížné korigovat [15, 16].

Kalibraci interferometrických měřicích systémů je možné provádět nepřímo, kalibrací přesnosti vlnové délky laseru a kalibrací jednotky pro kompenzaci vlivu indexu lomu vzduchu. Přímé měření vyžaduje náročný interferometrický komparátor. Stanovení a kompenzace indexu lomu vzduchu vycházející z parametrů atmosféry (teplota, tlak, vlhkost) nyní je limitována přesností cca  $10^{-6}$ , v laboratorních podmínkách cca  $10^{-7}$ . Komparační měření lze tedy považovat za jediné opravdu průkazné. Úplná eliminace vlivu indexu lomu vzduchu je možná jedině umístěním komparátoru do evakuovatelného prostoru. Zvláště komparátory pro subnanometrovou oblast bývají konstruovány jako vakuové.

Běžně používanými snímači s nejvyšší citlivostí a rozlišením (nikoli ovšem relativní přesností) jsou kapacitní snímače. Potřeba jejich kalibrace je jedním z popudů k vývoji interferometrických metod nejvyššího rozlišení. Měření v malém rozsahu a s malou relativní přesností přestává být dominantní index lomu vzduchu, ale vystupují do popředí problémy s linearitou stupnice. Tu je možné kompenzovat kalibrací a následným elektronickým s softwarovým zpracováním ineterferenčního signálu. Opticky čistší řešení pak představuje použití Fabry-Perotova interferometru, pasivního optického rezonátoru, který reprezentuje velmi přesný převod mezi svojí délkou a hodnotou rezonančního kmitočtu (obr. 4). Prostřednictvím pomocného laseru a optického směšování frekvence laseru do radiofrekvenční oblasti lze získat signál snadno měřitelný elektronickým čítačem.

V laboratoři ÚPT jsme realizovali systém pro odměřování velmi malých, subnanometrových vzdáleností jak na bázi frekvenčních rezonátorových metod, tak i s pomocí víceprůchodového interferometru a následnou linearizací stupnice metodami digitálního zpracování signálu. Bylo tím mj. umožněno porovnání obou metod v diferenčním uspořádání a kalibrace linearizačního algoritmu. Jako zdroje záření byly použity osvědčené He-Ne lasery a jako reference optického kmitočtu jodem stabilizovaný He-Ne laser [17] (obr. 5).

## REFRAKTOMETRIE

Měření indexu lomu vzduchu má v metrologii geometrických veličin již dlouho své místo a stalo se z něj téměř věčné téma. S problémem vlivu indexu lomu se nezbytně potýká každý, kdo se snaží o co nejpřesnější měření vzdáleností optickými metodami. Nejsnazším řešením je použití tzv. Edlénovy formule, empirického

vztahu aproximujícího hodnotu indexu lomu vzduchu z parametrů atmosféry – tlaku, teploty, vlhkosti, eventuálně i obsahu oxidu uhličitého. i v laboratorních podmínkách reprezentuje limit dosažitelné přesnosti řádu  $10^{-7}$ .

Přímé měření hodnoty indexu lomu vzduchu lze provádět opět interferometricky, kdy předmětem měření je změna optické dráhy způsobená změnou rychlosti šíření světla v atmosféře. Základním uspořádáním je diferenční interferometr, kdy jedna jeho větev prochází vzduchem, druhá pak kyvetou, kterou je možno evakuovat. Čítáním interferenčních proužků během čerpání lze získat údaj o dráhovém rozdílu. Pro přesnost interferenčního refraktometru platí v zásadě totéž, co bylo již uvedeno v předchozí stati o interferometrii. Opět zde figurují problémy s přesností optické frekvence laserů, linearitou stupnice, šumem apod. Zlepšení rozlišení je možné, ale nepraktické cestou prodlužování měřené optické dráhy, samo vakuové čerpání je nepřijemnou zátěží jak pro praktická měření, tak pro laboratorní experimenty. Na pracovišti v ÚPT jsme se vydali opět cestou rezonátorových metod, slibujících velkou přesnost a linearitu. S trvale evakuovanou kyvetou ve Fabry-Perotově rezonátoru jsme schopni měřit index lomu vzduchu s přesností pod  $10^{-8}$ , ale jen ve velmi malém rozsahu. Toto omezení se nám podařilo obejít kombinací empirické metody s Edeňovou formulí, stanovující hodnotu indexu lomu přibližně a rezonátorové interferometrické metody zajišťující příslušné zpřesnění [18].

## ZÁVĚR

Uvedený stručný přehled si nečiní a ani nemůže činit nároky na vyčerpávající zprávu o veškerém metrologickém snažení. Nicméně hlavní trendy nebyly opomenuty a úsilí skupiny Oddělení koherenční optiky Ústavu přístrojové techniky AVČR bylo zmíněno v příslušném kontextu.

*Všechny obrázky jsou uvedeny na 2. straně obálky.*

## Poděkování

*Aktuální výsledky byly dosaženy díky podpoře projektů: GAČR č. GA102/04/2109, GAAV č. IAA200650504 a č. GAAV KJB200650503.*

## Literatura

- [1] J. Ye, L. Robertsson, S. Fredin-Picard, L. S. Ma, J. L. Hall: Absolute frequency atlas of molecular I-2 lines at 532 nm, IEEE Trans. on Instr. and Meas. 48, 544-549 (1999)
- [2] F. Petrů, B. Popela, Z. Veselá: Design and performance of compact iodine stabilized He-Ne lasers at  $\lambda = 633$  nm with a short optical resonator, Meas. Sci. Technol. 4, 506-512 (1993)
- [3] J. Lazar and O. Číp: Electronics for He-Ne- $I_2$  stabilized laser with digital control, Rev. of Sci. Instr. 68, 3660-3665 (1997)
- [4] T. J. Quinn: International report - Practical realization of the definition of the metre, including recommended radiations of other optical frequency standards, Metrol., 40, 103-133 (2003)
- [5] K. Nakagava, M. de Labachellerie, Y. Awaji, and M. Kourogi: Accurate optical frequency atlas of the 1.5- $\mu$ m bands of acetylene, J. Opt. Soc. Am. B, 13, 2708-2714 (1996)
- [6] J. Lazar, B. Růžička, O. Číp: Etalon of optical frequency for the telecommunication spectral region, Proceedings of SPIE, 5457, 240-244 (2004)
- [7] L. S. Ma, J. L. Hall: Optical heterodyne spectroscopy enhanced by an external optical cavity: toward improved working standards, IEEE Jour. of Quant. Electron. 26, 339-347 (1990)
- [8] F. Riehle, H. Schnatz, B. Lipphardt, G. Zinner, T. Trebst, J. Helmcke: The optical calcium frequency standard, IEEE Trans. on Instr. and Meas. 48, 613-617 (1999)
- [9] H. Schnatz, B. Lipphardt, J. Helmcke, F. Riehle, G. Zinner: First phase-coherent frequency measurement of visible radiation, Phys. Rev. Lett., 76, 18-21 (1996)
- [10] J. Lazar, O. Číp, and P. Jedlička: Tunable extended-cavity diode laser stabilized on iodine at  $\lambda = 633$ nm, Applied Optics 39, 3085-3088 (2000)
- [11] A. Zarka, A. Abou-Zeid, D. Chagniot, J.-M. Chartier, O. Číp, J. Cliche, C. Edwards, F. Imkenberg, P. Jedlička, B. Kabel, A. Lassila, J. Lazar, M. Merimaa, Y. Millerioux, H. Simonsen, M. Tetu, and J. Wallerand: International comparison of eight semiconductor lasers stabilized on  $^{127}I_2$  at  $\lambda = 633$ nm, Metrol. 37, 329-339 (2000)
- [12] J. Ye, T. H. Yoon, J. L. Hall, A. A. Madej, J. E. Bernard, K. J. Siemsen, L. Marmet: Accuracy comparison of absolute optical frequency measurement between harmonic-generation synthesis and a frequency-division femtosecond comb, Phys. Rev. Lett. 85, 3797-3800 (2000)
- [13] T. H. Yoon, J. Ye, J. L. Hall, J.-M. Chartier: Absolute frequency measurement of the iodine-stabilized He-Ne laser at 633 nm, Appl. Phys. B 72, 221-226 (2001)
- [14] J. Ye, L. S. Ma, J. L. Hall: Molecular iodine clock, Phys. Rev. Lett. 87, 270801-1-4 (2001)
- [15] W. Hou, G. Wilkening: Investigation and compensation of the nonlinearity of heterodyne interferometers, Prec Eng, 14, 91-98, (1992).
- [16] O. Číp, F. Petrů: A scale-linearization method for precise laser interferometry, Meas. Sci. Technol. 11, pp. 133-141, (2000)
- [17] O. Číp, F. Petrů, Z. Buchta, J. Lazar: Ultra-precise distance measurement for nanometrology, Proceedings of SPIE, 5457, 22-25 (2004)
- [18] O. Číp, F. Petrů, V. Matoušek, Z. Buchta, J. Lazar: Methods of direct measurement of the refraction index of air using high-resolution laser interferometry. Precision mechanics and optics 3, 88-90 (2004).

Ing. Josef Lazar, Dr., Ing. Ondřej Číp, Ph.D., Ing. František Petrů, DrSc., Ing. Petr Jedlička, Ph.D., Ing. Břetislav Mikel, Ing. Bohdan Růžička, Ing. Zdeněk Buchta, Ing. Vít Matoušek, Ph.D.  
Ústav přístrojové techniky Akademie věd České republiky, Královopolská 147, 612 64 Brno



## Laboratoř optických mikromanipulačních technik ÚPT AV ČR

*Příspěvek jednoduše vysvětluje silové účinky světla, podává stručný historický přehled optických mikromanipulačních technik a prezentuje některé výsledky, kterých bylo v této oblasti dosaženo v České republice. Laboratoře optických mikromanipulačních technik (OMITEC – viz. [www.isibrno.cz/omitec](http://www.isibrno.cz/omitec)) byly založeny před deseti lety díky vstřícnosti vedení ÚPT AV ČR pro zcela nový směr v rámci tehdejšího oddělení kvantových generátorů světla. Díky pochopení prof. M. Lišky z Ústavu fyzikálního inženýrství Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně a za vydatné pomoci studentů VŠ začal intenzivní výzkum na problematice interakcí koherentního laserového světla s hmotnými objekty. Tento výzkum se týká tří základních problematik - bezkontaktních manipulací s mikroobjekty a nanoobjekty, mikroablaací a využití fotopolymerace k vytváření mikrostruktur.*

Během let bylo dosaženo řady výsledků ve spolupráci s tuzemskými pracovišti (ÚFI FSI VUT – prof. M. Liška, doc. R. Chmelík, LF MU – prof. R. Janisch, dr. Z. Moravčík, BFÚ AV ČR – doc. S. Kozubek, ing. E. Lukášová, FI MU – doc. M. Kozubek, KO UP Olomouc – doc. Z. Bouchal, Meopta a.s.) i zahraničními partnery (EMBL Heidelberg, Univ. Texas – prof. E.-L. Florin, dr. A. Jonáš, Univ. di Napoli – prof. A. Sasso, Univ. St. Andrews – prof. K. Dholakia). Tato problematika je nadále rozvíjena díky finanční podpoře AV ČR a projektům GAČR, GAAV, MPO a EU.

### ELEMENTÁRNÍ ÚVOD DO SVĚTELNÝCH INTERAKCÍ

Bezkontaktní manipulace s mikroobjekty a nanoobjekty využívají přenosu hybnosti ze světla na objekt. Velikost hybnosti jednoho fotonu je dána  $h/\lambda$ , kde  $h$  je Planckova konstanta ( $6,626 \cdot 10^{-34}$  J s),  $\lambda$  je vlnová délka. Jedná se o hodnotu nesmírně malou, jak demonstruje následující příklad. Jeden foton odražený od objektu na něj přeneše dvojnásobek své hybnosti, což pro vlnovou délku 532 nm činí přibližně 2,5e-27 kg m/s. Předpokládáme-li, že objekt je v klidu a pro jednoduchost zanedbáme změnu frekvence záření při odrazu, dostaneme ze zákona zachování hybnosti pro rychlost objektu po srážce s fotonem a jeho odrazu  $v = 2 h/(\lambda m)$ . Pro těžký objekt o hmotnosti  $m = 1$  kg dostaneme nepozorovatelnou hodnotu rychlosti  $= 2,5 \cdot 10^{-27}$  m/s, pro skleněnou kuličku o průměru 1  $\mu$ m a odpovídající hmotnosti 1,3e-15 kg bude udělena rychlost 1,9e-12 m/s a zcela hypoteticky atom vodíku o hmotnosti 1,67e-27 kg by získal po odrazu jediného fotonu rychlost 1,5 m/s. Je tedy vidět, že počet fotonů, potřebných pro pozorovatelné manipulace s mikroobjekty dosahuje vysokých hodnot. Jaké hodnoty však jsou experimentálně dostupné? Pro představu uvažujme laserový svazek o výkonu  $P = 1$  mW. Pokud budeme opět uvažovat vlnovou délku 532 nm zjistíme, že každou sekundu prochází pomyslnou plochou kolmou ke svazku  $N = P \lambda / (h c) = 2,7 \cdot 10^{15}$  fotonů. Pokud bychom byli schopni soustředit všechny tyto fotony tak, aby se odrazily na výše uvažované skleněné kuličce o průměru 1  $\mu$ m, kulička by se mohla pohybovat rychlostí několika km/s! Jestliže známe počet fotonů, které se za 1s odrazí na objektu, můžeme snadno odhadnout sílu, jakou tyto fotony působí na objekt. Tato síla je číselně rovna celkové změně hybnosti během 1s, tedy  $F = N \cdot 2 h/\lambda = P \lambda / (h c) \cdot 2 h/\lambda = 2P/c$ . Pro výše uvažované číselné hodnoty dostáváme  $F = 6,6 \cdot 10^{-12}$  N = 6,6 pN. Srovnáme-li tuto jakkoliv tížnou hodnotu s tížovou silou uvažované skleněné mikrokuličky  $G = 1,3 \cdot 10^{-14}$  N zjistíme, že je téměř 300x větší. Takto lze realizovat optickou levitaci objektů. Tyto elementární úvahy naznačují, že manipulace s mikroobjekty pomocí dostupných laserových zdrojů jsou reálné. Jak už to bývá, reálný svět není tak přející a dochází k řadě protivenství. Nejvýraznější je skutečnost, že objekt neodráží fotony zpět, nýbrž pouze změní jejich směr (lom světla). Tím je využit pouze zlomek hybnosti fotonů k přenosu na objekt. Další ztráty nastávají při fokusaci svazku. Fotony lze principiálně soustředit pouze do stopy srovnatelné s vlnovou délkou použitého světla. Pokud je objekt

výrazně menší než vlnová délka změní směr (rozptýlí) pouze část fotonů ve svazku, což dále snižuje účinnost metody.

Fokusem svazků lze rovněž využít k vytváření mikrostruktur či mikroobjektů pokud je laserový svazek zacílen do roztoku monomeru absorbujícího na vhodné vlnové délce. Při běžné fotopolymeraci je vlnová délka zvolena tak, aby odpovídala maximální citlivosti monomeru. Při dvoufotonové polymeraci se zvolí vlnová délka dvojnásobná a k fotopolymeraci pak dojde pouze v oblastech, kde je dostatečná optická intenzita k vybuzení absorpce. Lze tak dosáhnout jemnějších struktur, dokonce i menších než je použitá vlnová délka [1].

### HISTORICKÝ PŘEHLED EXPERIMENTÁLNÍCH REALIZACÍ VYUŽÍVAJÍCÍCH SILOVÝCH ÚČINKŮ SVĚTLA

Průkopníkem na tomto poli byl dr. Arthur Ashkin z Bellových laboratoří v Holmdel [2]. Během 70. a 80. let uskutečnil základní typy experimentů – optické urychlení objektů v jednom laserovém svazku, prostorové zachycení objektů ve dvou protiběžných svazcích, levitační uspořádání, zejména však dnes již klasickou svazkovou past nazývanou též optická/laserová pinzeta. Provedl zachycení objektů ve škále velikostí od desítek nanometrů po desítky mikrometrů a rovněž ukázal, že pomocí laserové pinzety lze uvěznit i živé objekty – buňky, viry a libovolně je přemísťovat. V následující řadě experimentů prokázal jedinečnost této metody zejména při zásazích uvnitř živých buněk, při manipulacích se subbuněčnými strukturami, nebo při studiu elasticity cytoplazmy rostlinných buněk. Dalším kvalitativním krokem byla kombinace optické pinzety a systému pro detekci polohy zachyceného objektu [3]. Podařilo se detekovat výchylky s nanometrovou přesností a takto obohacená optická pinzeta zrodila nový směr ve využití laseru v biologii provázený vlnou převratných experimentů trvajících do dnešních dnů, kdy se na molekulární úrovni studuje závislost síly a délky kroku různých molekulárních motorů, enzymů nukleových kyselin, mechanické vlastností mikrotubulů, aktinových vláken a DNA [4,5]. Protože jednotlivé molekuly jsou příliš malé na zachycení, využívalo se mikrokuliček zachycených v optické pinzetě a současně navázaných na konce studovaných molekulárních vláken.

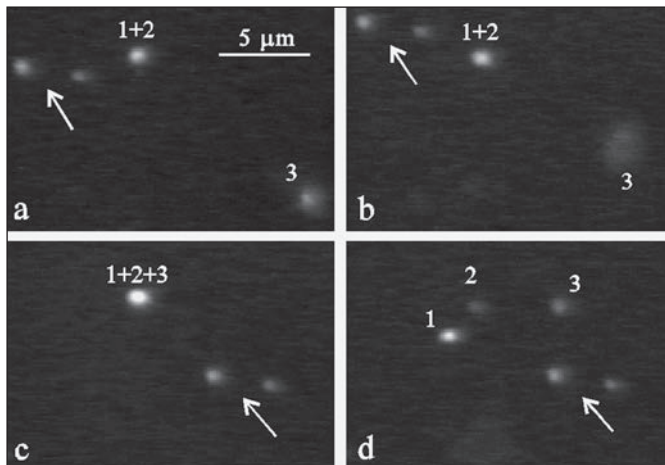
Paralelně s rozvojem biologických aplikací docházelo i k modifikacím sestavy optické pinzety. Byly navrženy způsoby, jak generovat více optických pastí (ohnisek laserů) jednak zvýšením počtu svazků, rozdělením jednoho svazku na více např. polarizačním děličem, mřížkou, hologramem nebo rychlými přeběhy jediného svazku mezi optickými pastmi [6]. V poslední době těmto na tomto poli dominuje metoda počítacem generovaných hologramů, které jsou realizovány prostorovými modulátory světla. Dosáhla snad nejvyššího stupně univerzality, protože umožňuje vytvořit libovolný počet optických pastí (omezený výkonem laseru), umístěných libovolně v prostoru a navíc umožňuje tyto parametry dynamicky měnit s frekvencí danou možnostmi prostorového modulátoru světla [7,8].

Jednou z dalších mimořádných modifikací optické pinzety byla její kombinace se zařízením označovaným jako optický skalpel nebo optické nůžky. Jedná se o fokusovaný svazek pulsního laseru s takovou vlnovou délkou, která je objektem absorbována. Během doby trvání pulsu (jednotky ns až jednotky fs) dochází k prudkému ohřátí zasažené oblasti vedoucí až ke vzniku plazmatu a ablaci materiálu. Čím kratší je doba pulsu, tím menší je neozářená oblast která je tepelnými efekty ovlivněna. Takto kombinovaný nástroj pak pomocí laserového světla umožňuje nejen zachycení objektu ale i jeho následnou modifikaci [9].

V poslední době lze vysledovat renesanci optických mikromanipulačních metod v souvislosti s řadou komerčně dostupných nicméně drahých zařízení (Cell robotics, P.A.L.M., Elliot, Arryx). Objevují se nové experimenty, které nevyužívají klasického schématu manipulace jednoho svazku s jednou částicí, ale např. organizace tepelného pohybu mnoha částic v širších svazcích, generování mnoha optických pastí a vytváření koloidních krystalů [10] či světlem vázaných uskupení mikrometrových objektů [10], třídění koloidů v optických mřížkách (periodické interferenční struktury) [11], experimenty v nezářivých (evanescentních) polích [12], využití neklasických svazků – nedifrakčních či vírových a jejich použití k dopravě submikrometrových objektů až na milimetrové vzdálenosti [13], přenos momentu hybnosti ze světelného pole na objekty následované jejich roztočením [14], konstrukci světlem poháněných mikrorotorů [15], či světlem řízených lab-on-a-chip systémů [16].

## REALIZOVANÉ SYSTÉMY

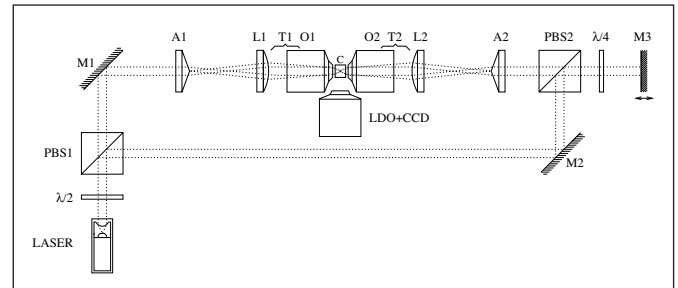
V laboratořích OMITECU byla zbudována kombinovaná sestava vícenásobné optické pinzety umožňující počítačem generovat a polohovat dvě stálé nezávislé optické pasti nebo několik sdílených optických pastí vytvořených rychlým přeskokováním laserového svazku. Toto zařízení je kombinováno s ultrafialovým optickým skalpelem (viz obr. 1. na 3. str. obálky). Celá sestava využívá invertovaného mikroskopu Olympus IX70 doplněného klimatizovaným boxem pro dlouhodobé uchování živých vzorků. Byla provedena řada experimentů ke kvalitativnímu i kvantitativnímu popisu manipulací s nanoobjekty (viz obr. 2) či mikroobjekty uvnitř živých buněk (viz obr. 3 na 3. str. obálky). Pro kvantifikaci parametrů fokusovaného svazku



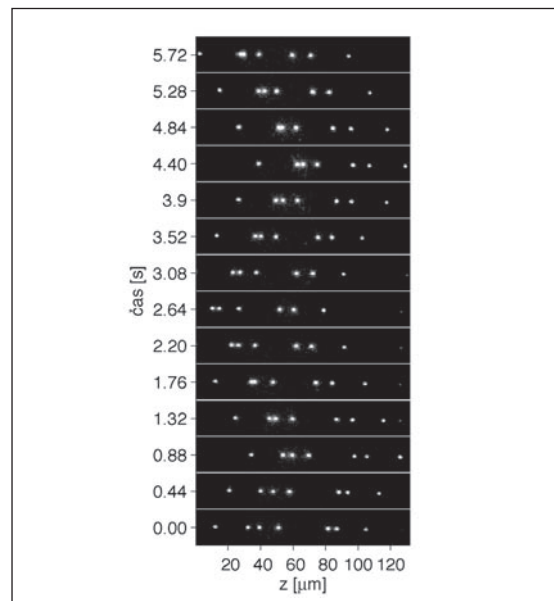
Obr. 2 Polystyrénové nanokuličky o průměru 100 nm zachycené v optické pasti přibližně 1  $\mu\text{m}$  nad podložním sklem. Celkový výkon v rovině vzorku byl 7 mW a numerická apertura fokusačního objektivu byla 0,6. K zobrazení byla využita metoda temného pole. Část (a) zobrazuje dva objekty „1“ a „2“ zachycené ve stejné optické pasti. Šipka označuje nepohyblivý objekt ležící na dně, který byl spolu s podložním sklem přesunut, zatímco oba zachycené objekty zůstaly na stejném místě obrazu. Objekt „3“ se pohybuje náhodně prostředím, jak naznačují změny v jeho ostroty, a v části (c) byl zachycen do optické pasti a společně s objekty „1“ a „2“ v ní zůstává zatímco nepohyblivý objekt označený šipkou sleduje pohyb podložního skla. V části (d) byl chytací světelný svazek vypnut a všechny tři objekty tepelným (Brownovým) pohybem opustily oblast optické pasti

byly nalezeny postupy jak proměřit prostorové rozložení optické intenzity v blízkosti ohniska pole s využitím vláknové nanosondy [17] či fluorescenčně obarvené sondy, která byla trojdimenzionálním nanoposuvným stolcem rastrována přes svazek (viz obr. 4 na 3. str. obálky). Pulsní laser byl využit k laserem indukované fúzi živých buněk a studiu přerozdělení chromatinu v jádrech buněk [18,19] a k destrukčním mikrozásahům uvnitř živých prvků [20].

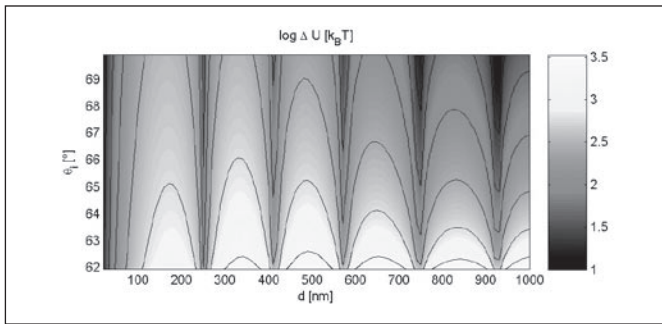
K dispozici je dále samostatná sestava optické pinzety s přesnou detekcí polohy zachyceného objektu využívající kvadrantního detektoru či dvoufotonové fluorescence generované obarvenou sondou. Protože mikroposuvné stolky komerčních mikroskopů nejsou po dobu několika minut dostatečně stabilní v řádu mikrometrů, bylo použito vlastní uspořádání, které umožňuje přesně měřit síly působící na zachycený objekt – světelná obdoba AFM (mikroskopu meziato-



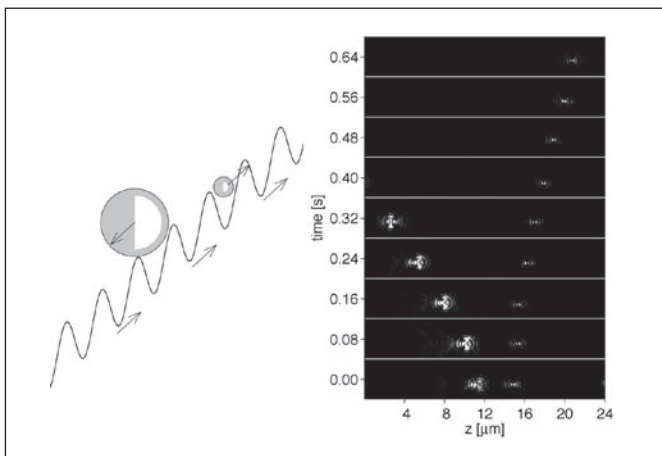
Obr. 7 Sestava světelného dopravníku využívajícího protiběžných nedifrakčních svazků. Lineárně polarizovaný svazek laseru (Coherent Verdi V5, 5 W,  $\lambda = 1,070 \mu\text{m}$ ) je natočen půlvlnnou deskou a rozdělen polarizačním děličem svazku PBS1. Zrcadlo M1 je směřován na axikon A1, za kterým vzniká nedifrakční svazek, který je teleskopem T1 zmenšen na průměr jádra 2  $\mu\text{m}$ . Zrcadlo M2 vede svazek na polarizační dělič PBS2, který odrazí svazek přes čtvrtvlnnou desku na pohyblivé zrcadlo M3. Odtud je odražen zpět, prochází přes PBS2 na axikon A2 a vzniklý nedifrakční svazek je zmenšen na průměr jádra 2  $\mu\text{m}$ . Oba svazky interferují v kyvetě C. Kyveta je pozorována objektivem s dlouhou pracovní vzdáleností (Mitutoyo M Plan Apo SL, 50x / 0.42) a CCD



Obr. 8 Výřez ukazuje sedm polystyrénovým kulových objektů o průměru 200 nm, které byly zachyceny do dvou protiběžných interferujících nedifrakčních svazků (stojaté nedifrakční vlny). Změnou fáze jednoho svazku bylo dosaženo přesouvání celého řetězce intenzitních maxim a minim stojaté vlny, do kterých byly objekty zachyceny - jak je naznačeno v jednotlivých řádcích. S ohledem na zobrazovací systém je na jednotlivých řádcích ukázán obousměrný přesun objektů v maximální délce pouze 50  $\mu\text{m}$ , ale sestava umožňovala přesun až o 1 mm

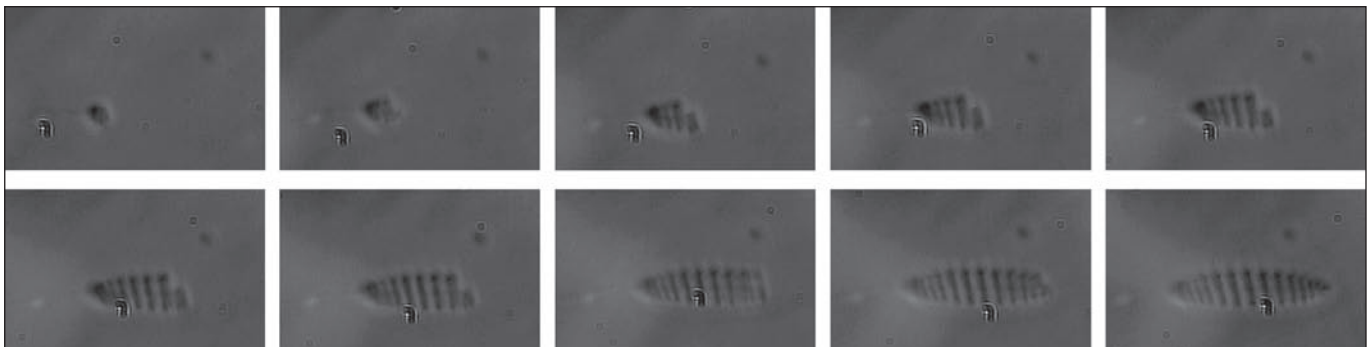


Obr. 9 Teoretické výsledky hloubky optické pasti vytvořené interferencí dvou protiběžných nezářivých vln vzniklých dopadem dvou rovinných vln na hranol pod většími úhly než mezními. Je zobrazena závislost hloubky pasti (v logaritmické stupnici) na průměru polystyrénové částice a úhlu dopadu rovinné vlny na rozhraní hranol-vo-da. Kontury vyznačují hloubky pasti 33 kT, 100 kT, 333 kT, 1000 kT and 3333 kT. Polarizace obou svazků jsou kolmé k rovině dopadu (rovnoběžně s povrchem hranolu), amplituda elektrického pole jedné rovinné vlny odpovídá gaussovskému svazku o výkonu 1 W fokusovaného do pasu 1  $\mu\text{m}$  ( $E_0 = 200 \text{ V/m}$ )



Obr. 10 Příklad světelného třídění koloidních částic podle jejich velikosti. Větší částice necítí stojatou vlnu a jsou větším radičním tlakem tlačeny doleva (naklonění je způsobeno větší optickou intenzitou svazku jdoucího zprava). Menší částice je zachycena do stojaté vlny a principem světelného dopravníku jsou pohyblivou stojatou vlnou přemísťovány doprava. Obrázek vlevo ukazuje experimentální třídění polystyrénových kulových objektů o průměru 750 nm (doleva) a 350 nm (doprava)

mových sil), která se nazývá „fotonický siloměrný mikroskop“ (pho-tonic force microscope) (viz obr. 5 na 3. str. obálky). Byl využit pro měření profilu nepřístupného povrchu a jeho rozlišení dosáhlo 25 nm (viz obr. 6 na 3. str. obálky). Další jeho aplikací bylo studium chování



Obr. 11 Časová sekvence vytváření trojdimenzionální spirály o průměru 4  $\mu\text{m}$  a stoupání 4  $\mu\text{m}$  pomocí fokusovaného laserového svazku o vlnové délce 532 nm a výkonu vstupního svazku 1,5 W z roztoku NOA63

sondy v blízkosti povrchu [21], kdy se prokázal nezanedbatelný vliv slabě odražené vlny od povrchu (koeficient odrazivosti byl 0,4%) na polohu sondy. S využitím vlastních teoretických modelů pro chování různě velkých objektů ve stojaté vlně [22,23] se podařilo prokázat, že tento efekt lze částečně potlačit vhodnou velikostí sondy.

## SOUČASNÝ SMĚR VÝVOJE

Na rozdíl od některých laboratoří v Evropě, které se zabývají zdokonalováním již popsaných aplikací často za pomoci drahých komerčních systémů se náš tým vydal cestou hledání nových aplikací vycházejících z fyzikální podstaty fenoménu optických mikromanipulací.

Ze současných aktivit lze zmínit realizaci optického dopravníku na bázi stojaté vlny v nedifrakčním svazku [12] (viz obr. 7 – sestava). Jako první na světě jsme realizovali nástroj, který umožňuje dopravovat objekty o průměru 200 nm na vzdálenost až 1 mm. Díky unikátním vlastnostem nedifrakčního svazku – jeho schopnosti rekonstrukce za překážkou reprezentovanou zachycenou částicí – je možné najednou zachytit a dopravit s mikrometrovou přesností i více objektů (viz obr. 8).

Dalším unikátním experimentem je realizace stojaté vlny interferencí dvou protiběžných nezářivých polí vzniklých při totálním odrazu svazků na neosvícené straně hranolu. Změnou fáze jedné z vln jsme opět dosáhli pohybu intenzitních maxim spolu se zachycenými objekty po povrchu hranolu. Současně se potvrdily naše teoretické predikce, ohledně různé citlivosti objektů na stojatou vlnu v závislosti na jejich velikosti. Prokázalo se, že objekty jistých velikostí nejsou stojatou vlnou silově ovlivněny, kdežto ostatní podléhají jejímu vlivu (viz obr. 9). Využili jsme této vlastnosti ke konstrukci unikátního mechanismu, kterým jsme pouhým světlem dokázali podle velikosti roztřídit submikrometrové objekty (viz obr. 10).

V poslední době se zdařilo uskutečnit několik experimentů na poli fotopolymerace. Bylo navrženo a zkonstruováno počítačem řízené zařízení, s jehož pomocí jsme schopni vytvářet rozličné prostorové mikrostruktury (viz obr. 11) a následně je využít např. při experimentech ve světlem ovládaných mikrosystémech.

## ZÁVĚR

Uvedený stručný přehled nastínil hlavní princip silových interakcí a mezní počiny v mezinárodním i národním měřítku v oblasti optických mikromanipulačních technik. V posledních letech vyúsťily v řadu aplikací v biologii, koloidní chemii, světlem ovládaných mikrosystémech a jistě naleznou uplatnění i ve vyvíjených lab-on-a-chip fluidních systémech schopných provádět rychlé analýzy stopových množství vzorků např. pro potřeby lékařství.

## Poděkování

Aktuální výsledky byly dosaženy díky podpoře projektů GAAV č. IAA1065203, KJB2065404, MPO č. FT-TA2/059, EC 6FP NEST ADVENTURE (ATOM-3D 508952).

## Literatura

- [1] Kawata S., Sun H. B., Tanaka T. and Takada K. 2001. Finer features for functional microdevices. *Nature* **412**: 697-698.

- [2] Ashkin A., 2000, History of optical trapping and manipulation of small-neutral particles, atoms, and molecules, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron* **6**: 841-856.
- [3] Svoboda K., Schmidt Ch. F., Schnapp B. J. and Block S. M. 1993. Direct observation of kinesin stepping by optical trapping interferometry. *Nature* **365**: 721-727.
- [4] Bustamante C., Bryant Z., and Smith S.B. 2003. Ten years of tension: single-molecule DNA mechanics. *Nature* **421**: 423-427.
- [5] Mehta A. D. et al. 1999. Single-molecule biomechanics with optical methods, *Science* **283**: 1689-1695
- [6] Lang M. J., Block S. M. 2003. Resource Letter: LBOT-1: Laser-based optical tweezers, *Am. J. Phys.* **71**: 201-215.
- [7] Grier D. M., Roichman Y. 2005. Holographic optical trapping, *arXiv: cond-mat/0506284*
- [8] Rodrigo P. J., Daria V.R., Gluckstad J. 2005. Four-dimensional optical manipulation of colloidal particles. *Appl. Phys. Lett.* **86**: 074103.
- [9] Greulich, K.-O. 1999, *Micromanipulation by light in biology and medicine*, Birkhauser Verlag, Basel-Boston-Berlin.
- [10] Tatarikova S. A., Carruthers A. E. and Dholakia K. 2002. One-dimensional optically bound arrays of microscopic particles. *Phys. Rev. Lett.* **89**: 283901.
- [11] MacDonald M. P et al. 2003 Microfluidic sorting in an optical lattice. *Nature* **426**: 421-424.
- [12] Garcés-Chávez V. Dholakia K, Spalding G.C. 2005 Extended-area optically induced organization of microparticles on a surface. *Appl. Phys. Lett.* **86**: 031106.
- [13] Čižmár T., Garcés-Chávez V. Dholakia K, Zemánek P. 2005. Optical conveyor belt for delivery of submicron objects. *Appl. Phys. Lett.* **86**: 174101.
- [14] Friese M.E.J. et al. 1998. Optical alignment and spinning of laser-trapped microscopic particles. *Nature* **394**: 348-350.
- [15] Terray A., Oakey J. and Marr D.W.M. 2002. Microfluidic control using colloidal devices. *Science* **296**: 1841-1844.
- [16] Rodrigo P. J. et al. 2002. Interactive light-driven and parallel manipulation of inhomogeneous particles. *Opt. Express* **10**: 1550-1556.
- [17] Jákl P., Jonáš A., Lazar J., Číp O., Harna Z., Liška M., Tománek P., Zemánek P. 2000. Measurement of submicron laser beam profiles using nanoprobe. *Proc. SPIE* **4016**: 309-314.
- [18] Ježek J., Pařša S., Lukášová E., Kozubek S., Jákl P., Šerý M., Jonáš A., Liška M., Zemánek P. 2002. Spatial structure of chromatin in hybrid cells produced by laser induced fusion studied by optical microscopy. *Proc SPIE* **5036**: 630-634.
- [19] Ježek J., Pařša S., Lukášová E., Kozubek S., Jákl P., Šerý M., Jonáš A., Liška M., Zemánek P. 2003. Employment of laser induced fusion of living cells for the study of spatial structure of chromatin. *Proc. SPIE* **5259**: 336-340
- [20] Moravčík Z., Janisch R., Ježek J., Zemánek P. 2003. Response of infusorian cells to injury caused by a laser microbeam. *Scripta Medica* **76**: 149-161.
- [21] Jákl P., Šerý M., Ježek J., Jonáš A., Liška M., Zemánek P. 2003. Behaviour of an optically trapped probe approaching a dielectric interface. *Journal of Modern Optics* **50**: 1615-1625.
- [22] Zemánek P., Jonáš A., Liška M. 2002. Simplified description of optical forces acting on a nanoparticle in the Gaussian standing wave. *Journal of the optical society of America. A* **19**: 1025-1034.
- [23] Zemánek P., Jonáš A., Jákl P., Ježek J., Šerý M., Liška M. 2003. Theoretical comparison of optical traps created by standing wave and single beam. *Opt. Commun.* **220**: 401-412.

Doc. RNDr. Pavel Zemánek, Ph.D., Ing. Petr Jákl, Ph.D., Ing. Jan Ježek, Ph.D., Ing. Mojmír Šerý, Mgr. Vítězslav Karásek, Mgr. Tomáš Čižmár, Mgr. Martin Šiler, Ústav přístrojové techniky AV ČR, Královopolská 147, 612 64 Brno, e-mail: pavlik@isibrno.cz

Libor DUPÁK, Jan DUPÁK, Martin ZOBAČ, Ústav přístrojové techniky AV ČR, Brno

## Vytváření jemných otvorů do křemenného skla pomocí elektronového svazku

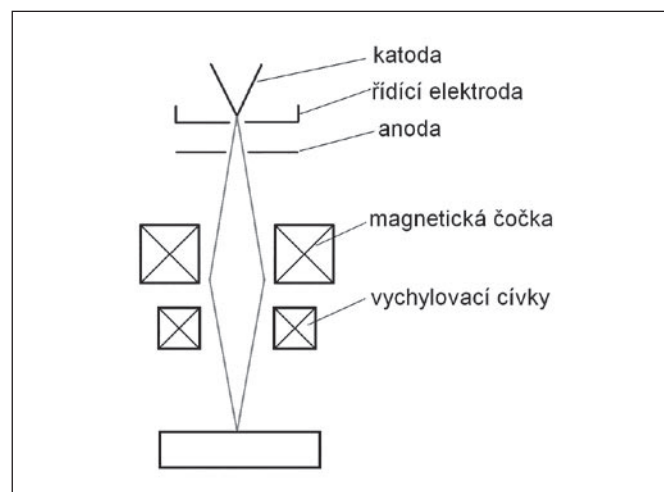
*Tento článek ukazuje možnosti mikroobrábění pulsním elektronovým svazkem při vytváření jemných otvorů do křemenného skla. Je demonstrován vliv různých parametrů elektronového svazku (proud ve svazku, zaostření, délka pulsu). Použité urychlovací napětí bylo 50 kV, proud ve svazku 0,1 – 1 mA, délka pulsu 15-150 ns. Velikost vytvořených otvorů se pohybovala řádově od 10<sup>1</sup> μm do 10<sup>0</sup> mm na straně dopadajícího svazku a 10<sup>0</sup> až 10<sup>1</sup> μm na protější straně (při tloušťce destičky 0,7 mm).*

### 1. ÚVOD

Jednou málo známou možností využití elektronového svazku je mikroobrábění [1]. Je to technologie založená na ohřevu materiálu dopadem urychlených elektronů, při kterém se jejich kinetická energie přemění na teplo (*obr. 1*). Při tom je třeba dosáhnout takové hustoty výkonu v místě dopadu elektronového svazku, aby došlo k odpaření materiálu. Tím se vytváří kráter. Jeho rozměry postupně narůstají s dalšími dopadajícími elektrony. Rychlost a tvar závisí na parametrech svazku.

V rámci práce [2] byly provedeny úvodní experimenty, které měly zjistit možnosti obrábění různých skupin materiálů pomocí elektronového svazku se současným zařízením a vytvořit tak základ pro případný další rozvoj této technologie.

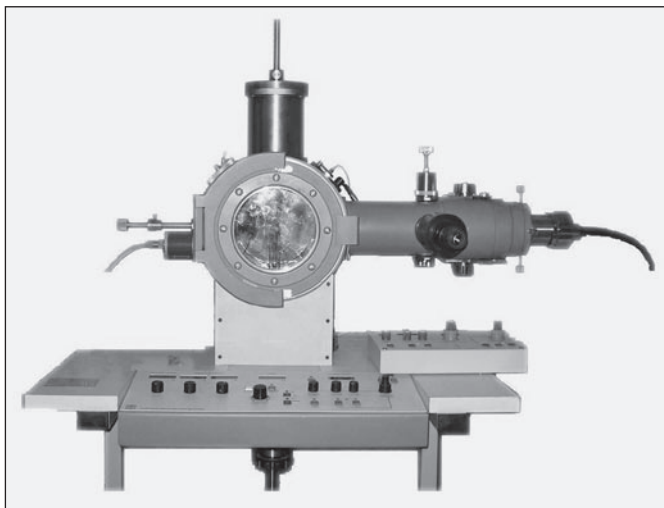
Vhodný materiál k obrábění elektronovým svazkem je křemenné sklo, protože má velmi nízkou vodivost a nízkou roztažnost. Nízká tepelná vodivost je důležitá, neboť teplo se nerozvádí ve velké míře do okolí a je využito k odpaření materiálu. Další výhodou pro analýzu vzniklých otvorů je průhlednost skla, neboť tvar vzniklého otvoru je vidět pod světelným mikroskopem skrz sklo a není tedy nutné dělat výbrusy.



Obr. 1 Princip mikroobrábění

## 2. EXPERIMENT

Experimenty byly prováděny na stolní elektronové svářečce SES-1 (obr. 2). Vakuová pracovní komora má tvar válce s vodorovnou osou o vnitřním průměru 230 mm a délce 200 mm. Pracovní tlak v aparatuře je  $10^{-1}$  -  $10^{-3}$  Pa. Elektronový svazek je získáván a formován v elektronovém děle [2]. Jako zdroj elektronů slouží přímo žhavená katoda tvaru „V“ vyrobená z wolframového drátku  $\varnothing 0,15$  mm. Urychlovací napětí je 50 kV. Součástí elektronového děla je také vychylovací systém, který umožňuje vychylování až o  $\pm 35^\circ$  v osách x, y. Řídící elektronika umožňuje přepínat mezi kontinuálním a pulsním režimem. Užitím pulsů se méně zahřívá okolí místa dopadu a lze lépe kontrolovat dobu působení svazku na materiál. Proto pro většinu experimentů byl použit právě pulsní svazek.

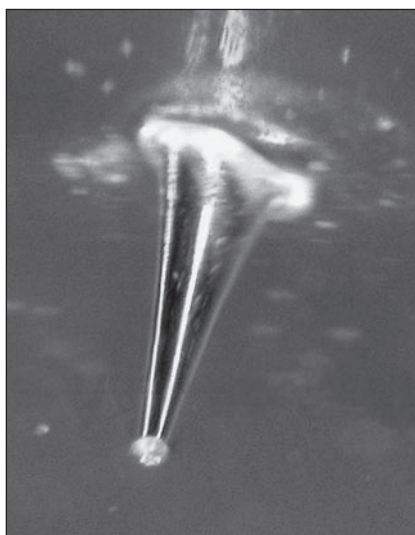


Obr. 2 Elektronová svářečka SES-1

## 3. VÝSLEDKY

Typický tvar vzniklého otvoru je kuželový (obr. 3). Základna je přibližně kruhová či elipsovitá, ale ne zcela pravidelná. Výstupní část u průchozích otvorů pak měla převážně kruhový tvar.

Největší růst kráteru můžeme pozorovat během prvního pulsu ( $t=0$ ). Během několika málo následujících pulsů přírůstek rychle klesá a celková hloubka kráteru se zvětšuje už jen pomalu. Dochází ale k jeho mírnému rozšiřování. To umožňuje elektronovému svazku postupovat do hloubky, protože v širším otvoru dochází k menším ztrátám energie svazku na stěnách a dostatečné množství elektronů

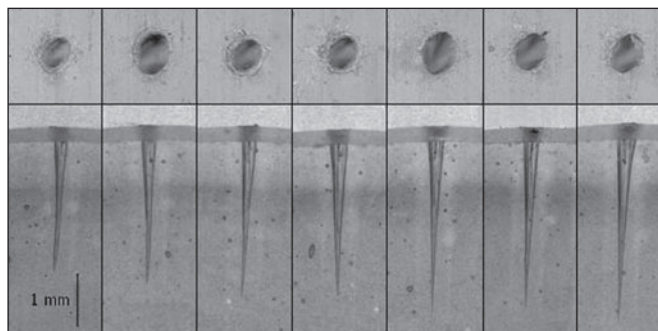


Obr. 3 Otvor v křemenném skle

se dostává ke špičce, kde je materiál odpařován, a prodlužování otvoru pomalu pokračuje. Zajímavý je dosažený poměr hloubka/vstupní průměr, který se pohyboval od 8:1 do 10:1, v případě dlouhých otvorů (35 mm) i 20:1. Číselné hodnoty jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Tabulka velikostí otvorů v závislosti na počtu pulsů – proud 1 mA

pulsů	1	2	3	5	10	15	20
hloubka [mm]	2,78	3,42	2,91	4,06	4,19	4,55	4,7
průměr [mm]	0,32	0,34	0,35	0,39	0,43	0,46	0,48
poměr h:d	8,7:1	10:1	8,3:1	10:1	9,7:1	9,9:1	9,8:1



Obr. 4 Růst otvoru přidáváním pulsů při proudu 1 mA, délka pulsu 50 ms - počet pulsů: a) 1, b) 2, c) 3, d) 5, e) 10, f) 15, g) 20

Vliv zaostření se zjišťoval pomocí počtu potřebných pulsů k vytvoření průchozího otvoru (tab. 2). Ostření jsme prováděli změnou ohniskové vzdálenosti čočky změnou fokusačního proudu. Nejméně pulsů bylo potřeba právě při zaostření na povrch. Při zaostření nad

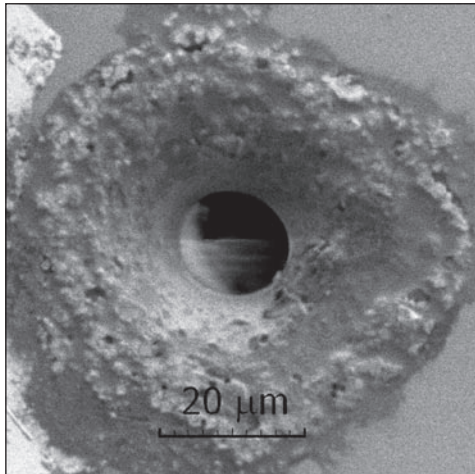
Tab. 2 Počet pulsů potřebných k vytvoření otvoru v závislosti na zaostření

fokusační proud [mA]	Rozostření [mm]	Počet pulsů
700	-10	$38 \pm 5$
710	0	$11 \pm 1$
720	+10	$24 \pm 5$
730	+20	200 - nic



Obr. 5 Rozšíření „výstupní“ strany otvoru (sklo tloušťky 0,9 mm)

či pod povrch počet potřebných pulsů roste, až nakonec nestačilo ani 200 pulsů. Zajímavé u průchozích otvorů je, že nejužší místo otvoru není na povrchu, ale pod ním, a to někdy i více než 0,1 mm (obr. 5). Možné vysvětlení tohoto jevu je, že na konci tvořícího se otvoru dojde k odstříknutí roztaveného materiálu (viz. charakteristický vzhled povrchu na obr. 6) a kapilární síly spolu s tlakem par vytvoří zúžené hrdlo blízko povrchu materiálu. Na působení kapilárních sil při formování otvoru ukazuje i okrouhlost zmíněného místa.



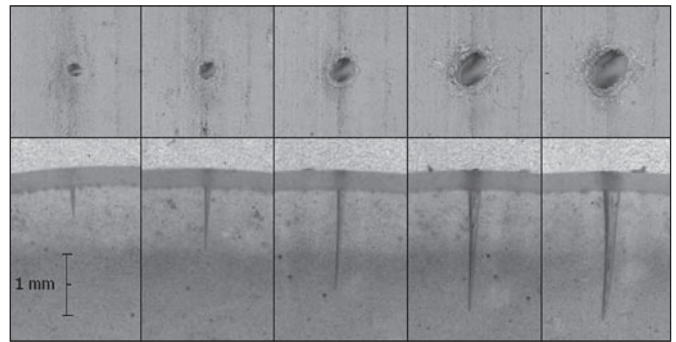
Obr. 6 Snímek výstupní strany otvoru z rastrovacího elektronového mikroskopu

Takto bylo dosaženo otvorů s průměrem v nejužším místě od 5 do 17 μm (odměřeno pomocí mikroskopu). Reprodukovatelnost malých otvorů je však malá, protože roztavený materiál může velmi snadno vznikající otvor opět zalít a ucpat. Další puls, který by tuto bariéru prorazil, dá vzniknout otvoru s daleko větším průměrem.

V tab. 3 je ukázáno, že při prodloužení pulsů jich bylo k vytvoření průchozího otvoru potřeba méně. Obdobně s rostoucím proudem stačí méně pulsů. Vliv velikosti proudu ve svazku je znázorněn na obr. 7. Zde jsme vytvořili sérii otvorů, každý jedním pulsem o délce 50 ms, ale různým proudem ve svazku. Je vidět, že současně s hloubkou kráteru roste i jeho šířka (tab. 4). Vysvětlením toho je skutečnost, že s rostoucím proudem se rozšiřuje oblast, ve které je hustota výkonu dostatečná na odpaření materiálu.

Tab. 3 Počet pulsů v závislosti na délce pulsu.  $I_s = 0,2 \text{ mA}$ ,  $t = 0,9 \text{ mm}$

délka pulsu [ms]	100	75	50	25
počet pulsů	$5 \pm 2$	$9 \pm 2$	$24 \pm 7$	$53 \pm 4$



Obr. 7 Závislost účinků jednoho pulsu na proudu ve svazku. Délka pulsu 50 ms. Proud ve svazku a) 0,2 mA, b) 0,3 mA, c) 0,5 mA, d) 0,8 mA, e) 1 mA. Tmavě šedý pás na počátku kráteru je způsoben skosením části hrany sklíčka

Tab. 4 Tabulka velikostí otvorů v závislosti na proudu ve svazku

$i_s$ [mA]	0,2	0,3	0,5	0,8	1
hloubka h [mm]	0,82	1,34	2,01	2,3	2,78
průměr d [mm]	0,12	0,15	0,21	0,29	0,32
poměr h/d	6,8	8,9	9,6	7,9	8,7

#### 4. ZÁVĚR

Prezentované výsledky prokázaly, že mikroobrábění elektronovým svazkem je perspektivní technologie, která dovoluje vytváření velmi jemných otvorů. Bylo dosaženo otvorů o průměru pod 10 μm a to v destičce tloušťky 0,7 mm. Vzniklý otvor má přibližně kuželovitý tvar.

Mimo křemenné sklo byly zkoušeny i jiné materiály např. korundová keramika, nerez, titan, plasty a další. Výzkum v této oblasti bude pokračovat. V přípravě jsou také experimenty řezání a povrchového obrábění.

#### Literatura

- [1] Visser A.: Werkstoffabtrag durch Elektronen und Photonenstrahlen. Verlag „Technische Rundschau“, Bern und Stuttgart 1972. (český překlad L. Zobač, ÚPT AV ČR).
- [2] Dupák L.: Studium interakce elektronového svazku s materiálem při mikroobrábění. Diplomová práce, Brno, 2005.
- [3] Dupák, J., Vlček I., Zobač M.: Electron gun for computer-controlled welding of small components. Vacuum 62 (2001), s.159-164.

# Kryochirurgický přístroj pro jemné operace

*Pro jemné kryochirurgické zákroky v oblasti obličeje, zvláště očí, a pro některé případy v dermatologii, nejsou běžné přístroje připojené k velkému zásobníku kapalného dusíku vhodné. Proto byl vyvinut malý a lehký „autonomní“ nástroj s vlastní zásobou dusíku. Řídící elektronika včetně napájecího akumulátoru je zabudovaná přímo do přístroje určeného pro držení v ruce. S jednou náplní 30 cm<sup>3</sup> kapalného dusíku dokáže zmrazit a tím devitalizovat až 5 gramů tkáně. Příspěvek vysvětluje jeho konstrukci a funkci. Jsou též uvedeny výsledky jeho technických zkoušek.*

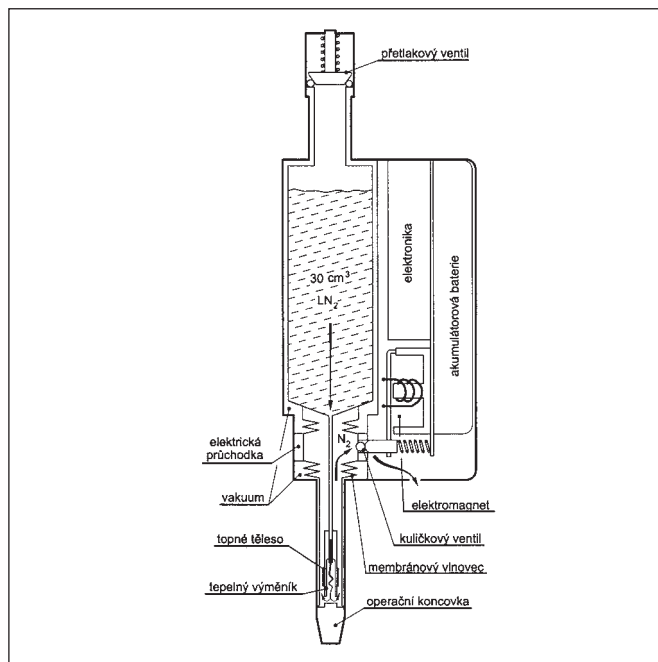
## 1. ÚVOD

K odstraňování novotvarů z lidského těla se dá využít skutečnost, že živé buňky působením teploty nižší než přibližně -25°C odumírají a organizmus se jich pak zbavuje určitými mechanismy, které zatěžují pacienta méně než proces hojení ran po klasické operaci skalpelem. V bývalém Československu vzbudila tato metoda mezi chirurgy všech specializací největší zájem v osmdesátých letech minulého století, a to v souvislosti s technickým vývojem a výrobou zařízení pro kryochirurgii v ČSSR [1]. V důsledku jistých okolností se zde uplatnila konstrukce kryochirurgických přístrojů s kapalným dusíkem jinde ve světě nepoužívaná [3], která místo velkých zásobníků o objemu 5 až 30 litrů, běžných u zahraničních výrobců [4], odebírá chladicí kapalinu, kapalný dusík s teplotou -196 °C, z malé nádoby spojené přímo s operačním nástrojem. V jednom speciálním případě dokonce byl vytvořen prostor pro množství kapalného dusíku postačující pro jeden kryochirurgický výkon přímo v nástroji samotném. Takový přístroj byl koncem osmdesátých let zkonstruován v Ústavu přístrojové techniky ČSAV, a pak v několika exemplářích vyroben v tehdejší podniku Chirana Brno jako tzv. „oční kryochirurgický přístroj“. K malému a lehkému nástroji byla však zapotřebí řídicí a monitorovací elektronika, která při tehdejší technické úrovni měla značné rozměry i hmotnost. Využitím soudobých možností mikroelektroniky se podařilo vtěsnat celou tuto část zařízení do malého prostoru přímo v nástroji tak, že se mnoho nezvětšily jeho celkové rozměry a hmotnost. Tento příspěvek přináší stručný popis konstrukce takového přístroje a výsledky měření jeho technických parametrů.

## 2. POPIS KONSTRUKCE A FUNKCE NÁSTROJE

Celkovou podobu nástroje ukazuje fotografie na obr. 1 a jeho hlavní funkční části zjednodušený náčrt na obr. 2. Konstrukce využívá k tepelnému oddělení vnitřních funkčních částí s nízkou pracovní teplotou (kapalného dusíku) od vnějších částí nízkou tepel-

nou vodivost nerezové oceli a izolační schopnosti vysokého vakua. Všechny funkční části nástroje ochlazované kapalným dusíkem jsou od vnějších tepelně odděleny prostorem vyčerpávaným na tlak řádu 10<sup>-3</sup> Pa, nebo tenkostěnnou součástkou z nerezové oceli. Svařované membránové vlnovce velmi malých rozměrů spojující dno zásobníku pro dusík a vnitřní trubku vakuového pláště se základním dílem nástroje kromě nízké tepelné vodivosti uplatňují v konstrukci i svoji pružnost při změnách délky připojených součástí s jejich teplotou.



Obr. 2 Základní funkční část nástroje



Obr. 1 Kryochirurgický přístroj pro jemné operace – snímek prototypu

Vysoké vakuum v prostoru mezi vnějšími teplými a vnitřními chladnými díly napomáhá dlouhodobě udržovat sorbent uložený v malé komůrce tepelně spojené se dnem dusíkové nádoby. Dokonale (vakuově) těsného spojení jednotlivých součástí poměrně složité a subtilní konstrukce nástroje je dosaženo svařováním elektronovým svazkem a kapilárním pájením ve vakuu. V případě zhoršení vakua nad přípustnou mez je možné vakuum obnovit po připojení nástroje k vakuové čerpací aparatuře čerpací odbočkou přes speciální ventil umožňující manipulaci uzavíracího šroubu během čerpání.

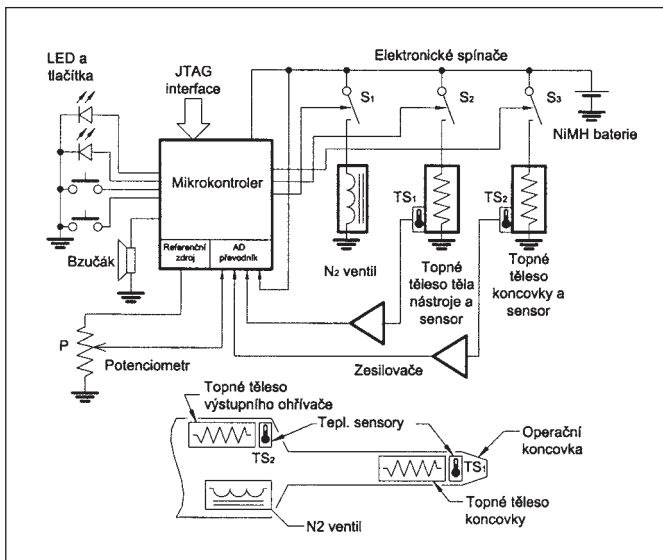
Nádoba pro pracovní chladicí kapalinu (LN<sub>2</sub>) se plní hrdlem, na které se pak našroubuje uzávěr s přetlakovým ventilem. Síla pružiny se nastaví tak, aby se nad hladinou dusíku v pracovní nádobce tlak plynu ustálil na hodnotě asi 50 kPa. Tímto přetlakem je kapalný dusík tlačěn kovovou kapilárou k výměníku tepla na spodním konci nástroje.

Kapalný dusík přitékající přívodní kapilárou prochází výměníkem tepla, kde odpařováním ochlazuje základní tělísko, ke kterému je připojena výměnná pracovní koncovka. Odpařený plynný dusík může z nástroje odcházet pouze přes výstupní uzávěr, pokud je tento otevřen, tj. pokud je zapnut elektromagnet ovládající polohu uzavírací kuličky. Po vypnutí magnetu pružina přitlačí přes kotvu a kolík ocelovou kuličku do teflonového sedla a cestu plynu uzavře. Činnost elektromagnetického ventilu je ovládána elektronikou podle nastavení řídicích prvků a podle teploty základního tělíska výměníku.

Odcházející plynný dusík má velmi nízkou teplotu, blízkou teplotě kapalného dusíku, proto je nutné části nástroje, se kterými přijde do styku ohřívat. Tuto funkci obstarává výstupní ohřívač s odporovým topným vinutím. Udržení teploty výstupního ohřívače na hodnotě asi 30 °C zajišťuje automaticky elektronika.

### 3. ELEKTRICKÁ ČÁST PŘÍSTROJE

Elektronika přístroje je ve zjednodušené formě zachycena na obr. 3. Obsahuje výkonové elektronické spínače pro ovládání topných těles a elektromagnetického ventilu, citlivé zesilovače pro měření teploty, LED, uživatelské ovládací prvky (tlačítka a potenciometr), bzučák a NiMH baterii. Funkce celého přístroje je řízena moderním mikrokontrolérem (dříve se pro tutéž součástku používal též výraz „jednočipový mikropočítač“).



Obr. 3 Principiální schéma elektroniky kryochirurgického přístroje

Pro snímání teploty je využito velké teplotní závislosti napětí na křemikovém PN přechodu v propustném směru. Ta vykazuje typicky strmost okolo -2mV/K. Principu lze na základě pokusů bez problémů využít i při kryo teplotách. Nelinearitě měření lze při číslicovém zpracování v případě potřeby poměrně snadno odstranit. V přístroji jsou použity dva snímače, jeden v blízkosti pracovního hrotu a druhý měří výstupní teplotu odcházejícího plynného dusíku.

Program pro řízení kryopřístroje byl napsán v jazyku C. Jeho hlavní funkcí je v reálném čase vyhodnocovat teploty v obou zmíněných místech přístroje a pomocí ventilu připouštějícího tekutý dusík a topných těles udržovat požadované teploty. Na základě stisku ovládacích tlačítek program zvolí režim přístroje (chlazení, odmrazování apod.). Program je v případě potřeby možno upravit a přístroj snadno přizpůsobit novým požadavkům.

Celý přístroj je napájen pomocí zabudované NiMH baterie, která poskytuje dostatek energie pro několikahodinový provoz. Nabíjení je prováděno v externí nabíječce. Elektronika je realizována pomocí technologie povrchové montáže a její rozměry byly minimalizovány, aby mohla být zabudována do těla přístroje.

### 4. TECHNICKÉ PARAMETRY NÁSTROJE

„Chladicí schopnosti“ nástroje byly zjišťovány kalorimetrickým měřením a praktickými zkouškami v „modelovém“ prostředí. Při kalorimetrickém měření byl funkční konec nástroje ponořen do známého množství vody v termosce a pak byl změřen pokles její teploty po spotřebování určitého množství kapalného dusíku v nástroji. Jako příklad uvedeme konkrétní výsledky jednoho takového měření:

- množství vody v termosce:  $V_{H_2O} = 50 \text{ cm}^3$
- spotřebované množství  $LN_2$ :  $m_{LN_2} = 15 \text{ g}$ ,  
což odpovídá  $V_{LN_2} = 18,75 \text{ cm}^3$
- doba působení:  $t = 210 \text{ s}$
- pokles teploty vody:  $\Delta\vartheta = 15^\circ\text{C}$
- Z těchto hodnot můžeme vypočítat, že nástroj odvedl z vody v termosce:

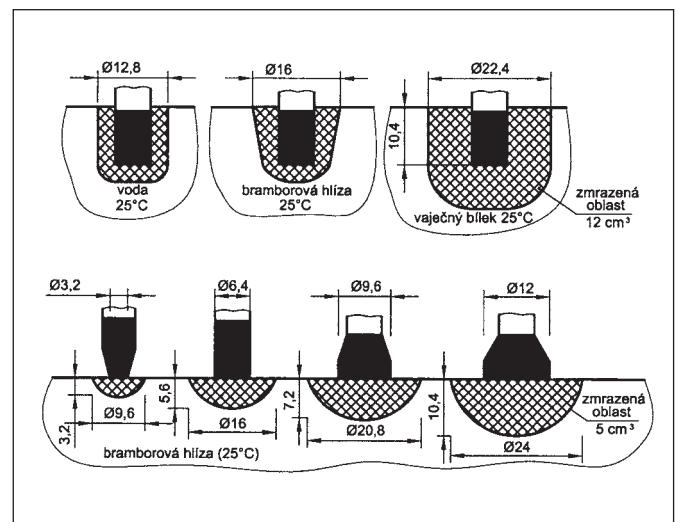
$$Q = \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot \Delta\vartheta = 1000 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 4184 \cdot 15 = 3138 \text{ J}$$

tepla při průměrném chladicím výkonu:

$$P = Q / t = 3138 / 210 \approx 15 \text{ W}$$

Srovnání hodnoty 3,138 kJ odvedeného tepla s hodnotou skupenského tepla spotřebovaného množství dusíku  $15 \cdot 210 = 3,015 \text{ kJ}$  vidíme, že z vody v termosce bylo odvedeno o 5 % více tepla než činí samotné výparné teplo spotřebovaného dusíku. To svědčí o dobré tepelné účinnosti pracovního výměníku, který využil i část entalpie plynné fáze.

Chladicí výkon nástroje se dá nastavit změnou rychlosti jakou je dusík vytlačován ze zásobníku, tj. změnou pracovního tlaku (sílu pružiny v uzávěru plicního hrdla). Z hlediska lékaře není tato hodnota nijak důležitá, protože potřebný účinek zmrazení tkáně (nekrotizace buněk) není nijak kriticky závislý na rychlosti ochlazování. Také nezávisí na době působení nízké teploty, proto při volbě objemu zásobníku není třeba počítat s odběrem dusíku po dobu delší než je nutná k dosažení určitého stavu či rozměru zmrazené oblasti. Tato doba je obvykle kratší než 3 až 4 minuty. Dosažitelný rozměr zmrazené oblasti je limitován fyzikálními vlastnostmi mrazené látky a žádnými technickými parametry nástroje jej nelze rozšířit do hloubky přes určitou hranici. Možnosti popisovaného nástroje ukážeme na příkladu technických zkoušek v „modelovém“ prostředí. Tím může být buď neproudící voda nebo vaječný bílek, nebo ještě lépe rostlinná hlíza nebo plod, které se svými tepelně-fyzikálními vlastnostmi blíží živočišné tkáni (vhodné jsou např. jablko nebo brambor). Výsledky takových pokusů ukazuje obr. 4, který ukazuje tvary a rozměry zmrazených útvarů dosažené využitím jedné náplně (30 cm<sup>3</sup>) dusíku.



Obr. 4 Účinky nástroje v modelovém prostředí



## 5. ZÁVĚR A PODĚKOVÁNÍ

Realizace popsaného zařízení je možná pouze na pracovišti s technologickým vybavením a zkušenostmi v oborech kryotechniky a vysokovakuové techniky, svařování elektronovým svazkem, kapilárním pájením ve vakuu a moderní elektroniky. Využití všechny tyto možnosti v Ústavu přístrojové techniky AV ČR umožnilo laskavé pochopení ředitele tohoto pracoviště, dr. Ludka Franka a vedoucího pracovníka Ing. Jana Dupáka.

## Literatura

- [1] ZOBAČ, L.: Ekonomický kryochirurgický přístroj z ÚPT ČSAV v Brně, Lékař a technika 3, 51, 1980.
- [2] MÁLEK, Z., ZOBAČ, L. et al.: Autonomní kryochirurgický systém. Čes.čas.fyz. A30, 485–491, 1980.
- [3] ZOBAČ L. et al.: Kryochirurgická zařízení, AO čs. vynálezu č. 211474
- [4] Katalogy firmy ERBE

Ing. Ladislav Zobač, CSc., Ing. Martin Zobač, Ústav přístrojové techniky AV ČR, Královopolská 147, 612 64 Brno, e-mail: zobac@isibrno.cz, http://www.isibrno.cz, tel.: +420 541 514 297, fax: +420 541 514 402

Petr KLABAZŇA, Meopta – optika, a.s., Přerov

## Vývoj a konstrukce mechanických sestav (uzlů) v Meopta – optika, a.s.

*Článek informuje o konstrukčních pracích při tvorbě mechanických dílů, sestav a podsestav na počítači konstruktéry firmy Meopta – optika, a.s. v systémech Autocad a Pro/ENGINEER. Popisuje postup vytváření mechanické součásti, výrobní dokumentace a zmiňuje další možnosti poskytované CAD systémy při návrhu nového projektu.*

Ve firmě Meopta – optika, a.s. jsou v současné době používány CAD systémy pocházející z dílen firem Autodesk a PTC, doplňkově se na různých stupních výroby používají small CAD aplikace, které však nejsou systémově provázané. Pro konstrukční činnost je mimo jiné důležitá kompatibilita systému, což zaručuje přenositelnost dat napříč firmou/výrobou.

### Začátky CAD ve fy Meopta

Trocha historie, již koncem 80. let byly ve firmě Meopta pro konstruktéry k dispozici „cadovské“ stanice vybavené programy Autocad. Autocad tehdy pracoval na - z dnešního pohledu - nepřilíživě výkonném PC s procesorem 80286, tzv. dvaosmšestka. A pokud uživatel nehodlal přijít o značnou část drahocenného výkonu musel být počítač vybaven ještě také koprocесорem 80287, na který byla na základní desce volná patice. Autocad vyžadoval existenci koprocесору pro matematické operace, které ulehčily práci samotnému procesoru. Autocad, ostatně jako většina tehdejších aplikací, byl zpočátku určen pro operační systém DOS.

Současné vybavení konstruktérů v Meopta – optika, a.s. postihuje poslední trend, nejnovější pracovní stanice jsou vybaveny procesory na bázi Pentium 4 s technologií HT (Hyper Threading) běžící na frekvenci 3 GHz i více s dostatečnou kapacitou operační paměti (1GB) i paměti diskové v řádu desítek GB a instalovaným programem Pro/ENGINEER. Technologie HT neboli Hyper Threading pochází od firmy Intel a vyznačuje se dvěma jádry na jednom čipu. V každém jádru pak může probíhat vlastní výpočet simultánně. I když se takovýto systém tváří jako dvou procesorový, v praxi ale dvojnásobného zvýšení výkonu nedosahuje. Nahlédnutím do vlastností počítače ve Windows XP Pro v záložce obecně nalezneme u tohoto systému tento popis: „Víceprocesorový osobní počítač s rozhraním ACPI“. Termín „víceprocesorový“ způsobuje zmiňovaná technologie Hyper Threading nikoli fyzická přítomnost více procesorů.

### Grafická karta a 3D aplikace

Pro PC sestavy je nutné použít grafickou kartu dle doporučení výrobce CAD systému popř. prodejce počítačové sestavy. V současné době se pro většinu 3D konstrukčních aplikací jeví integrovaná grafická karta jako nevhodná. Pokud by se přeci jen podařila instalace s velkou pravděpodobností by byl potom systém určitým způsobem nestabilní.

Nicméně je dobré mít stále na paměti, že pracovní stanice je po hardwarové stránce nutné průběžně přizpůsobovat nárokům nových softwarových aplikací. Prevence je v tomto případě namístě.

Vzhledem k času strávenému u počítače je důležitý také monitor a jeho vlastnosti. Klasické CRT monitory (se skleněnou obrazovkou) jsou cenově vytlačovány moderními LCD panely. LCD panely zaujaly své místo v počítačových sestavách pro kancelářskou práci a postupně se ucházejí i o místo v počítačových sestavách pro CAD aplikace, především LCD panely s úhlopříčkou 19" a více. Vhodnost použití LCD a nebo klasických CRT monitorů je otázkou názoru, každý uživatel by si měl zvolit variantu, která mu lépe vyhovuje.

### Sdílení konstrukčních dat

V současné době jsou všechny CAD pracovní stanice propojeny počítačovou sítí, což umožňuje dostupnost sdílených dat. V jednom čase jsou tak přístupná konstrukční data k novému projektu více konstruktérům zároveň. Z časového hlediska takovéto uspořádání může významně zkrátit dobu realizace nového projektu tím, že šéfkonstruktér rozdělí konstrukční práce po ucelených blocích více konstruktérům současně.

Sdílení dat ovšem s sebou přináší i nebezpečí ve formě přepisu souboru nechtěným uložením – nahrazení aktuálního souboru se změnami starší verzí souboru s jinými změnami. Aby nemohlo dojít k takovýmto konfliktům mezi vývojovými verzemi je nutné použít spisovou službu. Firma PTC nabízí produkt Pro/INTRALINK, který nejen, že umožňuje sdílet projektová data, ale poradí si také s konstrukčními změnami (verzemi souborů). Při takovémto uspořádání serverů je také zaručeno bezpečné – centrální - zálohování.

### Vývoj a konstrukce na PC a parametrické modelování

Konstruktéři mechanických dílů v největší míře pracují se systémem fy PTC (Parametric Technology Corporation), který byl Meoptou optikou as pro tuto činnost ve spolupráci s fy Cogras zaveden. Pro/ENGINEER představuje CAD/CAM/CAE technologii (zkráceně CAX) určenou pro počítačovou podporu vývojových, konstrukčních a výrobních procesů. Zatímco AutoCad/LT je využíván pro tvorbu výrobních výkresů, Pro/ENGINEER pracuje na 3D engine. Jeho modelář umožňuje vytvářet trojrozměrné prvky, které mohou být dále seskupovány do podsestav, montážních sestav a finálů. Ke každému modelu nebo sestavě lze pak vytvořit výrobní výkres.

System tvorby modelů je v Pro/ENGINEER založen na parametrickém objemovém modelování. Zahrnuje ucelenou řadu softwarových nástrojů formou modulů a nadstavb. Postihuje vývoj projektu od fáze návrhu, vlastní konstrukci včetně tvorby výrobní dokumentace s možností výstupů ve standardech pro NC obrábění. Dále umožňuje analýzu a optimalizaci navržených součástí.

Technologii CAD/CAM/CAE doplňuje systém Pro/INTRALINK, který náleží do produktů pro systémovou správu podnikových dat a změnový management. Navíc je dostupná služba pro komunikaci s celopodnikovými informačními systémy.

### Návrh součástí v systému Pro/ENGINEER

Pro představu uvedu postup návrhu výrobního výkresu elementární rotační objímky. V systému Pro/ENGINEER nejprve konstruktér zadá název nového dílu, který může nést informaci jako číslo položky i její název. S tímto názvem systém nadále pracuje a po vložení tohoto dílu do sestavy také uloží vazby kam tento díl vstupuje. Modelář obsahuje čtyři základní možnosti vytvoření objemového modelu. První dvě možnosti jsou velmi

často používané a dovolují vytvořit model rotací křivky kolem osy (volba Revolve) a nebo protažením skici kolmo k její rovině (volba Extrude). Při všech těchto akcích konstruktér využívá orientace dle přednastaveného souřadného systému a tří základních rovin (pro lepší představu je můžeme nazvat nárys, půdorys a bokorys). Další možností vytvoření modelu je protažení podle křivky v prostoru tedy trajektorii (volba Sweep), kde je ale nutné zadat také tvar průřezu (opět naskicovat) a dále také protažením mezi dvěma zadanými skicami (volba Blend). Při použití rozšířené nabídky jsou možnosti podstatně zajímavější a na jedno zadání Vám Pro/ENGINEER vytvoří např. pružinu zadané délky, průměru i průřezu drátu. Všechny tyto nabídky je možné různě kombinovat za použití dvou základních režimů tvorby: přidání a nebo naopak odebrání materiálu. Potřebám konstruktéra se meze nekladou, platí zde ovšem základní pravidlo, a to, že první zadání musí být v režimu přidání, jinak Vás systém jemně upozorní, že není možné z ničeho cokoli ubírat.

Vytvoření rotační objímky bychom tedy mohli provést dvěma velmi jednoduchými způsoby. Jednak rotováním skici obdélníku se zadáním výšky, malého a velkého průměru kolem osy rotace o 360° a nebo protažením skici mezikružím se zadáním výšky. Při zachování stejných parametrů zadání bychom dostali identicky vypadající modely. Jediný rozdíl by byl v počtu zadání, kdy při prvním způsobu jsme ještě museli zadat úhel rotace, zde 360°. Z tohoto pohledu byl by neapř. rychlejší druhý způsob, tedy protažení skici mezikružím. V konstrukční praxi je volba odvislá od dalšího postupu, složitosti součásti a především na zkušenosti konstruktéra. Pokud bychom měli požadavek na segment, potom již nyní můžeme říci, že by byla výhodnější volba vytvoření součásti pomocí volby Revolve se zadáním požadovaného úhlu menšího než 360°.

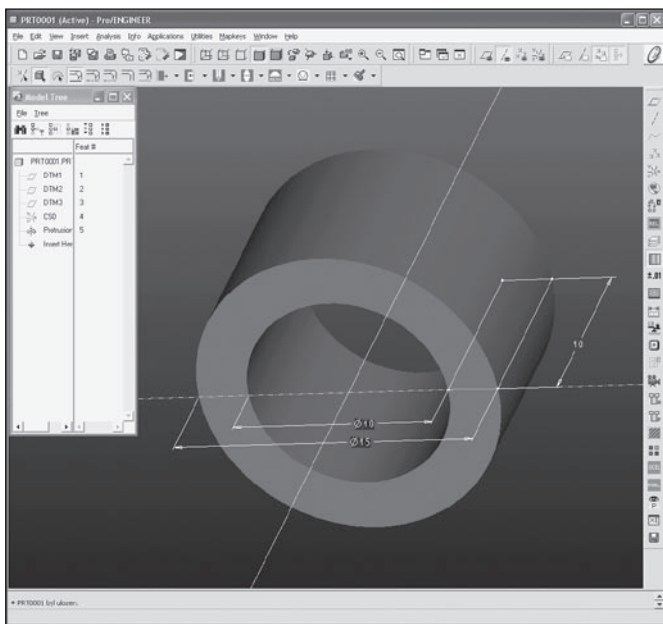
### 3D model součástí a výroba

Takovýto model by po zadání rozměrových tolerancí popř. tolerancí geometrie mohl přímo posloužit pro výrobu na NC stroji. V současné době je ale stále papírová dokumentace nosná a proto z vytvořeného modelu rotační objímky přejdeme do modulu drawing. Nejprve je nutné zadat formát výkresu (v našem případě např. A4) a zkontrolovat ostatní předvolby, především pak název modelu, který bude podkladem pro vytvoření pohledů na výkrese (implicitně je název pro model a výkres totožný, liší se jen extenzí, Pro/ENGINEER modelům přiděluje \*.prt a výkresům \*.drw). Zde se opět vytvoří jednoznačná vazba mezi názvem zvoleného modelu a názvem výkresu v režimu drawing. Z menu Views zvolíme přidání pohledu a po zadání orientace se nám objeví pohled na výkrese. Další tvorba je již – pro takto jednoduchý díl – rutinní záležitostí. Kóty Pro/ENGINEER vykreslí povelom v menu Show/Erase téměř automaticky. A po dovybavení výkresu razítkem dle uložené šablony je možné výkres vytisknout.

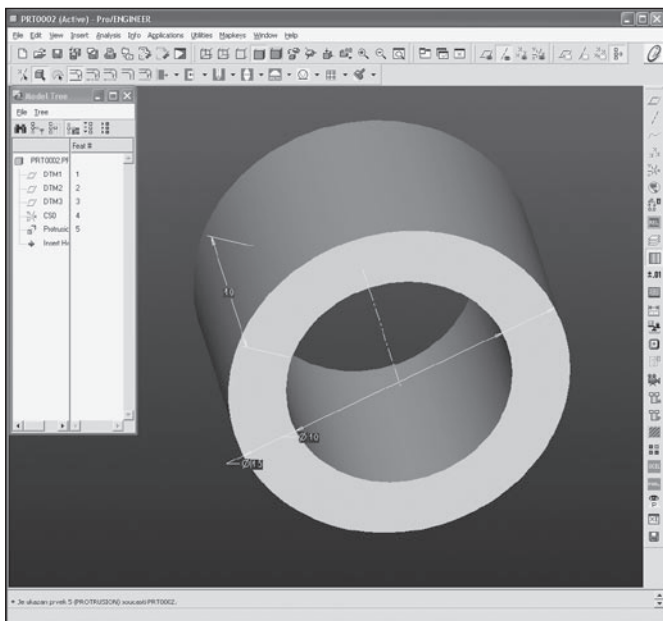
Před tiskem je samozřejmé, aby konstruktér udal výkresu náležitou štábní kulturu. System Pro/ENGINEER je vysoce výkonný pomocník, ale např. kóty si nasází na výkres hlava nehlava a tak je nutné je ručně umístit tak, aby byly zcela čitelné a nedocházelo např. k případům umístění kót na obrysových čarách nebo dvou a více na sobě apod.

### Vlastnosti modelu, výběr materiálů, vizuální vzhled

Kromě zadání rozměrových veličin součástí je velmi zajímavá možnost volby materiálu a především jeho vlastností. Kromě barevného odlišení, což je ocenitelné především v sestavě, je možné také přiřadit určité vlastnosti. Pro optickomechanické přístroje s výhodou využíváme propustnosti materiálu pro optické prvky ze skla (čochky, hranoly, filtry, záměrné destičky, krycí skla apod.) i plastů (především lisované čochky, kryty apod.). Pro/ENGINEER je implicitně vybaven základními materiály, které je možno zvolit. Volba materiálu může ovlivnit některé konstruktérem požadované parametry, jako např. velmi frekventovaný parametr hmotnosti. Vlivem rozsahu parametru hustoty jsou ale informace o hmotnosti informativního charakteru, vždy je nutné „počkat“ na hotový výrobek a u něj změřit hmotnost exaktně. Kromě již zmíněného rozsahu hustot (např. u plastů je rozsah značný) program nepostihuje různé povrchové úpravy, maziva, plniva a oleje.



Obr. 1 Objímka vytvořená Revolve



Obr. 2 Objímka vytvořená Extrude

# JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

## 2005

Ročník 50

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd České republiky za spoluúčasti The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) v Nakladatelství Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky.

Tiskne TYPOservis Holešov, Masarykova 650, 769 01 Holešov

Odpovědný zástupce vydavatele: Jan ŘÍDKÝ, CSc.

Šéfredaktor: dipl. tech. Jaroslav Nevřala

Adresa redakce: Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, tel. 581 242 151, 581 241 111, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222

### REDAKČNÍ RADA:

**Předseda:** RNDr. Miloslav VYCHODIL, CSc., Meopta – optika, a. s., Přerov

**Členové:** RNDr. Ing. Ján BARTL, CSc., ÚM SAV, Bratislava, doc. Dr. RNDr. Zdeněk BOUCHAL, UP, Olomouc, Ing. Igor BREZINA, Bratislava, RNDr. Jan DUPÁK, CSc., ÚPT AV ČR, Brno, prof. Ing. Pavol HORŇÁK, DrSc., STU, Bratislava, Ing. Libor HOVORKA, H & H hodinářská s. r. o., Nové Město nad Metují, prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc., SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, RNDr. Vladimír CHLUP, Olomouc, RNDr. Lubomír JASTRABÍK, CSc., FZÚ AV ČR, Praha, RNDr. Karol KAROVIČ, DrSc., Předsednictvo SAV, Bratislava, RNDr. Pavel KLENOVSKÝ, Český metrologický institut, Brno, RNDr. Josef KRÁSA, CSc., FZÚ AV ČR, Praha, Ing. Jiří KRŠEK, VUT, Brno, doc. RNDr. Vojtěch KŘESÁLEK, CSc., UTB, Zlín, Ing. Jan KŮR, Mesing, spol. s r. o., Brno, doc. Ing. Martin LIBRA, CSc., ČZU, Praha, prof. RNDr. Miroslav LIŠKA, DrSc., VUT, Brno, RNDr. Zdeněk LOŠŤÁK, Meopta – optika, a. s., Přerov, doc. Ing. Petr LOUDA, CSc., TU, Liberec, Ing. Vladimír MATELA, Meopta – optika, a. s., Přerov, prof. RNDr. Jan PEŘINA, DrSc., UP Olomouc, prof. Ing. Jaromír PIŠTORA, CSc., VŠB – TU, Ostrava, prof. RNDr. Ing. Jaroslav POSPÍŠIL, DrSc., UP, Olomouc, Jan ŘÍDKÝ, CSc., FZÚ AV ČR, Praha, RNDr. Dagmar SENDERÁKOVÁ, CSc., UK, Bratislava, prof. Ing. Karel STUDENOVSKÝ, DrSc., ČVUT, Praha, prof. RNDr. Anton ŠTRBA, CSc., UK, Bratislava

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen – Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K., Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A., Gisbert O. SCHAUER, Sylvania Lighting International, Erlangen, Germany, Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska – Lincoln, U. S. A., M. C. TEICH, Boston University, U. S. A., Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

## Autorský rejstřík 2005

Antoš M.	10/302	Guttenová J.	3/76	Kálmán E.	11-12/338
Aranyi D.	11-12/338	Haderka O.	1/20, 27	Kalužay J.	7-8/225
Aubrecht I.	9/247	Hamar M.	1/20, 27	Kárník L.	6/192
Barvík I.	7-8/222	Haumer Z.	7-8/230, 9/272	Karovič K.	7-8/232
Ber J.	5/151	Havelková M.	1/14, 5/157	Kitzmann I.	4/114
Bican P.	6/195, 11-12/345	Havránek V.	6/185	Klapetek P.	11-12/323, 327
Boháč P.	7-8/211, 214	Hendrych M.	1/20	Klenovský P.	11-12/311, 351
Boháčová M.	1/11	Heřman P.	7-8/222	Knopová B.	5/164
Bousquet A.	11-12/323	Hiklová H.	1/17	Kollárová V.	2/42
Brezina I.	3/95, 100, 5/165	Hlubina P.	6/196, 7-8/218	Kopřiva F.	11-12/348
Buršík J.	11-12/327	Horňák P.	3/91, 5/160, 9/273	Kopřiva M.	1/5, 9/262
Buršíková V.	3/72, 11-12/323	Horváth P.	3/85, 10/294, 300	Köhler T.	9/268
Buzek V.	6/192	Horváth P.	11-12/338	Kraus L.	9/265
Curlier P.	4/123	Hošek J.	5/168	Kršek J.	10/306
Černoch A.	1/20	Hrabovský M.	1/4, 5, 8, 11, 23, 31, 3/85, 5/157, 9/262, 10/294	Křesálek V.	11-12/319
Čtvrtlík R.	1/14, 7-8/211, 214	Hrdý J.	2/53, 9/255	Křížek M.	6/188
Čudek V.	3/72	Hrnčíř P.	3/79	Kubínek R.	1/5, 2/58, 9/262, 11-12/330
Doubrava M.	1/11	Chlup V.	4/103	Kulikovský V.	7-8/214
Druckmüller M.	10/302	Chmelíčková H.	1/14, 5/157	Květoň J.	10/285
Druckmüllerová H.	10/302	iev	5/156	Lányi Š.	11-12/342
Dušek M.	1/20	Jánský P.	2/46	Lencová B.	2/45, 46
Dušková H.	11-12/330	Jastrabík L.	7-8/211, 214	Libra M.	1/3, 11-12/345
Dvořák L.	1/31	Jedlička M.	7-8/232	Liedtke D.	9/268
Eliáš M.	11-12/323	Ježek M.	1/20	Malíšek V.	10/305, 11-12/326
Filip R.	1/20	Jiráček M.	6/180	Mandát D.	1/8, 11, 23
Fiurášek J.	1/20	-jpe-	1/31, 2/62, 65, 68, 3/94, 5/165, 171, 7-8/217, 234, 241, 9/274, 10/307	Mareš J.	6/195
Florschütz A. V.	6/185	Jungwirth K.	1/3	Martynkien T.	7-8/218
Frank L.	2/45, 3/82			Medřík T.	10/291
Franta D.	3/72			Mesároš V.	7-8/225
Gallo J.	6/185			Michel B.	11-12/334
Gavenda M.	1/20			Mika F.	3/82
Giggel V.	9/268				

Miler M.	9/247	Peřina J. Jr.	1/20, 27	řebesta J.	7-8/207
Mlýnek R.	10/281	Petřek M.	7-8/222	řiler M.	3/72
Müllerová I.	3/79	Pírek P.	9/262	řmíd P.	1/17, 3/85, 10/294
Myřka R.	1/20	Pluháček F.	2/35	řtěpán J.	11-12/348
Nagy P. M.	11-12/338	Pojsl M.	7-8/222	řtěpán P.	2/52
Náhlíková L.	3/99	Pokorná H.	3/98	řtrba A.	7-8/225
Navrátil M.	11-12/319	Ponec J.	10/282	Trojek P.	1/20
Nemeček P.	5/147	Postpřil J.	2/35, 9/255	Truhlář J.	6/200
Nemeček R.	5/147	Postava K.	9/265	Tůma J.	5/151
Nenáhlo Ā.	5/166, 7-8/228, 229	Poulek V.	11-12/345	Ullrich G.	9/268
Neumannová P.	10/294	-red-	2/65, 9/275	Urbanczyk W.	7-8/218
Novák J.	4/139, 7-8/240, 9/274, 10/307	Rössler T.	1/23	Urbášek V.	1/20
Nořka L.	1/8, 11, 23	Řídký J.	1/8, 11	Vacek V.	1/11
Obr V.	5/143	Sázellová J.	10/279	Valíček J.	7-8/240
Ohlídál I.	3/72, 11-12/312, 322, 327	Sedlák F.	5/155	Vařenka J.	2/58
Ohlídál M.	3/72	Schovánek P.	1/8, 11	Veselá E.	7-8/240
Oral M.	2/49	Slavkovský L.	3/71	Vogel D.	11-12/334
Oulehla J.	4/130	Sobol A.	4/113	Vojtek P.	3/76
Palátka M.	1/8, 11	Sodomka L.	7-8/221	Vůjtek M.	9/262, 11-12/330
Pavlíček P.	1/20	Soubusta J.	1/20	Výborný Z.	11-12/313
Pavluch J.	6/174	Statkiewicz G.	7-8/218	Vychodil M.	7-8/234
Pech M.	1/8, 11	Stranyánek M.	5/157, 7-8/211, 214	Wagnerová P.	3/85
		Studenovský K.	6/200	Weber C.	9/268
		Sucomel M.	11-12/350	Zlámál J.	2/46
		Swenson E.	4/130	řivotský O.	9/265

## Věcný rejstřík 2005

### 1. OPTIKA

Návrh systému ultratenkých zrcadel pro LIDAR .....	1/8
Āeský příspěvek v projektu AIRFLY.....	1/11
Souhrn experimentálních výsledků dosažených v laboratoři fotonové optiky .....	1/20
Análýza korelovaných fotonových párů pomocí masivně multikanálového detektoru .....	1/27
Optimalizace optiky elektronové svářečky .....	2/46
Prostředky obrazové analýzy pro klasifikaci dendritických struktur .....	2/58
Dioptra vyrábí nejen brýlové čočky 2/66	
Měření mechanického napětí v tenkých vrstvách pomocí kombinované optické metody .....	3/72
Análýza priečného profilu laserového zväzku transformovaného řošovkou .....	3/76
Vliv optických souprav na přesnost měření v geodézii .....	5/143
Uchycení a justáž rozměrných funkčních částí optického zařizení .....	5/168
Rastrové optické soustavy .....	6/180
Měření disperzních charakteristik vysoce dvojlomného mikrostrukturálního optického vlákna interferenčními metodami .....	7-8/218
Nový optický jev na síťových tkaninách .....	7-8/221
Specifikace některých běžných kysličníků železa pomocí jejich optických spekter a barev .....	9/255
Vývojové a konstrukční práce v Meoptě – optika, a. s. ....	10/279
Pravidelné a náhodné Kochovy fraktály ve fyzikální optice .....	10/294

### 2. MĚŘICÍ TECHNIKA

Srovnání měření tvaru implantátu kloubní jamky pomocí profilometrie a topografie .....	1/23
Objektivní reprezentace a diagnostická interpretace glaukomových změn papily zrakového nervu s využitím obrazové analýzy.....	2/35
Využití Shack-Hartmannova senzoru v očním lékařství .....	2/42
Optimalizace optiky elektronové svářečky .....	2/46

Výpočet aberačních koeficientů regresí a jejich využití při výpočtu proudové hustoty svazků .....	2/49
Návrh a realizace dvourozměrných rotačně symetrických transparentních struktur určených pro testování, kalibraci a srovnávací měření realizované pomocí digitálního rotačního mikrofotometru .....	2/53
Prostředky obrazové analýzy pro klasifikaci dendritických struktur .....	2/58
Měření mechanického napětí v tenkých vrstvách pomocí kombinované optické metody .....	3/72
Bezkontaktní měření malé deformace předmětu pomocí metody korelace polí koherenční zrnitosti .....	3/85
Intronix 3/95	
Vliv optických souprav na přesnost měření v geodézii .....	5/143
Realizácia stupnice spektrálneho žiarivého toku na báze kremíkových fotodiód .....	5/147
Automat Kassandra na třídění valivých ložisek s jemnými vadami .....	5/151
Jednoduché měření geomagnetického pole .....	5/155
Základné spôsoby merania jasu .....	5/160
14. medzinárodný seminár „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“ .....	5/165
Souřadnicová měřicí technika .....	5/166
Uchycení a justáž rozměrných funkčních částí optického zařizení .....	5/168
Srovnání výsledků optického a RTG měření 88 polyethylenových náhrad kyčelního kloubu typu ABG 1 ....	6/185
Měření disperze skupinového dvojlomu krystalu islandského vápence s využitím spektrální interferometrie v bílém světle .....	6/196
Možnosti měřicího systému NanoTest™ NT600 .....	7-8/211
Nanomechanické vlastnosti uhlíkových vrstev měřené přístrojem NT600 .....	7-8/214
Měření disperzních charakteristik vysoce dvojlomného mikrostrukturálního optického vlákna interferenčními metodami .....	7-8/218
Nový optický jev na síťových tkaninách .....	7-8/221

Fotorezist jako záznamový materiál pro holografickou difrakční optiku .....	9/247
Specifikace některých běžných kysličníků železa pomocí jejich optických spekter a barev .....	9/255
Profilometrie povrchů kompozitních materiálů .....	9/262
Magneto-optické měření amorfních pásků $\text{Co}_{66}\text{Fe}_4\text{B}_{15}\text{Si}_{15}$ .....	9/265
Technologické postupy ve výrobě přesných asférických ploch .....	9/268
Matematické metody vizualizace sluneční koróny .....	10/302
Snímání povrchu pomocí mikrovlnného mikroskopu .....	11-12/319
Studium mechanických vlastností tenkých vrstev kombinací nanotvrdosti a AFM .....	11-12/323
Rastrovací termální mikroskopie: teorie a aplikace .....	11-12/327
Měření nano DAC deformace pomocí zetěžovacích mikrografů .....	11-12/334
Tvarová relaxace a nanotvrdost .....	11-12/338
Kalibrace rastrovacího kapacitního mikroskopu: teorie a aplikace .....	11-12/342
Solární fotovoltaický systém instalovaný a testovaný na České zemědělské univerzitě v Praze .....	11-12/345
Užívání a zkoušení přesnosti souřadnicových měřicích strojů (CMM) ve Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav .....	11-12/348
DEOM – měřicí přístroje pro měření rozměrů .....	11-12/350

### 3. TECHNOLOGIE

Uplatnění svařování elektronovým svazkem v přístrojové technice .....	1/5
Simulace laserového svařování kruhových svarů metodou konečných prvků .....	1/14
Návrh systému ultratenkých zrcadel pro LIDAR .....	1/8
Optimalizace optiky elektronové svářečky .....	2/46
Výpočet aberačních koeficientů regresí a jejich využití při výpočtu proudové hustoty svazků .....	2/49
Technická a spotřební řemesla na veletrhu .....	2/68
Automat Cassandra na třídění valivých ložisek s jemnými vadami .....	5/151
Spektroskopie pružně odražených elektronů – zánovní metoda studia povrchů .....	6/174
Technologický vývoj, oblasti použití a dlouhodobé světelné charakteristiky LED diod .....	6/200
Souřadnicové měřicí stroje ve výrobním procesu .....	7-8/228
MACH je mezinárodní veletrh (nejen) strojírenské techniky .....	7-8/229
Manipulace a montáž hrou – moderní profesionální stavebnice .....	7-8/230
Výrobní stroje a technologie také pro jemnou mechaniku .....	7-8/234
CRYTUR, spol. s.r.o. .....	7-8/235
Technologické postupy ve výrobě přesných asférických ploch .....	9/268
FESTO – trendy v automatizaci? .....	9/272
Elektronová litografie pro nanotechnologie .....	11-12/313
Užívání a zkoušení přesnosti souřadnicových měřicích strojů (CMM) ve Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav .....	11-12/348
DEOM – měřicí přístroje pro měření rozměrů .....	11-12/350

### 4. LASEROVÁ TECHNIKA, HOLOGRAFIE, MIKROSKOPIE

Simulace laserového svařování kruhových svarů metodou konečných prvků .....	1/14
Vliv vlhkosti vzduchu na spektrální odezvu holografického interferenčního filtru zaznamenaného do dichromované želatiny .....	1/17
Nízkovoltový prozařovací elektronový mikroskop .....	2/52
Návrh a realizace dvourozměrných rotačně symetrických transparentních struktur určených pro testování, kalibraci a srovnávací měření realizované pomocí digitálního rotačního mikrofotometru .....	2/53

Prostředky obrazové analýzy pro klasifikaci dendritických struktur .....	2/58
OCULUS – Váš spolehlivý dlouholetý partner .....	2/67
Analýza priečného profilu laserového svazku transformovaného šošovkou .....	3/76
Rastrovací elektronový mikroskop pro studium povrchů .....	3/79
Zobrazení nevodivého vzorku v rastrovacím elektronovém mikroskopu .....	3/82
Bojový systém sesednutých jednotek armád NATO (prostředky SUO / SAS) .....	4/103
Der Infanterist der Zukunft – německý pěšák budoucnosti .....	4/114
Modelování vývoje teplotního pole při laserovém povrchovém zpracování materiálu .....	5/157
Laserové diodové moduly – novinky .....	5/162
Kvázivlnodvody laser cylindrickej konfigurácie na báze organických farbív .....	7-8/225
CRYTUR, spol. s.r.o. .....	7-8/235
Fotorezist jako záznamový materiál pro holografickou difrakční optiku .....	9/247
Holografická paměť – systémy pro záznam a čtení informace ve fotorefraktivních materiálech pomocí holografie .....	10/285
Mikrokanálové plátky – MCP .....	10/291
Snímání povrchu pomocí mikrovlnného mikroskopu .....	11-12/319
3. mezinárodní seminář o analýze dat rastrovací sondové mikroskopie .....	11-12/322
Studium mechanických vlastností tenkých vrstev kombinací nanotvrdosti a AFM .....	11-12/323
Rastrovací termální mikroskopie: teorie a aplikace .....	11-12/327
Biologické aplikace AFM Explorer – naše zkušenosti .....	11-12/330
Kalibrace rastrovacího kapacitního mikroskopu: teorie a aplikace .....	11-12/342

### 5. OČNÍ OPTIKA

Objektivní reprezentace a diagnostická interpretace glaukomových změn papily zrakového nervu s využitím obrazové analýzy .....	2/35
Využití Shack-Hartmannova senzoru v očním lékařství .....	2/42
Dioptra vyrábí nejen brýlové čočky .....	2/66
OCULUS – Váš spolehlivý dlouholetý partner .....	2/67
Der Infanterist der Zukunft – německý pěšák budoucnosti .....	4/114

### 6. FOTO-KINO-VIDEO

První *1 digitální jednooká zrcadlovka na světě s revoluční technologií Anti-Shake zabudovanou v těle .....	7-8/237
Hloubka a ostrost digitální fotografie ve srovnání s klasickou chemickou fotografií .....	10/282
Matematické metody vizualizace sluneční koróny .....	10/302

### 7. SVĚTELNÁ TECHNIKA

Meranie kriviek svietivosti .....	3/91
Realizácia stupnice spektrálneho žiarivého toku na báze kremíkových fotodiód .....	5/147
Solární fotovoltaický systém instalovaný a testovaný na České zemědělské univerzitě v Praze .....	11-12/345

### 8. VAKUOVÁ A KRYOGENNÍ TECHNIKA

#### 9. OPTOELEKTRONIKA, NOKTOVIZE

Optimalizace optiky elektronové svářečky .....	2/46
Nízkovoltový prozařovací elektronový mikroskop .....	2/52
Bojový systém sesednutých jednotek armád NATO (prostředky SUO / SAS) .....	4/103
Land Warrior komplexní americký přístup a koncept .....	4/130
Vývojové a konstrukční práce v Meoptě – optika, a. s. ....	10/279
Mikrokanálové plátky – MCP .....	10/291

## 10. ZDRAVOTNICKÁ TECHNIKA

Srovnání měření tvaru implantátu kloubní jamky pomocí profilometrie a topografie .....	1/23
Objektivní reprezentace a diagnostická interpretace glaukomových změn papily zrakového nervu s využitím obrazové analýzy .....	2/35
Využití Shack-Hartmannova senzoru v očním lékařství .....	2/42
Dioptra vyrábí nejen brýlové čočky .....	2/66
OCULUS – Váš spolehlivý dlouholetý partner .....	2/67
Srovnání výsledků optického a RTG měření 88 polyethylenových náhrad kyčelního kloubu typu ABG 1 ...	6/185
Mobilní roboty pro manipulační úlohy ve zdravotnictví ....	6/192
Profilometrie povrchů kompozitních materiálů .....	9/262

## 11. JUBILEA A VÝROČÍ

40 let Společně laboratoře optiky UP a FZÚ AV ČR .....	1/4
Prof. Ing. Miroslav Kopřiva, CSc. osmdesátníkem .....	1/31
Profesor Delong osmdesátiletý .....	2/45
Profesor Jaroslav Pospíšil sedmdesátiletý .....	2/65
Vzpomínky na začátky časopisu JMO před padesáti lety ....	3/71
Několko pohľadov na Alberta Einsteina .....	7-8/207
RNDr. Ing. Ján Bartl, CSc. sa v týchto dňoch dožíva 65 rokov .....	7-8/232
Doc. RNDr. Miroslav Miler, DrSc. jubilující .....	10/305
Prof. RNDr. Ivan Ohlídal, DrSc. jubilující .....	11-12/351

## 12. VELETRHY, VÝSTAVY, KONFERENCE

Světový rok fyziky 2005 byl zahájen v Paříži .....	1/3
Nejvýznamnější technické veletrhy konané v 1. pololetí 2005 .....	2/62
Světový CeBIT v Hannoveru .....	2/65
Technická a spotřební řemesla na veletrhu .....	2/68
Největší technický veletrh .....	3/94
Veletrh obalů pro všechny výrobky .....	3/94
Elektronika se profiluje na MSV .....	3/97
MACH 2005 PRAHA .....	3/98
Mezinárodní veletrhy VISION – CREATIVE – INTEC .....	3/99
Cena HERMES AWARD na veletrhu HANNOVER MESSE 2005 .....	5/156
Změny zdravotnických veletrhů MEFA a REHAPROTEX ...	5/164
Navštivte ELTEC v Norimberku .....	5/165
Rakouská Reed Exhibitions je úspěšná .....	5/171
Ohlédnutí za výstavou Interkamera 2005 .....	6/188
Sběratelský veletrh pro každého .....	7-8/217
MACH je mezinárodní veletrh (nejen) strojírenské techniky .....	7-8/229
PHOTONICS PRAGUE '05 7-8/232	
Slavnostní pracovní zasedání Redakční rady časopisu JMO .....	7-8/234
Nejvýznamnější odborné veletrhy konané ve 2. pololetí 2005 .....	7-8/241
Veletrh SMART AUTOMATION AUSTRIA je úspěšný ....	9/274
V Košiciach rokovali slovenskí a českí fyzici .....	10/281
XX. kongres mezinárodní optické komise ICO (Changchun, Čína, 21.-26. srpna 2005) .....	10/300
Výjezdní zasedání rozšířeného výboru Odborné sekce JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA při České strojnické společnosti .....	10/306
Veletrh AQUA-THERM již podvacáté .....	10/307
Symposium SPIE: Optical Systems Design (12-16. září 2005, Jena, Německo) .....	11-12/312

## 13. SEMINÁŘE, VZDĚLÁVÁNÍ

Technický slovník naučný, 7. svazek, R – Š .....	2/67
Technická a spotřební řemesla na veletrhu .....	2/68
14. mezinárodní seminář „Měřicí technika pro kontrolu jakosti“ .....	5/165

Souřadnicová měřicí technika .....	5/166
V Košiciach rokovali slovenskí a českí fyzici .....	10/281
Výjezdní zasedání rozšířeného výboru Odborné sekce JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA při České strojnické společnosti .....	10/306
Český metrologický institut se představuje .....	11-12/311
3. mezinárodní seminář o analýze dat rastrovací sondové mikroskopie .....	11-12/322

## 14. RŮZNÉ

Editorial .....	1/3
SPIE/CS – společnost optiků informuje .....	1/26, 6/204
Oznámení .....	1/26
Až 100 000 Kč pro české firmy .....	1/31
Oznámení .....	3/84
SPIE/CS – The International Society for Optical Engineering / Czech and Slovak Chapter informuje ...	3/96, 10/284
Nabídka sborníků SPIE/CS .....	3/96
Výpůjční řád knihovny SPIE/CS .....	5/161
Přírůstky knihovny SPIE/CS .....	5/161, 6/184, 7-8/227, 9/254, 11-12/333
Pamětní medaile k 60. výročí ukončení II. světové války .....	5/171
Z dílny starých mistrů .....	6/203, 7-8/241
Význam solární energie roste .....	6/195
Dynamika přenosu excitonů v molekulárních systémech .....	7-8/222
Technický slovník naučný .....	9/271
Vysoké státní ocenění Prof. MUDr. Mojmiru Petráňovi, CSc. ....	11-12/321
Biologické aplikace AFM Explorer – naše zkušenosti .....	11-12/330
Solární fotovoltaický systém instalovaný a testovaný na České zemědělské univerzitě v Praze .....	11-12/345

## 15. Z TECHNICKÉ KNIHOVNY .....

3/95, 100, 4/139, 7-8/240, 9/271, 274, 10/307, 11-12/326

## 16. VOJENSKÁ TECHNIKA A TECHNOLOGIE

Bojový systém sesednutých jednotek armád NATO (prostředky SUO / SAS) .....	4/103
Deset let prací na integrovaných kompletech vojáka ve společnosti PRAMACOM .....	4/113
Der Infanterist der Zukunft – německý pěšák budoucnosti .....	4/114
FELIN – francouzský integrovaný komplet vojáka .....	4/123
Land Warrior – komplexní americký přístup a koncept .....	4/130

## 17. KONSTRUKCE PŘÍSTROJŮ

Dioptra vyrábí nejen brýlové čočky .....	2/66
Rastrovací elektronový mikroskop pro studium povrchů .....	3/79
Deset let prací na integrovaných kompletech vojáka ve společnosti PRAMACOM .....	4/113
Der Infanterist der Zukunft – německý pěšák budoucnosti .....	4/114
FELIN – francouzský integrovaný komplet vojáka .....	4/123
Land Warrior – komplexní americký přístup a koncept .....	4/130
Automat Cassandra na třídění valivých ložisek s jemnými vadami .....	5/151
Jednoduché měření geomagnetického pole .....	5/155
Souřadnicová měřicí technika .....	5/166
Možnosti měřicího systému NanoTest™ NT600 .....	7-8/211
Nanomechanické vlastnosti uhlíkových vrstev měřených přístrojem NT600 .....	7-8/214
Manipulace a montáž hrou – moderní profesionální stavebnice .....	7-8/230
Vývojové a konstrukční práce v Meoptě – optika, a. s. ....	10/279

## Customizace Pro/ENGINEER

Často používané volby je vhodné seskupit pod snadno dostupné ikonky po stranách pracovního okna. Umístěním v pořadí dle důležitosti a nebo četnosti použití odpadne mnohdy zdouhavé proklikávání dosti košatým menu. Zde je účelné vzpomenout, že činnost „uživatelského komfortu“ se zabývá více softwarových firem. Kromě počesťování menu (zde je můj názor rozporuplný především z pohledu zvolených výrazů) bych rád upozornil na databázi normalizovaných prvků. Databáze obsahuje nejpoužívanější typy šroubů, matic, podložek, čepů, závlaček a per. Pro konstruktéra je pak při nutnosti použití takového normalizovaného prvku otázkou vyhledání z databáze nikoli kompletního nakreslení tohoto, byť i jednoduchého dílu. Databáze je vytvořena s pomocí Family Tab, doslova rodinné tabulky. Family Tab v praxi obsahuje parametrické zadání vybraných rozměrů prvků. Pro představu bychom mohli vytvořit kolík a k němu ve Family Tab vybrat jeho parametry - průměr a délku. V tabulce bychom následně vyplnili průměr a rozsah délek dle normy postupně pro každý zadaný průměr. Z takto vzniklé tabulky bychom pro požadovaný průměr načíteli jeho délku a systém sám by při otevření provedl aktualizaci pro uživatelem zadané hodnoty. Obdobně je pro představu vytvořena Family Tab pro šrouby, kde by řídicím parametrem byla velikost závitu a volitelnými délka dřívku a délka závitu. Délku dřívku, délku závitu a parametry určující velikost hlavy šroubu bychom také museli přidat do tabulky parametrů.

Z pohledu terminologie prodejců CAD systémů jsou databáze normálí, programy pro pevnostní výpočty a podobné rozšiřující aplikace uváděny v nabídkách jako nadstavba.

## Malý, střední a nebo velký

Family Tab dle předešlého popisu lze s výhodou – tam kde je to možné – využít pro podobně tvarované díly, které se liší jen několika rozměry a nebo pro díly, které jsou alespoň částečnou a nebo úplnou kopií originálu a liší se velikostí. Převodem součástí do Family Tab je možné v budoucnu ušetřit námahu a čas s konstrukcí celého nového modelu a v podstatě přidat další řádek do tabulky s požadovanými hodnotami. Po načtení a volbě nově přidávaných parametrů již systém automaticky zaktualizuje starší model na nové zadání. Volbou Family Tab není dotčena možnost následných změn, v takovémto případě se základ zvolí výběrem z tabulky existujícího dílu a následně přidají potřebné prvky – otvory, zápichy a nebo také přidání a nebo změna vybraných rozměrů.

## Import dat z jiných 3D aplikací

Pro/ENGINEER má také implementován import z jiných 3D aplikací, stejně tak umožňuje export modelů i výkresů do běžně používaných formátů. Import může zvolit konstruktér např. při externím (myšleno mimo aplikaci Pro/ENGINEER) zpracování designu, kdy designér zvolí jinou platformu než právě technicky zaměřený Pro/ENGINEER. Firemní designér má k dispozici produkt fy Rhino s názvem RhinoCeros 3. Po zadání hlavních rozměrových dat, která musí poskytnout konstruktér, v něm designér vytvoří nejprve návrh, později také finální verzi požadovaného dílu. Velkou předností programu RhinoCeros je renderování, kdy se vytvořeným dílům ještě v počítači přiřadí reálná struktura povrchu, požadovaný barevný odstín a také vystínování. Tímto postupem je vzhled součástí patrný již na obrazovce monitoru s velmi vysokou shodou s později vyrobeným dílem. RhinoCeros tak umožňuje ztvárnit představy designéra ostatním již ve fázi vývoje. Jistě nemusím zmiňovat usnadnění práce při případné korekci tvarů popř. struktury či barevného odstínu.

Schválený návrh je pak programem RhinoCeros vyexportován ve formě modelu s volbou formátu souboru STEP a nebo IGES. Následný import programem Pro/ENGINEER načte celý model jako jeden blok, přiřadí jej do souřadnicového systému a pokud import proběhl bez chybových hlášení je možné jej zařadit do sestavy. Při importu je kontrolována konzistence ploch modelu a kvalita spojení jednotlivých povrchů nebo bloků. Tato kontrola vychází z přednastavené přesnosti práce v programu Pro/ENGINEER. Pokud se import nepovede provést a nebo programem doporučené

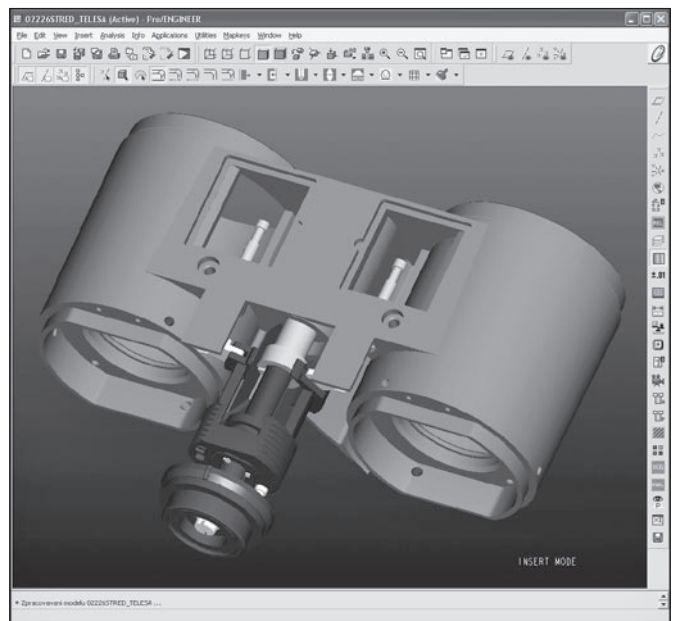
akce končí bezúspěšně je jedinou možností návrat do programu, kde byla zdrojová data vytvořena. V našem případě bychom museli v programu RhinoCeros provést korekturu (opětovně vytvořit entitu nebo uzel, který havaroval) a následně pak celý postup importu opakovat s opraveným souborem.

V tuto chvíli si někteří čtenáři mohou položit otázku, zda by nešlo vytvořit model přímo v Pro/ENGINEER na základě existujícího návrhu z RhinoCeros? Ano takovou alternativu je nutné zvolit v případě, kdy je s modelem nutno dále pracovat v prostředí Pro/ENGINEER a využít celou škálu z jeho nabídky. Importovaný model v Pro/ENGINEER má totiž svůj specifický statut, kdy jsou pro konstruktéra zablokovány možnosti dodatečné editace tvarů nebo rozměrů parametricky, tedy vše co ve své podstatě souvisí s historií tvorby modelu součástí v jiném systému. Rozdílný styl práce se Rhinem je pak nutné akceptovat a zvolit postup vytvoření nového modelu v Pro/ENGINEER podle konkrétního požadavku. Vzhledem k rozdílnosti engine (technologie jádra programů) jednotlivých 3D aplikací se převodem dat zabývají specializované firmy (v našem okolí spolupracujeme v této oblasti právě s fy Cogras).

Data vytvořená systémem Pro/ENGINEER určená pro výrobu tvarovaných dílů technologií odléváním a nebo lisováním je nutné exportovat do jiných 3D systémů. Mezi běžné formáty, které Pro/ENGINEER podporuje patří IGES, SET, STEP a CATIA. Ve fázi výrobní, pro vzorky a prototypy, 3D modely slouží pro výrobu vzorkového množství požadovaného dílu. Zatímco je technologie výroby odlitků obvykle zvolena obráběním na NC popř. CNC centru, pro plastové vylisky je výrobu možno zadat firmě 3D Tech spol. s r. o. Firma disponuje technologií výroby RP (Rapid Prototyping), která vytváří výrobek neklasickým způsobem tzv. vrstveným aditivním procesem. Technologie RP neodebírá z polotovaru materiál a ani nepřidává žádnou, konečného tvaru výrobku je dosaženo pokládáním vrstev. Pro více jak 1-2 ks firma 3D Tech spol. s r. o. vyrobí stereolitografickou metodou základní model, který slouží pro výrobu tzv. měkké silikonové formy. Pak již není problémem vyrobít více dílů z této formy. Počet dosažených kusů je omezen především faktorem kvality a času. Kvalita je dána požadavky zákazníka na přesnost (stabilita rozměrů, opotřebení apod.) a druhé omezení spočívá ve stárnutí materiálu, ze kterého je forma vyrobena (řádově týdny až měsíce).

## Ostření binokulárních dalekohledů MEOSTAR B1

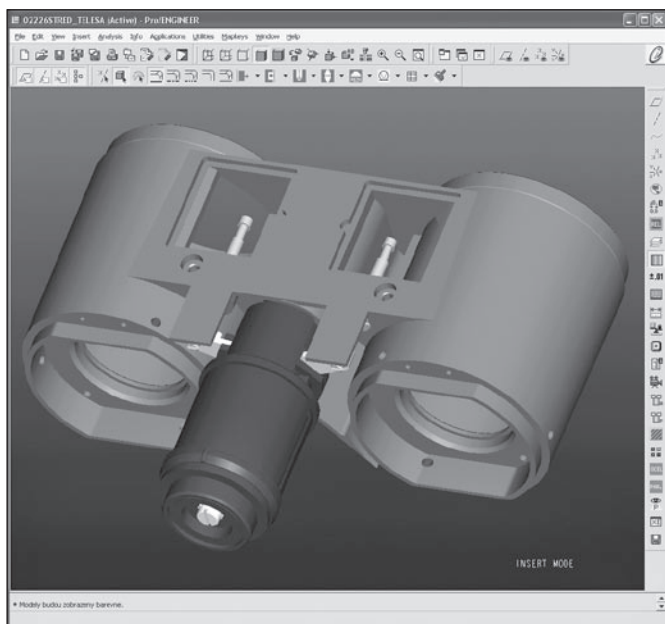
Nová řada binokulárních dalekohledů MEOSTAR B1 vznikala a konstrukčně byla také vytvořena v systému Pro/ENGINEER. Jedinčný design byl oceněn designcentrem „Design roku“. Po



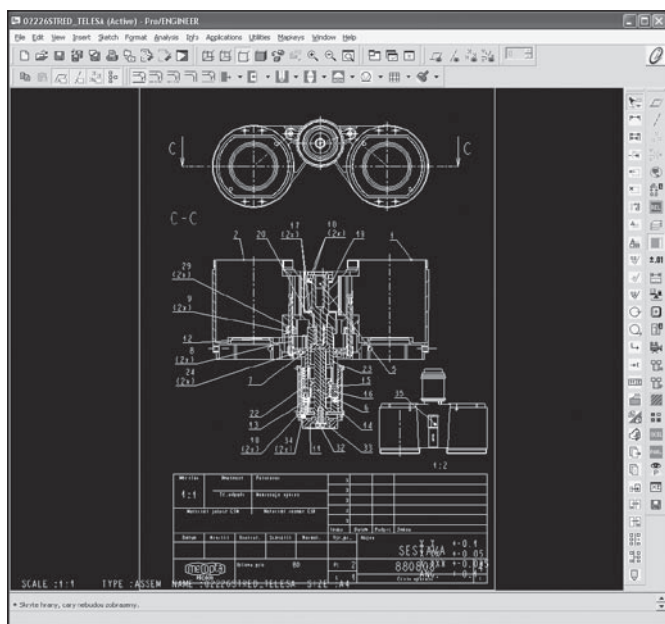
Obr. 3 Centrální ostření bez čočky

konstrukční stránce lze z hlediska funkce rozdělit binokulár na optickou větev (dvě zrcadlově převrácené soustavy s optickými prvky) a mechanické ovládání, tedy ostření. Centrální ostření umístěné uprostřed pohybuje současně oběma (v levé i pravé větvi) ostřicími čočkami. Rotační pohyb točítka je převeden na posuvný pomocí vícechodého závitu. Součástí uzlu ostření je točítka dioptrické korekce, kterým je možno doostřit pravou větev při rozdílných dioptriích levého a pravého oka konkrétního uživatele. Oba pod-systémy ostření bylo nutno vyvinout a konstrukčně zpracovat tak, aby vzájemně nekolidovaly, byly plně funkční ve všech polohách dalekohledu, ve všech polohách nastavení očního rozestupu a to vše za předepsaných klimatických podmínek (především pak zachování funkce za snížené nebo naopak zvýšené teplotě  $-30 \div +70 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Pro názornost je na obr. 3 zobrazen uzel centrálního ostření bez točítka ostření. Je zde patrný zvit, hřídele posuvu, doraz točítka a ostatní díly ostření. Výlisky z plastických hmot jsou barevně znázorněny černou barvou, Al odlitky těles tmavě šedou, zajišťovací matice a hřídele posuvu zlatavou (jsou vyráběny z mosazi).



Obr. 4 Centrální ostření

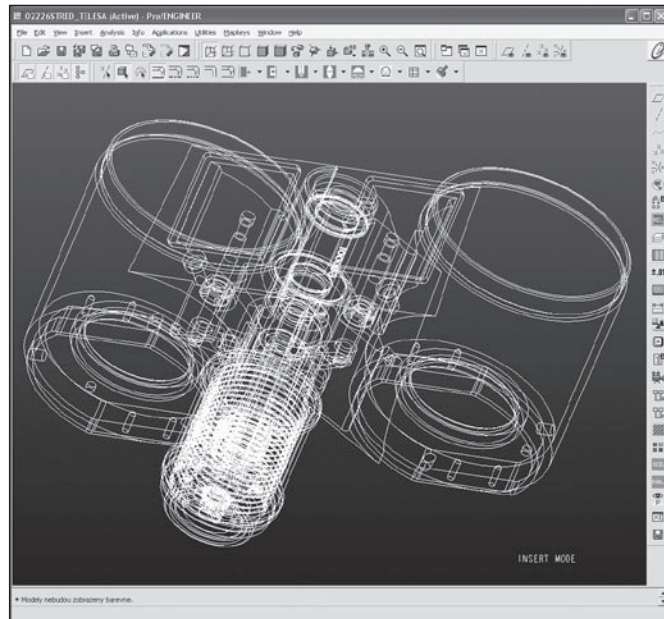


Obr. 5 Výkres sestavy

Sestava centrálního ostření je již vytvořena v režimu Assembly a jednotlivé díly si přitahují vlastnosti z modelů. Pokud tedy pro názornost požadujeme barevné odlišení dílů z různých materiálů, či montážních skupin, je nutné vše aktivovat již na modelu součástí. Pokud provedeme dokončení naší sestavy i točítkem ostření je takováto sestava znázorněna na obr. 4.

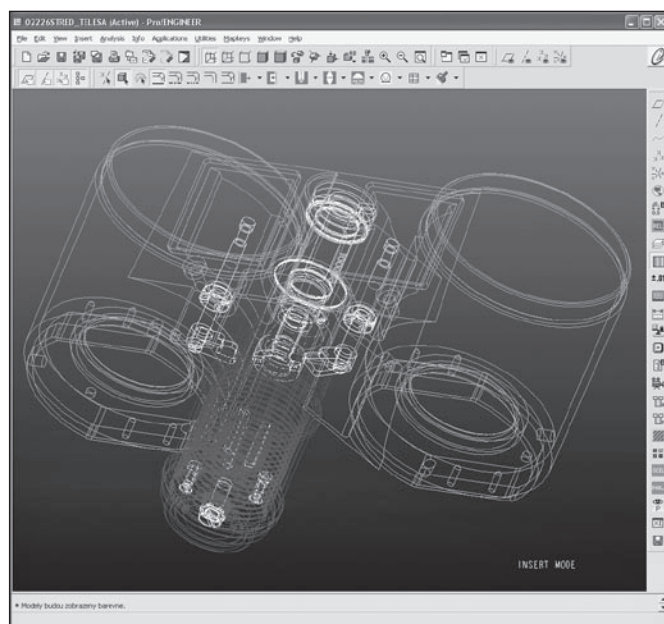
Na následujícím obrázku (obr. 5) je již znázorněn výkres sestavy včetně pozic a řezů.

V systému Pro/ENGINEER a nejen v něm, jsou uloženy veškeré údaje o modelu ve formě referenčních bodů, vektorů a dalších údajů závislých od použitého engine. Pro člověka pak takovéto znázornění vypadá jako směsice různě dlouhých čar a na první pohled se v něm lze jen velmi těžko orientovat. Ukázka zobrazení drátěného modelu předchodí sestavy ostření je na obr. 6.



Obr. 6 Drátěný model sestavy

Menu systému Pro/ENGINEER nabízí čtyři základní režimy zobrazení: drátěný model, drátěný model s respektováním neviditelných hran – zcela bez těchto hran, drátěný model s respektováním nevi-



Obr. 7 Drátěný model sestavy kolorizovaný



ditelných hran – neviditelné hrany zobrazeny nevýrazně na pozadí a stínovaný model. Ve všech těchto režimech je možná kombinace zobrazení bez a nebo s navolenými barvami modelů. Na následujícím obrázku je stejná sestava jako na obr. 6, ale se zapnutými barvami. Rozdíl ve srozumitelnosti/představitelnosti je patrný.

### Pro/ENGINEER WildFire a nejen konstrukce

Mezi důležitou vlastností řešení řady Pro/ENGINEER je plná asociativita v celém vývojovém cyklu. Proto je nejvhodnější používat všechny potřebné produkty současně, nicméně je možné jednotlivá řešení v oblastech CAD, CAE, CAM nebo PDM používat i samostatně.

Varianty řešení nabízené firmou Cogras:

- Konstrukce výrobků
- Komplexní řešení pro vývoj výrobků
- Pro/MECHANICA - Simulace a optimalizace
- Řešení pro konstrukci nářadí
- Pro/NC - Řešení pro výrobu
- Pro/INTRALINK - Správa a vizualizace konstrukčních dat

Kde CAD, CAE, CAM a PDM značí:

CAD - exaktní modelář Pro/ENGINEER pro vývoj SW prototypů nových výrobků na úrovni návrhu průmyslového designu, koncepčního návrhu, detailní konstrukce a vytvoření úplné výrobní dokumentace.

CAE - pro vývoj kvalitních výrobků nestačí pouze přesný virtuální CAD model. V oblasti posouzení chování mechanického namáhání, analýzy a optimalizace představuje Pro/MECHANICA výkonný nástroj pro konstruktéry a výpočtáře specialisty. Kromě mechanických vlastností je možné posoudit výrobitelnost plastových výlisků v prostředí produktů MoldFlow Plastic Advisers.

CAM - řada produktů Pro/NC a Expert Machinist dovoluje efektivně vytvářet, simulovat a verifikovat CNC programy pro řízení obráběcích strojů. Komplexnost CAM řešení dotváří aplikace pro programování CMM měřicích strojů.

PDM a Vizualizace - Pro/INTRALINK a Division představují základní produkty pro systémovou správu podnikových dat a změnový management, concurrent engineering a vizualizaci dat kdekoliv. Umožňují komunikaci s dalšími, navazujícími celopodnikovými informačními systémy.

V praxi konstruktéra považují přínosné zejména moduly pro pevnostní a termální analýzu a analýzu pro optimalizaci tvaru nebo hmotnosti. Analýza ergonomie, designu a nebo např. způsobu namáhání hmatníku při uchopení (gradient zatížení) jsou velmi náročné na přesný popis zadání což se také projeví na četnosti jejich využití.

### Nová verze programu Pro/ENGINEER WildFire

V současné době je již u výrobce k dispozici program Pro/ENGINEER ve verzi WildFire 2.0. Ovládání je u této verze ještě více intuitivní a firma PTC pracuje na dokončení WildFire 3.0. Pro konstruktéry je přechod na novou verzi programu bohužel spojen s nutností osvojení si nových příkazů včetně změn v ovládání programu (popř. rozmístění ikon). Dále pak je nutné dodržovat zásady kompatibility z pohledu existující datové základny. Při přechodu na novou verzi je možné využít nabídky firmy Cogras na rozdílové školení. Ovšem v tomto případě je datová kompatibilita jednostran-

ná. Data vytvořená v nové verzi (např. WildFire 2.0) již nelze zpětně editovat ve verzi Pro/ENGINEER 2001. Z tohoto důvodu je nutné přechod na novou verzi programu ve firmě naplánovat do jednoho časového období. Tato podmínka by neplatila jen v případě, kdy by jednotlivá pracoviště nebyla datově propojena.

### Technická podpora a nestandardní postupy

Technická podpora i nestandardní postupy modelování mohou také být nedílnou součástí práce konstruktéra. Každý konstruktér samozřejmě nejprve musí projít náležitým základním školením (dnes se již CAD systémy používají pro výuku studentů přímo na školách), které vytvoří základ pro jeho práci. Dále podle oboru zaměření se specializovat na kurz z dané oblasti. Stejně tak je i důležitá informovanost v souvislosti s novými verzemi produktů. V těchto případech je účelné školení rozdílové, které navíc vzhledem k rozsahu není tak časově náročné. Další alternativou jsou úzce specializovaná školení, např. na modelování ploch, práci s tenkými díly (plechy), díly typu potrubí, modelování forem, vytváření svarů a pod.

Pro velmi složité a na konstrukční postup náročné díly je vhodnou alternativou externí pomoc. Obvykle tuto činnost nabízí přímo prodejce a nebo s ním úzce spolupracující firma.

Pro informaci uvádím základní konfiguraci počítačové sestavy, na které byly vytvořeny přiložené screenshoty a instalován Pro/ENGINEER verze 2001 od fy PTC:

*Počítačová sestava AutoCont s procesorem Intel Pentium 4, 3 GHz, základní deska ASUSTeK Computer INC. P5AD2-E-Deluxe, operační paměť 1 GB DDR2, grafická karta nVIDIA Quadro FX 540, pevný disk Serial ATA 131 GB, LAN, LCD monitor LG1930S 19". Operační systém MS Windows XP Pro + SP2.*

### Vybrané odkazy na internetové stránky pro zájemce o problematiku CAD:

- <http://www.autodesk.cz/> - odkaz na stránky fy Autodesk v češtině
  - <http://www.autodesk.com/> - odkaz na stránky fy Autodesk v angličtině
  - <http://www.ptc.com/> - odkaz na stránky fy PTC v angličtině
  - <http://www.cogras.cz/> - odkaz na stránky fy PTC v češtině
- Pro zájemce o CAD systémy uvedu ještě odkaz na fórum:  
<http://www.cadforum.cz/> - fórum pro uživatele produktů fy Autodesk

### Literatura

- [1] Internetové stránky fy Cogras: OBECNÉ VLASTNOSTI CAx/PLM TECHNOLOGIE Pro/ENGINEER. Cogras spol. s r. o. [online]. [cit. 12-11-2005], dostupný na World Wide Web: <<http://www.cogras.cz/CZ/index.php?id=proe>>.
- [2] Internetové stránky fy 3D Tech: Jak chápeme prototyp. 3D Tech spol. s r. o. [online]. [cit. 12-11-2005], dostupný na World Wide Web: <<http://www.3dtech.cz/default.asp?language=cs&section=9>>.

# Nejvýznamnější odborné technické veletrhy pořádané v 1. pololetí 2006

V tomto stručném přehledu je uveden výběr nejzajímavějších mezinárodních technických a s elektrotechnikou souvisejících veletrhů pořádaných v České republice i ve snadno dostupném zahraničí. Veletrhy mají jedinečnou výhodu, že během několika málo dnů umožňují odborníkům, jiným zájemcům a obchodníkům seznámit se na jednom místě s nejnovějšími výrobky a technologiemi, mnohdy od několika tisíců vystavujících firem. Jsou ideálním místem k získávání technických informací, pro navazování nových obchodních kontaktů i k prezentaci vlastní exportní nabídky.

Podle čísel uvedených v závorkách je možné si na kontaktních adresách veletržních správ nebo jejich zástupců vyžádat o jednot-

livých veletržních akcích podrobnější informace. Důležité údaje o dění na výstavištích a prezentovaných novinkách bývají také na internetu. Pro některé veletrhy pořádané v Německu si lze zakoupit v předprodeji zlevněné vstupenky a katalogy za koruny, přihlásit se k připravovaným zájezdům nebo si objednat ubytování. Před odjezdem jednotlivců je vhodné si ověřit, zda v termínech nenastala změna nebo nevznikly náhodné chyby v údajích. O některých veletržích budou postupně uváděny další podrobnější informace v tomto časopisu a jiném odborném tisku. Kalendář vybraných technických veletrhů pro celý rok 2006 je uveden také v Ročence ELEKTRO 2006.

Termín konání	Místo s číslem kontaktní adresy	Název, základní nomenklatura, informační internetová adresa
31. 1. – 3. 2.	Moskva – Expocentr Krasnaja Presnja (1)	<b>AQUA-THERM MOSKVA</b> – 10. mezinárodní veletrh vytápění, větrání, měřicí, sanitární a ekologické techniky, technických zařízení budov (v licenci Reed Messe Wien); <a href="http://www.aqua-therm.info">www.aqua-therm.info</a>
7. – 10. 2.	Nitra – výstaviště Agrokomplex (1)	<b>AQUA-THERM NITRA</b> – 8. mezinárodní veletrh vytápění, větrání, měřicí, sanitární a ekologické techniky, technických zařízení budov (v licenci Reed Messe Wien); <a href="http://www.tzb-info.sk">www.tzb-info.sk</a> , <a href="http://www.ppa.cz">www.ppa.cz</a>
14. – 16. 2.	Norimberk (2)	<b>EMBEDDED WORLD</b> – mezinárodní odborný veletrh vestavěné elektrotechniky, konference; <a href="http://www.embedded-world.de">www.embedded-world.de</a>
14. – 16. 2.	Vídeň (1)	<b>ITNT</b> – odborný veletrh informačních technologií a telekomunikací; <a href="http://www.itnt.at">www.itnt.at</a> , <a href="http://www.messe-reed.cz">www.messe-reed.cz</a>
15. – 16. 2.	Olomouc – Regionální centrum Exposál (3)	<b>ELEKTROFEST</b> – 23. veletrh elektrotechniky, elektroniky a energetiky; <a href="http://www.omnis.cz/elektra">www.omnis.cz/elektra</a>
16. – 19. 2.	Salcburk (1)	<b>BAUEN+WOHNEN</b> – mezinárodní veletrh stavebnictví, bydlení a úspor energie; <a href="http://www.bauen-wohnen.co.at">www.bauen-wohnen.co.at</a>
21. – 25. 2.	Berlín (2)	<b>BAUTEC</b> – mezinárodní odborný veletrh stavebnictví a technického vybavení budov; <a href="http://www.bautech-berlin.com">www.bautech-berlin.com</a>
23. – 26. 2.	Vídeň (1)	<b>BAUEN &amp; ENERGIE-MESSE</b> – mezinárodní veletrh výstavby energeticky úsporných a ekologických budov, modernizace a financování; <a href="http://www.bauen-energie.at">www.bauen-energie.at</a>
24. 2. – 26. 2.	Brno (12)	<b>OPTA</b> – 12. mezinárodní veletrh oční optiky a oftalmologie; <a href="http://www.opta.cz">www.opta.cz</a>
23. – 27. 2.	Düsseldorf (4)	<b>EUROSHOP</b> – mezinárodní veletrh zařízení pro vybavení, reklamu, prodej a veletržní výstavbu expoziční; <a href="http://www.euroshop.de">www.euroshop.de</a>
7. – 9. 3.	Düsseldorf (4)	<b>EMV</b> – mezinárodní veletrh o elektromagnetické kompatibilitě s konferencí; <a href="http://www.e-emv.com">www.e-emv.com</a>
8. – 12. 3.	Nitra (5)	<b>SVĚTLO DOMOVA</b> – 7. mezinárodní výstava interiérových a exteriérových svítidel; <a href="http://www.agrokomplex.sk">www.agrokomplex.sk</a>
9. – 15. 3.	Hannover (6)	<b>CEBIT*</b> – přední světový veletrh kancelářské, informační a telekomunikační techniky; <a href="http://www.cebit.com">www.cebit.com</a>
16. – 18. 3.	Olomouc – výstaviště Flora (3)	<b>STAVOTECH OLOMOUC</b> – stavební a technický veletrh; <a href="http://www.omnis.cz/stavo">www.omnis.cz/stavo</a>
16. – 22. 3.	Mnichov (7)	<b>I.H.M. 2006</b> – 58. mezinárodní veletrh řemesel; <a href="http://www.ihm.de">www.ihm.de</a>
23. – 25. 3.	Praha – výstaviště Holešovice (8)	<b>PRAGOREGULA</b> – měření, regulace, automatizace; <a href="http://www.incheba.cz">www.incheba.cz</a>
27. – 31. 3.	Paříž – Villepinte (9)	<b>INDUSTRIE</b> – průmyslová výroba; <a href="http://www.industrie-expo.com">www.industrie-expo.com</a>
4. – 6. 4.	Mnichov (7)	<b>SEMICON EUROPA 2006</b> – 30. mezinárodní veletrh polovodičů, materiálů a služeb; <a href="http://www.semi.org.de">www.semi.org.de</a>
4. – 7. 4.	Mnichov (7)	<b>METAV MÜNCHEN</b> – mezinárodní odborný veletrh výrobní techniky a automatizace; <a href="http://www.metav.de">www.metav.de</a>

4. – 7. 4.	Praha – PVA Letňany (10)	<b>AMPER 2006</b> – 14. mezinárodní veletrh elektrotechniky a elektroniky; <a href="http://www.amper.cz">www.amper.cz</a>
5. – 8. 4.	Norimberk (2)	<b>IFH / INTHERM</b> – vytápění, větrání, klimatizace, technická zařízení budov; <a href="http://www.ifh-intherm.de">www.ifh-intherm.de</a>
19. – 21. 4.	Praha (16)	<b>INTERKAMERA</b> – 24. mezinárodní výstava foto a video techniky
20. 4.	Linec – Design Center (1)	<b>ITNT-KONGRESS LINZ</b> – kongres a výstava o informačních technologiích, telekomunikacích; <a href="http://www.itnt.at">www.itnt.at</a>
23. – 27. 4.	Frankfurt n. M. (11)	<b>LIGHT+BULDING</b> – mezinárodní veletrh architektury a techniky; <a href="http://www.light-bulding.messefrankfurt.com">www.light-bulding.messefrankfurt.com</a>
24. – 28. 4.	Düsseldorf (4)	<b>WIRE+TUBE</b> – mezinárodní odborné veletrhy drátů, kabelů a trubek; <a href="http://www.wire.de">www.wire.de</a> , <a href="http://www.tube.de">www.tube.de</a>
24. – 28. 4.	Hannover (6)	<b>HANNOVER MESSE</b> – světový vedoucí veletrh technologií, inovací a automatizace, sestaven z osmi samostatných specializovaných veletrhů: <b>INTERKAMA</b> <b>Factory Automation</b> – výrobní automatizace <b>Digital Factory</b> – integrované výrobní procesy <b>MicroTechnology</b> – mikrosystémová technika <b>Research &amp; Technology</b> – výzkum a technologie <b>Energy</b> – energetické hospodářství, energetika a obnovitelné zdroje energie <b>Subcontracting</b> – dodávky a dohody <b>Industrial Services &amp; Equipment</b> – průmyslový servis a služby <a href="http://www.hannovermesse.de">www.hannovermesse.de</a>
25. 4.	Štýrský Hradec – Messe Center (1)	<b>ITNT-KONGRESS GRAZ</b> – kongres a výstava o informačních technologiích, telekomunikacích; <a href="http://www.itnt.at">www.itnt.at</a>
25. – 29. 4.	Brno (12)	<b>ELEKTRO</b> – 3. mezinárodní veletrh elektroinstalací, osvětlovací techniky a systémové integrace budov; <a href="http://www.bvv.cz/elektro">www.bvv.cz/elektro</a> <b>IBF</b> – 11. mezinárodní stavební veletrh <b>SHK BRNO</b> – 7. mezinárodní veletrh technických zařízení budov <b>URBIS</b> – investiční příležitosti, technologie a zařízení pro města a obce <b>ENVIBRNO</b> – 12. mezinárodní veletrh techniky pro tvorbu a ochranu životního prostředí; <a href="http://www.bvv.cz">www.bvv.cz</a>
27. – 29. 4.	Praha – PVA Letňany (10)	<b>INTEC 2006</b> – 2. mezinárodní veletrh informační, počítačové, kancelářské a komunikační techniky <b>CREATIVE 2006</b> – 2. mezinárodní veletrh zvukové, obrazové a osvětlovací techniky; <a href="http://www.terinvest.com">www.terinvest.com</a>
10. – 12.5.	Praha – PVA Letňany (10)	<b>MACH</b> – 5. mezinárodní veletrh strojírenské techniky a technologií; <a href="http://www.mach.cz">www.mach.cz</a> <b>INTERPLAST</b> – 6. mezinárodní veletrh výroby a zpracování průmyslových plastů a pryží; <a href="http://www.interplast.cz">www.interplast.cz</a> <b>LOGIST</b> – 1. mezinárodní veletrh logistiky, dopravních služeb a manipulační techniky; <a href="http://www.logist.cz">www.logist.cz</a>
16. – 19. 5.	Brno (12)	<b>PLASTEX</b> – mezinárodní veletrh plastů, pryže a kompozitů <b>FINTECH</b> – mezinárodní veletrh technologií pro povrchové úpravy <b>WELDING</b> – 18. mezinárodní veletrh svařovací techniky <b>PYROS / ISET</b> – 13. mezinárodní veletrh požární a bezpečnostní techniky, služby <b>INTERPROTEC</b> – 8. mezinárodní veletrh prostředků osobní ochrany, bezpečnosti práce a pracovního prostředí <b>TOP TECHNOLOGY BRNO 2006</b> ; <a href="http://www.bvv.cz">www.bvv.cz</a>
16. – 19. 5.	Mnichov (7)	<b>AUTOMATICA</b> – 2. mezinárodní odborný veletrh automatizace; <a href="http://www.automatica-munich.com">www.automatica-munich.com</a> <b>CERAMITEC</b> – 10. mezinárodní odborný veletrh strojů, zařízení, vybavení a technologií pro průmysl keramiky a práškovou metalurgii; <a href="http://www.ceramitec.de">www.ceramitec.de</a>
16. – 19. 5.	Budapešť (7)	<b>INDUSTRIA</b> – mezinárodní průmyslový veletrh; <a href="http://www.industria.hu">www.industria.hu</a>
20. – 23. 6.	Frankfurt (17)	<b>OPTATEC</b> – optické technologie, komponenty, systémy výroby pro budoucnost

23. – 26. 5.	Nitra (5)	<b>EMA</b> – 6. mezinárodní výstava elektrotechniky, měření, regulace a automatizace <b>MSV NITRA*</b> – 13. mezinárodní veletrh strojů, nástrojů, zařízení a technologií <b>EUROWELDING</b> – 12. mezinárodní výstava techniky svařování <a href="http://www.agrokomplex.sk">www.agrokomplex.sk</a>
29. 5. – 1. 6.	Kyjev – Palác sportu (1)	<b>AQUA-THERM KIEV</b> – mezinárodní odborný veletrh vytápění, větrání, měřicí, sanitární a ekologické techniky, technických zařízení budov (v licenci Reed Messe Wien); <a href="http://www.aqua-therm.kiev.ua">www.aqua-therm.kiev.ua</a>
30. 5. – 1. 6.	Norimberk (2)	<b>PCIM EUROPE</b> – mezinárodní odborný veletrh a konference výkonové elektroniky, automatizace, řízení a pohonů; <a href="http://www.mesago.de">www.mesago.de</a> <b>SMT / HYBRID / PACKAGING</b> – mezinárodní odborný veletrh s kongresem pro systémovou integraci v mikroelektronice; <a href="http://www.mesago.de">www.mesago.de</a> <b>SENSOR+TEST - DIE MESSTECHNIK-MESSE</b> – mezinárodní veletrh s kongresem pro senzoriku, měřicí a zkušební techniku; <a href="http://www.sensor-test.com">www.sensor-test.com</a>
30. 5. – 1. 6.	Kolín n. R. (13)	<b>POWER GEN</b> – největší energetická výstava světa; <a href="http://www.techtydenik.cz">www.techtydenik.cz</a> , časopis PEI č. 6/2006
30. 5. – 1. 6.	Frankfurt n. M. (11)	<b>MEDIA-TECH EXPO</b> – mezinárodní odborný veletrh výrobních technologií; <a href="http://www.mediatech-expo.net">www.mediatech-expo.net</a>
5. – 9. 6.	Moskva – Expocentr Krasnaja Presnja (14)	<b>ELEKTRO*</b> - mezinárodní elektrotechnický veletrh; <a href="http://www.expocentr.ru">www.expocentr.ru</a> , <a href="http://www.veletrhyavystavy.cz">www.veletrhyavystavy.cz</a>
20. – 22. 6.	Lipsko (15)	<b>Z - DIE ZULIEFERMESSE*</b> – mezinárodní odborný veletrh dílů, komponentů, modulů a technologií; <a href="http://www.zuliefermesse.de">www.zuliefermesse.de</a>
20. – 24. 6.	Düsseldorf (4)	<b>METAV</b> – mezinárodní odborný veletrh výrobní techniky a automatizace; <a href="http://www.metav.de">www.metav.de</a>

\* Pro veletrhy takto označené hvězdičkou mohou naši vystavovatelé v rámci oficiální účasti získat příspěvek od Ministerstva průmyslu a obchodu ČR na úhradu výdajů za pořízení expozic.

Další aktualizované informace o více než 2500 veletrzích a výstavách v tuzemsku i zahraničí včetně možnosti propojení na stránky pořadatele lze najít na internetových adresách [www.veletrhyavystavy.cz](http://www.veletrhyavystavy.cz) a [veletrhyavystavy.sk](http://veletrhyavystavy.sk), které spravuje veletržní agentura Progres Partners Advertising s.r.o. (uvedena v kontaktních adresách pod číslem 1).

#### Kontaktní adresy veletržních správ a zahraničních zástupců

- PROGRES PARTNERS ADVERTISING s.r.o.**, zastoupení Reed Exhibitions Messe Wien, Ing. Olga Pešková, Opletalova 55, 110 00 Praha 1, tel.: 224 218 403, 224 234 274, fax: 224 218 312, e-mail: [aqua@ppa.cz](mailto:aqua@ppa.cz), [peskova@ppa.cz](mailto:peskova@ppa.cz)
- ČESKO-NĚMECKÁ OBCHODNÍ A PRŮMYSLOVÁ KOMORA**, Václavské nám. 40, 110 00 Praha 1  
Norimberk: Naděžda Lichte – tel.: 221 490 305, fax: 224 490 332, e-mail: [messe1@dtihk.cz](mailto:messe1@dtihk.cz)  
Stuttgart: Ladislav Baxa – tel.: 221 490 326, fax: 224 490 332, e-mail: [messe-stuttgart@dtihk.cz](mailto:messe-stuttgart@dtihk.cz)
- OMNIS OLOMOUC a.s.**, Mgr. Petr Nasadil, Kosmonautů 8, 772 11 Olomouc, tel.: 587 433 150, fax: 585 232 097, e-mail: [nasadil@omnis.cz](mailto:nasadil@omnis.cz)
- VELETRHY BRNO a.s.**, odbor zahraničních zastoupení, Romana Šilhánková, Výstaviště 1, 647 00 Brno, tel.: 541 152 533, fax: 541 153 051, e-mail: [rsilhankova@bvv.cz](mailto:rsilhankova@bvv.cz)
- AGROKOMPLEX-VÝSTAVNICTVO NITRA**, OS 2, Ing. Jozef Jenis, Výstavná 4, SK-949 01 Nitra, tel.: 00421/376 572 201, fax: 00421/377 335 986, e-mail: [jenis@agrokomplex.sk](mailto:jenis@agrokomplex.sk)
- DEUTSCHE MESSE AG**, Hannover, zastoupení Ing. Eva Václavíková, Myslbekova 7, 169 00 Praha 6, tel.: 220 510 057, 220 517 837, fax: 220 510 057, e-mail: [info@hf-czechrepublic.com](mailto:info@hf-czechrepublic.com)

- EXPO-CONSULT+SERVICE s.r.o.**, Příkop 4, 604 45 Brno, tel.: 545 176 158, fax: 545 176 159, e-mail: [info@expocs.cz](mailto:info@expocs.cz)
- INCHEBA s.r.o.**, areál Výstaviště Praha-Holešovice, 170 90 Praha 7, tel.: 220 103 111, fax: 233 379 450, e-mail: [info@incheba.cz](mailto:info@incheba.cz)
- ACTIVE COMMUNICATIONS s.r.o.**, zastoupení francouzských odborných veletrhů, Silvie Faletti, Anglická 28, 120 00 Praha 2, tel.: 222 518 587, fax: 222 512 058, e-mail: [active@telecom.cz](mailto:active@telecom.cz)
- TERINVEST s.r.o.**, Legerova 15, 120 00 Praha 2, tel.: 221 992 133, fax: 221 992 139, e-mail: [amper@terinvest.com](mailto:amper@terinvest.com), [mach@terinvest.com](mailto:mach@terinvest.com)
- K+M EXPO s.r.o.**, Václavské nám. 1, 111 21 Praha 1, tel.: 224 230 104, fax: 224 234 395, e-mail: [messefrankfurt@inbox.vol.cz](mailto:messefrankfurt@inbox.vol.cz)
- VELETRHY BRNO a.s.**, Výstaviště 1, 647 00 Brno, tel.: 541 151 111, fax: 541 153 079, e-mail: [info@bvv.cz](mailto:info@bvv.cz)
- TECHNICKÝ TÝDENÍK**, Nádražní 32, 150 00 Praha 5, tel.: 225 351 450, fax: 225 351 456, e-mail: [techtyd@springmedia.cz](mailto:techtyd@springmedia.cz)
- ZAO EXPOCENTR**, Krasnopresnenskaja nab. 14, RUS-123 100 Moskva, tel.: 007/095/2553 747, fax: 007/095/2057 210, e-mail: [centr@expocentr.ru](mailto:centr@expocentr.ru)
- SEPP INTERNATIONAL s.r.o.**, výhradní zastoupení Leipziger Messe pro ČR, Přemyslovská 32, 130 00 Praha 3, tel.: 222 734 483, fax: 222 734 482, e-mail: [info@leipziger-messe.cz](mailto:info@leipziger-messe.cz)
- ATEMI s.r.o.**, Velvarská 45, 160 00 Praha 6, tel.: 233 025 501, fax: 233 025 502, e-mail: [interkamera@atemi.cz](mailto:interkamera@atemi.cz)
- K + M EXPO s.r.o.**, Václavské nám. 1, 111 21 Praha 1, tel.: 224 230 104, fax: 224 234 395, e-mail: [messefrankfurt@inbox.vol.cz](mailto:messefrankfurt@inbox.vol.cz)

(jpe)

# Český opticko-mechanický průmysl na misi v Izraeli

U příležitosti státní návštěvy prezidenta ČR pana Václava Klause v Izraeli, která se konala ve dnech 12. až 15. 9. 2005 uspořádala Hospodářská komora ve spolupráci se Svazem průmyslu podnikatelskou misi za účasti několika desítek firem. Jednou z nich byla i Meopta-optika, a.s., kterou zastupovali pánové Gerald Rausnitz, generální ředitel a Vítězslav Motka, ředitel pro výzkum, obchod a kvalitu. Dobré jméno naší společnosti také výrazně podporoval pan Augustýn Sobol, jednatel Pramacom - HT, spol. s r.o.

Nabitý program byl složen jak z oficiálních projevů zaměřených na možnosti spolupráce mezi Izraelem a ČR, tak z konkrétních bilaterálních jednání mezi zástupci firem z ČR a Izraele.

Prestižní byla účast generálního ředitele G. Rausnitze na státní večeři s prezidentem obou zemí konané v rezidenci izraelského prezidenta v Jeruzalemu. Z podnikatelské delegace bylo pozváno deset účastníků, jedním z nich i Gerald Rausnitz. Při osobním setkání vyslovil pan prezident uznání rodině Rausnitzů v čele s Paulem Rausnitzem za jejich roli při stabilizaci Meopty v těžkých devadesátých letech a za její nový rozmach v současnosti. Významné bylo i další setkání s prezidentem Klausem na podnikatelském banketu



Prezident České republiky pan Václav Klaus a pánové Gerald Rausnitz (vpravo) a Vítězslav Motka (vlevo)



Pracoviště přesné opticko-mechanické montáže v superčistých prostorách

v Tel Avivu, návštěva izraelského Ministerstva práce, průmyslu a obchodu. Řada obchodních jednání, které jsme absolvovali, opět potvrdila zájem o kooperaci s Meoptou, o využití technologií i vysoké kvalifikace a zručnosti našich pracovníků.

Od roku 2000, kdy se začala odvíjet spolupráce s firmou Applied Materials, vzrostly tržby jen s touto společností z počátečních 2 mil Kč na dnešních bezmála 100 mil Kč ročně. Navíc jsme v závěru loňského roku obdrželi zakázku na samostatný vývoj optomechanických modulů, kterou úspěšně plníme.

Cílem účasti na misi bylo především další zviditelnění firmy ať už vůči našim partnerům v Izraeli nebo při ukázce exportní aktivity a schopnosti Meopty přítomným zástupcům HK, Svazu průmyslu a podpořit tak povědomí o Meoptě i v těchto kruzích. Účast v delegaci prezidenta republiky má přece jen svou váhu. A mohu konstatovat, že těchto cílů bylo dosaženo.

*Ing. Vítězslav Motka  
ředitel pro výzkum, obchod a kvalitu  
Meopta - optika, a.s., Přerov*

## Nové přístupy v technologickém vzdělávání Vývoj a integrace evropských modulů v technologickém vzdělávání Projekt EU programu Leonardo da Vinci

Hlavním cílem tohoto projektu je vývoj a uplatnění inovativních přístupů v technologickém vzdělávání, v systému zajištění jeho kvality a adaptace na nové kvalifikační požadavky trhu práce v rámci flexibilních osnov vytvořených prostřednictvím mezinárodní spolupráce.

Specifické cíle projektu jsou mimo jiné zvýšení efektivnosti a atraktivnosti technologického vzdělávání, podpora komplexního chápání vazeb v technologickém, sociálním a environmentálním prostředí, podpora spolupráce mezi vzdělávacími, vědecko-výzkumnými a průmyslovými organizacemi a vývoj standardů, které budou přenositelné a uznatelné na všech úrovních a ve všech zúčastněných zemích.

Výsledkem projektu bude multidisciplinární učební plán, rozdělený do modulů, včetně specifikací pro každou zúčastněnou zemi.

Projekt Modulární technologické vzdělávání byl vybrán Evropskou komisí k podpoře v rámci programu Leonardo da Vinci v roce 2005. Realizace probíhá od listopadu 2005 a bude trvat 24 měsíců. Koordinátorem projektu je Gazi University, Ankara, Turecko a dalšími partnery jsou vzdělávací centra v Řecku, Španělsku, Itálii, Německu, Bulharsku a České republice.

Aktivity v ČR řídí společnost Euroface Consulting s.r.o. Mezi naše hlavní úkoly patří vytvoření databáze škol, univerzit, organizací a firem, které působí v oblasti technologického vzdělávání. Současně zmapujeme situaci absolventů technologických oborů na trhu práce a vývoj vzdělávacích programů v uplynulých třiceti letech. Průzkumy budou podloženy dotazníkovým šetřením, které budeme realizovat v první polovině roku 2006.

V dalších fázích projektu se budeme podílet na vývoji metodologie, vzdělávacích modulů, vzdělávacích nástrojů a podpůrných materiálů, určení českých specifik a výjimek, průběžném hodnocení a zjišťování zpětné vazby a šíření výstupů projektu.

Podrobnější informace o projektu lze najít na internetových stránkách [www.modularte.gazi.edu.tr](http://www.modularte.gazi.edu.tr), které budou mít brzy i jazykové mutace všech zúčastněných zemí nebo kontaktováním společnosti Euroface Consulting, [www.euro-face.cz](http://www.euro-face.cz), tel.: 573 345 107.

*Ing. Kateřina Nevřalová*

# Emmett Leith, zakladatel moderní holografie, zemřel

Objevitel principu mimoosového holografického záznamu a první, kdo využil laseru pro tento záznam, prof. Emmett N. Leith podlehl náhle před Štědrým dnem v pátek 23. prosince 2005 záchvatu mrtvice a vnitřního krvácení v nemocnici v Ann Arboru, Michigan ve věku 78 let. V předchozím roce odešel do výslužby po celých 52 letech působení na University of Michigan v Ann Arboru, kde byl profesorem elektroinženýrství a počítačové vědy (sponzorovaným nadací Schlumberger).



Narodil se v roce 1927 v Detroitu a získal bakalářské a magisterské vzdělání ve fyzice a Ph.D. stupeň v elektroinženýrství na Wayne State University v Detroitu. Zpočátku pracoval na výzkumu radaru se syntetickou aperturou (SAR) jako pracovník Radar Laboratory ve Willow Run Laboratory na University of Michigan. Leith (čti Leeth, jak poznamenává agentura Reuters) přispěl k rozvoji nových optických metod ke zpracování údajů z SAR umožňujících obdržet poprvé radarové obrazy s vysokým rozlišením. Tento výzkum zahrnuje první koherentní křížový korelátor, zavedení metody vyhodnocení optického zpracování SAR z hlediska principu rekonstrukce vlnoplochy a použití koherentní optiky k stlačování čerpaných radarových impulzů. Tyto práce měly vojenské využití a zůstaly klasifikovány v určitém stupni utajení až do r. 1968.

Princip rekonstrukce vlnoplochy byl vlastně znovobjevením principu holografie, který učinil asi osm let předtím Dennis Gabor. Ten zkoumal zlepšení kvality zobrazení v elektronové mikroskopii a za tento objev obdržel Nobelovu cenu za fyziku v r. 1971. Tato cena by asi nebyla udělena nebýt nebývalého rozmachu výzkumu rekonstrukce vlnoplochy, který započal E. Leith a jeho spolupracovník Juris Upatnieks začátkem šedesátých let. Výbor pro udělování Nobelovy ceny také citoval zásluhy E. Leithe.

Od r. 1962 publikovali E. Leith a J. Upatnieks řadu prací v optických vědeckých časopisech o záznamu a rekonstrukce trojrozměrné optické informace, když využili úhlově oddělený předmětový a rekonstrukční svazek a jako zdroj použili tehdy čerstvě vynalezený laserový zdroj kontinuálního koherentního a vysoce intenzivního optického záření. Úhlově oddělené svazky při holografickém záznamu, tzv. off-axis metoda, umožnily oddělit od sebe holografický obraz a další difraktované svazky, které v in-line Gaborově metodě vytvářely silné světelné pozadí, v němž se vlastní obraz mohl dosti ztráct. Přednosti laseru pro tento účel jsou nasnadě: vysoce smě-

rované, velmi intenzivní a monochromatické světlo umožňovalo kvalitní záznam a rekonstrukci hlubokých a rozlehlých trojrozměrných předmětů. Od těch dob se holografie chopily stovky laboratoří ve světě a dovedly holografii do nesmírné dokonalosti. Dnes se s holografickými obrazy setkáváme jak v průmyslu především v metrologických záležitostech, tak v běžném životě zejména pro zabezpečovací účely. Ale ve skutečnosti je užití holografie ještě mnohem širší a hlubší.

Ve svých začátcích holografie fascinovala všechny, kdo se k ní dostali. Dnes je již téměř denně využívána všemi vrstvami lidstva. Leith publikoval jako autor

či spoluautor kolem 200 vědeckých prací a ve skutečnosti se mu nedostalo ocenění, kterého by si zasloužil. Nicméně vyčíslíme ty nejcennější. Dlouhá léta byl členem National Academy of Engineering a členem OSA (Optical Society of America) byl od r. 1961. Později již jako Fellow of OSA obdržel v r. 1985 Frederic Ives Medal. Ještě jako obyčejný člen SPIE (International Society for Optical Engineering) obdržel v r. 1983 Cenu Dennise Gabora. V r. 1985 se stal Fellow of SPIE a v r. 1990 mu byla udělena Gold Medal této společnosti. Ve jmenovaných společnostech zastával řadu funkcí na různých úrovních. Od prezidenta Jamese Cartera obdržel v r. 1979 National Medal of Science. University of Aberdeen ve Skotsku, Velká Británie, ho jmenovala čestným Doctor of Science.

Charles M. Vest, profesor mechanického inženýrství a bývalý prezident věhlasného Massachusetts Institute of Technology, se vyjádřil o Leithovi jako o „jednom z nejtvořivějších a jedinečných osobností, které kdy znal Jeho vědecké myšlení bylo založeno na značné schopnosti zviditelnit fyziku čehokoliv na čem pracoval, ať šlo o ošidně jednoduchou věc“.

V souvislosti s úlohou Leithe jako zakladatele moderní holografie je však třeba připomenout i podobnou úlohu Jurije N. Děnisjuka z dnešního Petrohradu, který sice ve stejné době ještě nepoužil laseru, ale jeho metoda reflexní holografie byla stejně průkopnická pro pozdější rozvoj holografie.

Leith zanechal po sobě manželku (věk 49 let), dvě dcery a tři vnoučata.

*Na základě materiálů SPIE, OSA a agentury Reuters zpracoval doc. RNDr. Miroslav Miler, DrSc. Ústav radiotechniky a elektroniky AV, Praha*

## Veletrh OPTA – špička mezi evropskými optickými veletrhy

*Mezinárodní veletrh oční optiky a oftalmologie OPTA 2006 se na brněnském výstavišti bude konat v době od 24. do 26. února letošního roku. OPTA je jediným oborovým veletrhem s mezinárodní účastí vystavovatelů a návštěvníků v České republice a řadí se i do celosvětového kalendáře mezinárodních veletrhů oční optiky a oftalmologie.*

### Novinky v roce 2006

Rok 2006 je ve znamení novinek. Asi největší je přesun akce z pavilonu B do většího a modernějšího pavilonu V. O změnu prostředí si veletrh důrazně řekl svým posledním ročníkem, kdy pavilon B pro velký zájem vystavovatelů i návštěvníků doslova praskal ve švech. Účastníci letošního ročníku tak měli na výběr z nejkvalitnějších výstavních ploch brněnského veletržního areálu, které umožňují ještě atraktivnější pojetí expozic. Expozice se rozrostly a tak bude OPTA 2006 opět na rekordní ploše!

Všichni návštěvníci budou mít možnost parkovat na parkovištích, před pavilonem, ke kterému se dostanou branou č. 4. Celodenní parkování v areálu přijde na 120,- Kč. Pro hosty ubytované v hotelu Voroněž bude k dispozici SHUTTLE BUS, který pohodlně převez-

všechny návštěvníky až k vchodu do pavilonu V. Přímo v tomto krásném pavilonu bude připravena registrace, šatny a restaurace. Novináři využijí pohodlí Press Centra. V Business Centru je možné domluvit si obchodní schůzky a jednání. Přímo v pavilonu V se uskuteční i cyklus odborných prezentací v sekci nazvané LECTURES POINT.

### OPTA – prestižní přehlídka novinek z celého světa

Veletrh OPTA je připravován v úzké spolupráci se Společenstvem českých optiků a optometristů. V roce 2005 se ho zúčastnilo 218 vystavujících firem z 21 zemí. Veletrh navštěvují z téměř naprosté většiny odborníci z řad optiků, optometristů a oftalmologů a velká část z nich přijíždí ze zahraničí. Poslední ročník veletrhu shlédli návštěvníci z 35

zemí světa včetně Japonska, USA, Kuvajtu a téměř všech evropských zemí. Každý šestý návštěvník byl ze zahraničí, čímž se tento mezinárodní veletrh, pořádaná akciovou společností Veletrhy Brno v roce 2005, řadí na první místo v zahraniční návštěvnosti veletržních akcí.

Poprvé v jedenáctileté historii veletrhu OPTA se počet odborných návštěvníků dostal přes hranici 5 000. Veletrh navštívilo 5 235 odborníků. Pro rok 2006 je přihlášena většina tradičních vystavovatelů i nových firem. Nechybí mezi nimi vystavovatelé z Francie, Itálie, Německa, Velké Británie a dalších zemí.

Zájem o návštěvu veletrhu OPTA 2006 mají zájem především návštěvníci ze zemí středoevropského regionu, především ze Slovenska, Německa, Maďarska, Rakouska a Polska.

Návštěvníci projdou v roce 2006 stejně jako v předchozím ročníku 100%-ní registrací.

### Doprovodný program – vzdělávání na prvním místě

Souběžně s 12. mezinárodním veletrhem optiky a oftalmologie OPTA 2006 proběhne v sobotu 25. února 1. mezinárodní Kongres OPTA. Kongres organizují Společenstvo českých optiků a optometristů (SČOO) a Veletrhy Brno a.s. (BVV) ve spolupráci s Evropskou radou optometrie a optiky (ECOO) a Evropskou asociací univerzit, škol a kolejí vzdělávající optometrii (AEUSCO). Kongres je zaměřen na povýšení úrovně vzdělávání a praktikování optiky a optometrie v Evropě, se zvláštním důrazem na střední a východní Evropu. Program akce je přitažlivý jak pro vzdělavatele (vzdělávací instituce), tak i pro odborníky (odborné organizace) působící v rámci profese.

Cyklus firemních, odborných prezentací v prostoru LECTURES POINT v pavilonu V, proběhnou po celý sobotní den. Mimo jiné se dozvíte o nových trendech ve vývoji brýlových obrub společností Ferdinand Menrad Gruppe, nových výrobcích firmy Essilor, problematice anizometropie, nebo o novinkách v brýlových čočkách značky Rodenstock.

Ve spolupráci s Českou oftalmologickou společností se uskuteční soubor odborných přednášek pro oční lékaře. Ty jsou rozděleny do 3 odborných bloků. Semináře jsou naplánovány na 24. 2. 2006 od 9.00 hodin - 13.00 hodin v pavilonu A3 v sále MORAVA.

V doprovodném programu samozřejmě nebudou chybět ani valná hromada Společenstva českých optiků a optometristů. Ta se uskuteční hned první den veletrhu v pátek 24. února 2006 od 17.00 hodin v sále tiskového střediska v pavilonu E.

O den později se na stejném místě od 16.00 hodin, stejně jako v loňském roce, uskuteční i Sněm Komory očních optiků a optometristů Slovenska.

Vyvrcholením doprovodného programu bude tradiční Reprezentační ples Společenstva českých optiků a optometristů, který je pořádán ve spolupráci s hlavním partnerem TJ Optical Praha.

### TOP OPTA – nová soutěž pro vystavovatele o nejlepší exponáty

Novinkou pro všechny vystavovatele bude v roce 2006 soutěž o nejlepší exponáty Top Opta. Soutěž se koná pod záštitou a s odbornou garancí Společenstva českých optiků a optometristů. Soutěž je určena pro vystavovatele a jejich exponáty, které jsou vystaveny na mezinárodním veletrhu Opta. Soutěžní kategorie jsou: brýlové čočky; kontaktní čočky; obruby (včetně slunečních brýlí) a přístroje a technologie pro oční optiku a oftalmologii.

Výsledky budou vyhlášeny a vítězové oceněni na slavnostním zahájení veletrhu OPTA 24. února 2006 v 10.00 hodin, v sekci LECTURES POINT v pavilonu V.

### Jak a kdy na veletrh OPTA?

Veletrh OPTA otevírá své brány každý den od 9.00 hodin a za posledním návštěvníkem se zavřou v 18.00 hodin. Poslední den akce, v neděli 26. února, je areál otevřen pouze do 15.00 hodin. Za návštěvu veletrhu zaplatí odborníci celodenní vstupné 200,- Kč, nárok na zlevněné vstupné za 100,- Kč mají všichni odborníci, kteří vyplní registrační kartu a zaregistrují se, nedělní vstupné pak činí 50,- Kč.

Více informací o 12. mezinárodním veletrhu oční optiky a oftalmologie naleznete na adrese: [www.opta.cz](http://www.opta.cz)

**CeBIT**  
HANNOVER

## Veletrh CeBIT 2006 v Hannoveru

Na světě největší přehlídka vyspělosti informační a telekomunikační techniky jsou mezinárodní veletrhy a konference CeBIT, pořádané každoročně veletržní společností Deutsche Messe AG, Hannover na různých místech světa. Ten největší a nejzajímavější z nich – CeBIT HANNOVER 2006 se bude konat ve dnech 9. až 15. března.

Ve všech 27 výstavních halách na užité výstavní ploše 312 500 m<sup>2</sup> umístí své expozice 6350 vystavovatelů ze 70 zemí, z nichž bude 3020 z Německa na výstavní ploše 224 000 m<sup>2</sup> a 3330 ze zahraničí na ploše 88 500 m<sup>2</sup>. Největší počet vystavovatelů ze zahraničí bude mít Taiwan 766, Čína 389, Jižní Korea 211, USA 209, Velká Británie 197, HongKong 168, Nizozemí 102, Rusko 80, Itálie 77, Francie 75, Turecko 68, Švýcarsko 64, Indie 62, Švédsko 54 a Belgie 40. Za podpory Ministerstva průmyslu a obchodu ČR se má i letos veletrhu zúčastnit také 33 českých firem na výstavní ploše 1002 m<sup>2</sup>. Je také očekáváno, že z České republiky přijede asi 70 novinářů a 2000 návštěvníků. Vystavovatelé předpokládají, že mezi asi půl milionem návštěvníků najdou dostatek možných obchodních partnerů, neboť asi polovina všech návštěvníků z řad odborné veřejnosti přichází do Hannoveru s konkrétními investičními záměry.

Informační technologie a telekomunikace mění náš život. Podle nich například jinak pracujeme, žijeme i nakupujeme. Proto se pořadatelé veletrhu snaží CeBIT ještě více přiblížit vystavovatelům i návštěvníkům. Jelikož přicházejí ze všech koutů světa, jsou veškeré informace a názvy na výstavišti uvedeny srozumitelnou angličtinou. Základní témata veletrhu je rozdělena do hlavních oblastí: **Communications** – telefonie pevných, mobilních i dalších sítí; **Business Processes** – řešení

a servis pro utváření a optimalizaci obchodních procesů s podporou informačních technologií; **Digital Equipment & Systems** – počítačová, paměťová, kancelářská a zábavní technika; **Banking & Finance** – prezentace zařízení a technické vybavení bank včetně kompletního řešení pro oblast finanční a úvěrovou; **Future Parc** – řešení pro vědu a výzkum; **Public Sector Parc** – řešení pro řízení a správu obce, státu i dalších veřejných institucí; **Planet Reseller** – pro obchodníky z oblasti informačních technologií, telekomunikací, zábavní elektroniky, fotografie a kancelářských potřeb.

Toto členění akcí přináší větší užitek a bližší vztah k praxi. Každá prezentovaná oblast nabídne specializované přehlídky hlavních témat daného oboru. Do téměř každé prezentace je zařazeno přednáškové fórum, které názorně i prakticky bude informovat o aktuálních novinkách. Středem zájmu bude také kompletní prezentace obchodních procesů využívajících plně informační technologie, rozmanitost použitých nových řešení komunikací i sbližování informačních technologií a zábavní elektroniky.

Na veletrhu CeBIT HANNOVER 2006 bude i mnoho dalších zajímavých prezentací s různými tématy. Zájemci o ně mohou najít podrobnější informace na internetových stránkách [www.cebit.de](http://www.cebit.de). O zvýhodněných možnostech návštěvy veletrhu, nákupu katalogů a vstupenek se lze informovat u zástupce veletržní správy Deutsche Messe AG, Hannover, Ing. Eva Václavíková, Myslbekova 7, 169 00 Praha 6, tel./fax: 220 510 057, [www.hf-czechrepublic.com](http://www.hf-czechrepublic.com), e-mail: [info@hf-czechrepublic.com](mailto:info@hf-czechrepublic.com).

(jpe)

# Ohlédnutí za světovým rokem fyziky 2005



Nedávno skončil rok 2005, který byl vyhlášen Valným shromážděním OSN jako Světový rok fyziky při příležitosti stého výročí významných a převratných prací Alberta Einsteina. O jeho vyhlášení a zahájení na konferenci 13. – 15. ledna 2005

v budově UNESCO v Paříži jsme čtenáře informovali v čísle 1/2005 Jemné mechaniky a optiky. Poté národní fyzikální společnosti spolu s dalšími institucemi v různých státech pořádaly konference zdůrazňující vzdělávání a výzkum ve fyzice, vydávaly různé publikace, popularizovaly a propagovaly dosažené výsledky ve sdělovacích prostředcích. Například Německá fyzikální společnost pořádala konferenci s mottem „Fyzika od Einsteina dále“ ve dnech 4. – 9. března 2005 v Berlíně, Francouzská fyzikální společnost pořádala konferenci pojmenovanou „Století Alberta Einsteina“ ve dnech 18. – 22. července 2005 v Paříži, Evropská fyzikální společnost pořádala 13. generální konferenci orientovanou na posteinsteinskou fyziku v 21. století ve dnech 11. – 15. července 2005 se v Bernu.

Vyhlášení Světového roku fyziky zdůraznilo význam všech přírodních věd a jejich nezastupitelnou úlohu v historii i budoucnosti. Příležitosti k posílení jejich prestiže se chopily univerzity i jiné školy všech stupňů, akademie věd i vědecké společnosti. Jednota českých matematiků a fyziků považovala za svou povinnost aktivizovat svou činnost a zapojila se řadou akcí. Světovému roku fyziky byla věnována 15. konference českých a slovenských fyziků, která proběhla ve dnech 5. – 8. září 2005 v Košicích a kterou JČMF spolupřátala. Ze vzpomínkových akcí můžeme jmenovat například konferenci o životě a díle významného fyzika a brněnského rodáka Georga Placzeka (1905-1955), spolupracovníka N. Bohra, H. Betheho, L.D. Landaua a dalších významných fyziků, která proběhla ve dnech 21. – 24. září 2005 v Brně.

Z iniciativy vedení JČMF byl navázán kontakt s Českou poštou a 25. 5. 2005 vyšla poštovní známka s motivem Světového roku fyziky s obálkou prvního dne. Z iniciativy vedení JČMF byly rovněž uspořádány dvě tiskové konference v hlavní budově AV ČR, kterých se členové komise pro propagaci zúčastnili. První tisková konference se uskutečnila 18. 1. 2005 hned po návratu delegace ze zmíněné konference v Paříži a druhá tisková konference proběhla 25. 5. 2005 v den vydání zmíněné poštovní známky. Zde byli přítomni novináři i televize a rozhlas, bylo tedy možno prohloubit již dříve navázané styky se sdělovacími prostředky. Tyto styky s tiskem, českým rozhlasem a televizí byly velmi pozitivní a skutečně se podařilo do programu televize a rozhlasu v tomto roce více zařazovat pořady s fyzikální tematikou i živé rozhovory s předsedou JČMF i s dalšími fyziky. Byly pravidelně prezentovány výsledky vědeckých pracovišť (nejvíce Fyzikálního ústavu AV ČR). Ve dnech 17. – 18. června 2005 proběhla na několika místech Prahy akce „Věda v ulicích“ na které různá fyzikální pracoviště popula-

rizovala své výsledky a společnost ČEZ, a.s. prezentovala pěknou expozici v pasáži Černá růže. V novinách rovněž vycházely články publicistů ke Světovému roku fyziky, zvláště články F. Houdka v MF DNES byly velmi aktuální a zajímavé. V neposlední řadě se JČMF zasloužila o vydání několika populárně vědeckých publikací z nichž můžeme jmenovat:

- Ludmila Eckertová, *Cesty poznání ve fyzice*, Prometheus, Praha, 2004
- Ivo Kraus, *Dějiny technických věd a vynálezů v českých zemích*, Academia, Praha 2004
- Martin Libra, Vladislav Poulek, *Solární energie*, ČZU v Praze, 2005 (sponzorováno ČEZ, a.s.)
- Ivo Kraus, *Příběhy učených žen*, Prometheus, Praha, 2005
- Zdeněk Kluber, *Tvořivost učitele a účastníci fyzikálních soutěží*, ARSCI, Praha, 2005
- František Fabian, Zdeněk Kluber, *Fyzika a pravděpodobnost*, ARSCI, Praha, 2005

Bylo otevřeno několik internetových stránek (zejména oficiální stránka [www.wyp2005.org](http://www.wyp2005.org) a další stránky JČMF, Fyzikálního ústavu AV ČR a řady dalších organizací), které byly vzájemně propojeny a byly na nich zveřejňovány aktuality. Fyzikální olympiáda a Turnaj mladých fyziků v loňském roce rovněž proběhl ve znamení Světového roku fyziky.

Z řady akcí pořádaných dalšími organizacemi můžeme jmenovat například sérii přednášek předních českých fyziků pro širokou veřejnost pořádaných katedrou fyziky PF UJEP v Ústí nad Labem. Podobný cyklus přednášek pořádala i opavská pobočka JČMF ve spolupráci se Slezskou univerzitou v Opavě. Fyzikální čtvrtky pořádané katedrou fyziky FEL ČVUT mají už dlouhou tradici i vysokou úroveň a letos na nich byl Světový rok fyziky mnohokrát připomenut. Katedra fyziky na TF ČZU v Praze zdůraznila význam Světového roku fyziky na svých pravidelných akcích *Biophysics Spring* v květnu 2005 a *4<sup>th</sup> International Workshop Applied Physics in Life Sciences* 23. září 2005. Pochopitelně proběhlo mnoho dalších akcí a není možné vyjmenovat všechny, proto se omlouváme všem, jejichž akce v našem výčtu chybí a jejichž úsilí si rovněž velmi vážíme.

Snad se udělalo maximum pro zvýšení prestiže přírodních věd a pro zlepšení povědomí o nich zejména u mladé generace. Považujeme totiž za velmi nebezpečné, když podstatná část zejména mladé generace dnes z mnoha podnětů, které přináší současný životní styl, může získávat představu, že žít ve prací je ze všech možností ta nejméně efektivní. Dnem 31. 12. 2005 sice skončil Světový rok fyziky 2005, ale doufáme, že učitelé všech typů škol budou i nadále pokračovat ve snahách osvěty v přírodních vědách.

doc. Ing. Martin Libra, CSc.  
Technická fakulta ČZU v Praze  
předseda komise JČMF pro propagaci

## Technické pokyny pro autory

Příspěvky se přijímají i v elektronické formě. Nejvhodnější je dodat text ve formě souborů z běžných textových editorů, např.: Word for Windows. Sazba časopisu se provádí programem InDesign CS.

Grafickou část příspěvku je také vhodné dodat v elektronické formě. Mohou to být soubory \*.CDR verze 3 až 11, \*.EPS, \*.TIF \*.JPG a jiné běžné formáty. Grafiku nevčleňovat do textu (např. ve Wordu), ale uložit ji na disketu jako samostatné grafické soubory. Bitmapové soubory pro černobílé kresby musí mít rozlišení alespoň 600 dpi, pro černobílé fotografie 200 dpi a pro barevné 300 dpi. Ke každému textu nebo grafice musí být přiložen kontrolní výtisk nebo fotografie. Soubory je možno dodat též na médiu ZIP 100 MB, CD nebo na e-mail: [dtp@typoservis.cz](mailto:dtp@typoservis.cz). Při nejasnostech technického charakteru kontaktujte tiskárnu na tel.: 573 398 746.

Je žádoucí, aby k článkům dodal autor i překlad resumé a název článku do anglického (českého - slovenského) jazyka.



# AQUA-THERM NITRA zajímavý pro každého



Moderní a stále se rozšiřující veletržní areál Agrokomplex v jihoslovenské Nitře se již připravuje na zahájení letošní výstavní sezóny pořádáním 8. mezinárodního odborného veletrhu

vytápění, větrání, klimatizační, měřicí, regulační, sanitární a ekologické techniky AQUA-THERM INTERNATIONAL NITRA 2006 ve dnech 7. až 10. února. Ten již neodmyslitelně patří do veletržního kalendáře všech firem a pracovníků především v oboru technických zařízení budov (TZB).

Tyto veletrhy vznikly před 33 roky z iniciativy vídeňské veletržní správy a nyní jsou organizovány v licenci rakouské pobočky Reed Exhibitions Messe Wien, která je předním pořadatelem odborných veletrhů a působí úspěšně již pátým rokem na vídeňském výstavišti. Veletrhy AQUA-THERM INTERNATIONAL jsou pořádány v deseti evropských městech. V Praze a Nitře je připravuje zastupující pražská veletržní agentura Progres Partners Advertising s.r.o. Všechny veletrhy mají jedinečnou výhodu, že během několika málo dnů umožňují odborníkům a obchodníkům na jednom místě seznámit se v houfu nedočkavých návštěvníků s nejnovějšími výrobky a technologiemi současně od velkého počtu vystavujících firem.

Letos je veletrh opět připravován za spolupráce a s odbornou garancí Slovenské společnosti pro techniku prostředí, Slovenské energetické agentury, Cechu vytápění a tepelné techniky a Slovenského svazu výrobců tepla. Generálním partnerem je Slovenský plynárenský průmysl a.s. Návštěvníci se seznámí s nejnovějšími výrobky a technologiemi, které přijdou vhod při řešení technických zařízení všech budov a bytů. Bez nich se již neobejde žádná stavba, ať je to rodinný domek, činžovní dům, továrna, živnostenská provozovna, škola, nemocnice či kterýkoli jiný objekt.

Nitranský AQUA-THERM již při vzniku ukázal svou životaschopnost a samostatnost. Každým rokem se zvyšoval počet vystavovatelů, spoluvystavovatelů i počet návštěvníků. Loni se na něm představilo 107 přímých vystavovatelů a 69 dalších zastoupených firem na celkové výstavní ploše 4200 m<sup>2</sup>, z toho 2453 m<sup>2</sup> byla uživatelná výstavní plocha. Z celkového počtu přímých vystavovatelů bylo 97 ze Slovenska, 9 z Česka a 1 z Rakouska. Návštěvníků přišlo celkem 14 965, z toho 808 ze zahraničí. Odborníků a obchodníků

bylo 9638. Veletrh v roce 2006 přislíbilo navštívit 13 842 zájemců. Vystavovatelům bylo uděleno celkem sedm ocenění, z toho pětkrát Zlatá medaile a dvakrát čestné uznání.

Nomenklatura veletrhu se osvědčila a zůstává v jedenácti hlavních skupinách:

- zdroje tepla a odvodů spalin
- rozvody, armatury, regulace, měření a služby pro dálkové sítě, místní sítě a přípojky
- vytápění, potrubní rozvody, armatury, regulace a měření v budovách
- čerpadla, dmychadla, kompresory, ventilátory
- klimatizace, větrání, čištění, odsávání, sušení vzduchu a plynu
- chlazení a izolace
- zdravotní technika a zařizovací předměty
- sauny, bazény, solária
- montážní, servisní a provozní služby, bezpečnost práce, nářadí a příslušenství
- ekologické a úsporné využívání energie
- informatika a poradenství pro podnikatele a občany

Letošní AQUA-THERM NITRA má být zvláště významný. Očekává se zvýšení počtu vystavovatelů a rozšíření výstavní plochy. Členství Slovenska v Evropské unii láká také další zahraniční firmy. Stane se ještě větší příležitostí pro setkávání odborníků a šancí pro vystavovatele proniknout či upevnit si pozici na evropském trhu.

Ke spokojenosti návštěvníků i vystavovatelů přispěje opět hodnotný doprovodný program, zabezpečený odbornými garanty, generálním partnerem a prestižní soutěží o Zlaté medaile. Jeho hlavními tématy budou: Aktuální problematika tepelného hospodářství, Firemní prezentace, Seminář o financování energetických projektů, Nízkoenergetické domy s návrhy distribuce teplé užitkové vody, vytápěním, větráním a úsporami energie.

Veletrh bude přístupný denně od 10 do 17 hodin. Cena jednodenní vstupenky bude 50 Sk, zlevněné 20 Sk. Další informace o dění na výstavišti a doprovodném programu lze vyhledat na internetu [www.tzb-info.sk](http://www.tzb-info.sk) a na adrese pořadatele: Progres Partners Advertising s.r.o., Opletalova 55, 110 21 Praha 1, tel.: 224 234 274, fax: 224 235 033, [www.ppa.cz](http://www.ppa.cz), e-mail: [info@ppa.cz](mailto:info@ppa.cz).

(jpe)

**Česká metrologická společnost pořádá ve dnech 1. a 2. března 2006 v Plzni**

## **15. mezinárodní seminář Měřicí technika pro kontrolu jakosti**

Cílem semináře je seznámit jeho účastníky s moderními měřicími přístroji a měřicími metodami, používanými ve strojírenství, elektrotechnice, metalurgii, v opravárenských a dalších průmyslových organizacích při kontrole jakosti výrobků a výrobních procesů. V programu semináře budou také přednášky významných odborníků, komentáře k ČSN EN ISO 9001, popř. navazujícím normám a informace o nových normách vztahujících se ke geometrickým tolerancím, popř. úchytkám a drsnosti povrchu a o nových vývojových trendech v oblasti měřicí techniky.

Seminář je spojen s rozsáhlou výstavou měřicí, kontrolní a zkušební techniky pro měření délek a navazujících veličin, negeometrických veličin, pro zkoušky materiálu, nedestruktivní defektoskopické testování, systémy pro řízení a kontrolu technologických procesů, informační systémy metrologie a řízení jakosti, pro kalibraci měřidel.

### **Motto výstavy: Touch The Future**

Seminář je určen pro pracovníky útvarů řízení jakosti, technické kontroly a metrologie, metrologických laboratoří, zkušební techniky, technology, konstruktéry měřicích přípravků a vývojové pracovníky, dále učitele vysokých a středních škol příslušného zaměření.

V současné době probíhá závěrečné jednání o možnosti 3. 3. 2006 navštívit akreditované kalibrační a zkušební laboratoře v areálu ŠKODA Plzeň.

Bližší informace o 15. mezinárodním semináři *Měřicí technika pro kontrolu jakosti* poskytne sekretariát ČMS (paní Ivana Vidimová) č.t./fax 221 082 254, e-mail: [cms-zk@csvts.cz](mailto:cms-zk@csvts.cz) nebo přímo na adrese:

Česká metrologická společnost, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1. Úplná nabídka odborných akcí ČMS je na internetové adrese ČMS: [www.csvts.cz/cms](http://www.csvts.cz/cms).

# CONTENTS

---

## **INSTITUTE OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS (ISI AS CR) - The history and the present (P. Zemánek)..... 3**

### **Laboratory of Interferometry and High-coherence Lasers (J. Lazar, O. Číp, F. Petřů, P. Jedlička, B. Mikel, B. Růžička, Z. Buchta, V. Matoušek) ..... 4**

The laboratory follows the tradition of the Department of Quantum light generators of the ISI. The first gas laser in Czechoslovakia was put into operation and commercially successful interferometric systems were developed here. At present the group deals predominantly with stabilized lasers for etalons of optical frequencies, interferometric techniques with high resolution and direct methods of measurement of index of refraction of air. Traditional links of the group are to the Technical University of Brno, especially to the faculties of electrical and mechanical engineering and to institutes of metrology in the Czech Republic and abroad.

### **Laboratory of optical micromanipulation techniques ISI AS CR Brno (P. Zemánek, P. Jákł, J. Ježek, M. Šerý, V. Karásek, T. Čižmár, M. Šiler) ..... 7**

Laboratories of optical micromanipulation techniques (OMITEC – see <http://www.isibrno.cz/omitec>) were founded ten years ago as a part of Department of Quantum Light Generators of Institute of Scientific Instruments. In cooperation with Institute of Physical Engineering of Faculty of Mechanical Engineering of Technical University in Brno intensive research of interactions between laser radiation and solid objects has begun. This research deals with three basic categories – non-contact manipulations with micro- and nano-objects, microablation and using photopolymerization to create structures in microscopic scale.

### **Creation of fine holes into quartz glass by electron beam**

(L. Dupák, J. Dupák, M. Zobač) ..... 10  
This paper shows possibilities of micromachining by pulse electron beam for creation of fine holes into quartz glass. The influence of different parameters of electron beam (such as beam current, focus, pulse duration) is demonstrated. Accelerating voltage of 50 kV, beam current of 0.1 – 1 mA and pulse duration of 15 – 150 ms was applied. Diameter of created holes ranged from  $10^1 \mu\text{m}$  to  $10^0 \text{mm}$  on incident side and from  $10^0$  to  $10^1 \mu\text{m}$  on the opposite side (disc thickness 0.7 mm).

### **A cryosurgical instrument for delicate applications**

(L. Zobač, M. Zobač) ..... 13  
For delicate applications of cryosurgery utilizing freezing of the tissue by liquid nitrogen in facial or eye medicine, and/or dermatology, a low-weight, small-dimensioned, cordless instrument provided with electronic controls has been designed. The instrument with one filling of about 30 ccm of  $\text{LN}_2$  can devitalize up to about 5 grams of tissue to necrosis in a few minutes. The function and construction of the instrument is explained and the results of its technical tests are presented.

## **Development and designing of mechanical assembly groups at Meopta-optika, a.s. (P. Klabazňa) ..... 15**

The article informs about a computer designing of mechanical parts, assemblies and semiassemblies by the designers from the Meopta-optika, a.s. in the systems Autocad and Pro/ENGINEER and describes the technique of mechanical parts, production documentation and mentions the other possibilities of the CAD system in case of a new project designing as well.

## **The most significant professional engineering fairs arranged in the first half-year 2006 (jpe)..... 20**

## **The Czech opto-mechanical industry on mission in Israel (V. Mofka) ..... 23**

## **Novel approaches to the technology education Development and integration of European modules in the technology education, EU project Leonardo da Vinci (K. Nevřalová) ..... 23**

## **Pioneer of modern holography Emmett Leith died (M. Miler) ..... 24**

## **Trade fair OPTA - the tip among European optical fairs ..... 24**

## **CeBIT Fair 2006 in Hannover (jpe)..... 25**

## **World year of physics 2005 retrospection (M. Libra) ..... 26**

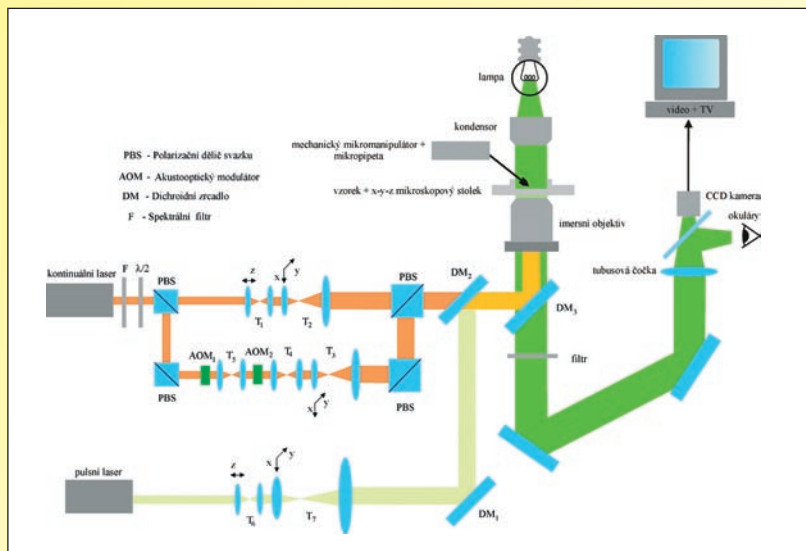
## **AQUA-THERM NITRA interesting for everyone (jpe)..... 27**

## **15<sup>th</sup> international workshop Measurement Technique for Quality Control ..... 27**

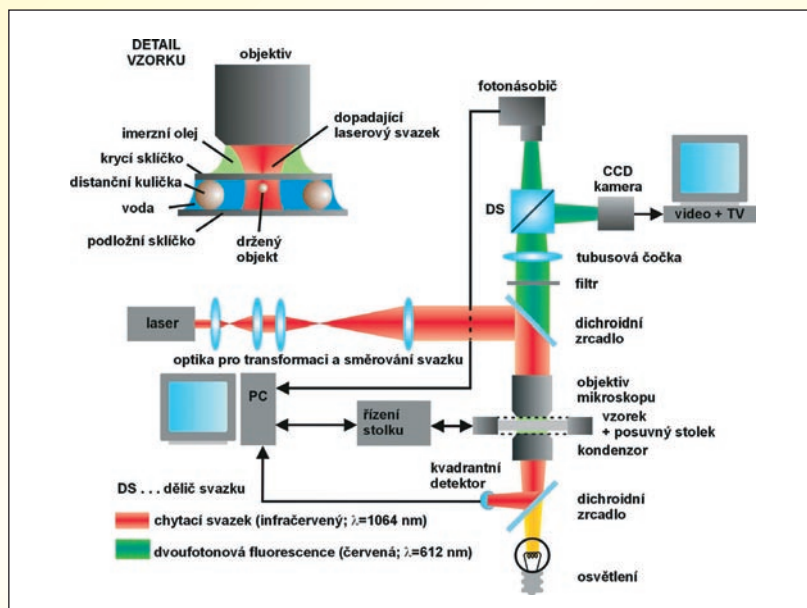
# ANOTACE

---

## **ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY AV ČR (ÚPT AV ČR) - historie a současnost (P. Zemánek)..... 3**

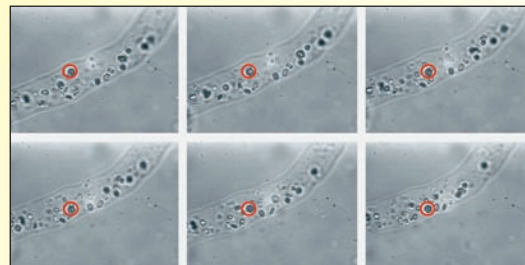


Obr. 1 Schéma kombinované sestavy optické pinzety a optického skalpulu. Chytací větev se skládá z kontinuálního laseru Nd:YLF (Spectra Physics, T20-W-105C-2, maximální výkon 4W, vlnová délka 1054 nm). Záření čerpacích diod je odfiltrováno filtrem F a lineární polarizace získaného svazku otáčena půlvlnou deskou  $\lambda/2$ . Svazek je rozdělen polarizačním děličem PBS. Svazek v přímé větvi je rozšířen dvojicí teleskopů, aby přeplnil zadní aperturu objektivu a současně pohyblivé čočky teleskopů umožňují prostorové polohování ohniska svazku pod objektivem. Svazek v odražené větvi prochází přes akustooptické deflektory (AOM1 a AOM2), které umožňují vytvářet několik optických pastí rychlým přeskokováním svazku mezi jejich polohami s opakovací frekvencí až stovek Hz. Větev laserového skalpulu je tvořena pulsním laserem (Minilite II, vlnová délka 355 nm, maximální energie v pulsu 2 mJ) jehož svazek je opět rozšířen dvojicí teleskopů s posuvnými čočkami a přes dichroidní zrcadlo je sloučen s chytacím svazkem. Oba jsou vedeny do mikroskopu Olympus IX70 přes jeho epifluorescenční port. Do stop srovnatelných s jejich vlnovou délkou jsou fokusovány imersními mikroskopovými objektivy.

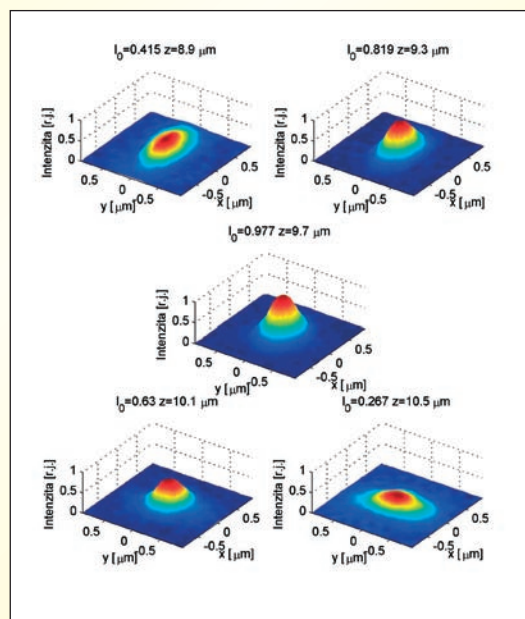


Obr. 5 Sestava fotonického siloměrného mikroskopu s detailem zachyceného objektu. Mikroposuvný stolek umožňuje manipulaci se vzorkem s přesností jednotek nanometrů.

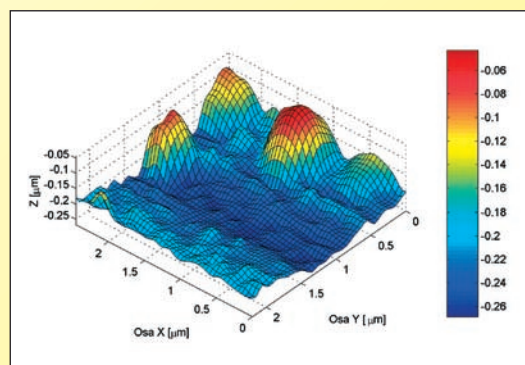
Obr. 6 Povrchový reliéf vzorku tvořeného polymerovými kuličkami o průměru 60 nm přichycenými ke krycímu sklíčku. Reliéf byl změřen fotonickým silovým mikroskopem, kdy byl detekován signál dvoufotonové fluorescence opticky zachycené sondy o průměru 820 nm. Vertikální rozlišení mikroskopu v tomto uspořádání je přibližně 20 nm. >



Obr. 3 Manipulace s objektem uvnitř panožky živé améby. Částice (zvýrazněna kroužkem) je zachycena do optické pinzety (vlevo nahoře), zůstává nehybná v zorném poli ale mění se její poloha vzhledem k amébě. Časový krok mezi jednotlivými snímky je 1 s.



Obr. 4 Intenzitní prostorový profil zaostřeného laserového svazku tvořícího jednosvazkovou optickou past poblíž ohniska byl studován s využitím fluorescenčně obarvené sondy o průměru 200 nm fixované na podložní sklo, které bylo přesně polohováno nanoposuvným stolem. Fluorescenční barvivo bylo zvoleno tak, aby se jeho absorpční maximum překrývalo s dvojnásobkem vlnové délky vyšetřovaného laserového svazku. Procesem dvoufotonové absorpce pak bylo barvivo excitováno pouze v nejintenzivnějších částech svazku a detekovaný fluorescenční signál byl úměrný kvadrátu optické intenzity. Číselné hodnoty  $I_0$  označují maximální intenzitu a  $z$  polohu stolku v ose svazku. Z tvaru stopy je vidět, že svazek byl astigmatický a poloměr pasu Gaussovského svazku odpovídal 0,45  $\mu\text{m}$ .



# Zaostřeno na optiku

Focused on Optics



12. mezinárodní veletrh  
oční optiky a oftalmologie OPTA

12th International Fair of Eye  
Optics and Ophthalmology

# 24.-26. 2.

# 2006

Brno – Výstaviště

[www.bvv.cz/opta](http://www.bvv.cz/opta)

Veletrhy Brno, a.s.  
Trade Fairs Brno  
Výstaviště 1  
647 00 Brno  
Czech Republic  
Tel.: +420 541 152 818  
Fax: +420 541 153 063  
E-mail: [opta@bvv.cz](mailto:opta@bvv.cz)  
[www.bvv.cz/opta](http://www.bvv.cz/opta)

BVV   
Veletrhy  
Brno