

Roční zpráva

1. Roční zpráva o řešení projektu v programu Tandem ke dni 31. 12. 2007
2. Ev. č. projektu: FT-TA2/059
3. Název projektu: Systémy pro generaci nedifrakčních svazků a přenos mechanických účinků světla
4. Nositel projektu: Meopta – optika, s.r.o.
5. Řešitel projektu: RNDr. Zdeněk Lošťák, tel.: 581 243 333, fax: 581 242 222, e-mail: lostak@meopta.com
6. Termín ukončení projektu: 6/2008
7. Plnění cílů a etap v roce 2007:

Dle smlouvy není naplánována žádná etapa s termínem ukončení v roce 2007. Všechny etapy končí až v roce 2008. Na základě žádosti o změnu termínu řešení byl termín ukončení úkolu posunut z 31. 3. 2008 na 30. 6. 2008.

<i>Etapa</i>	<i>Činnost</i>	<i>Termín ukončení (dle smlouvy)</i>	<i>Plnění</i>
3.1	Návrh algoritmu pro počítačovou syntézu, experimentální ověření	31.03.2008	probíhá
3.2	Výroba části laboratorního vzorku, experimentální měření v podmínkách různých aplikací	31.03.2008	probíhá
3.3	Výroba funkčního vzorku, měření vzorku, programové zpracování	31.03.2008	probíhá

8. Seznam dílčích výzkumných zpráv vypracovaných v průběhu roku 2007 a prezentace výsledků

8.1 Ústní příspěvky na konferencích, prezentace na externích pracovištích

23.1-24.1.2007 navštívili pracovníci ÚPT pracoviště **MPI of Molecular cell and genetics v Drážďanech**, kde přednesli zvanou přednášku *Advanced optical micromanipulation devices based on laser beams interference* a prakticky demonstrovali KOPLD a KOPOL. Na základě ohlasu zapůjčili 2 vzorky KOPOL, které byly na tomto pracovišti v průběhu roku intenzivně testovány. Následovaly dvě další návštěvy Dr. M. Šerého spojené s vylepšením modulů (19.3.-21.3.; 21.8.-22.8.2007).

Šerý, M., Lošťák Z., Kalman, M., Zemánek, P.: *Compact instruments for optical trapping and laser cutting*. Program and Abstract Book Focus on Microscopy FOM 2007, April 10-13, 2007, str.22. Předneseno na konferenci **Focus on Microscopy ve Valencii** 10.4. -14.4. 2007.

Optical tweezers and its advanced applications spojená s demonstrací modulu KOPLD. Zvaná přednáška pracovníků ÚPT v **Ústavu fyzikální biologie v Nových Hradech** konaná dne 8.6.2007. Na základě vzbuzeného zájmu byl pracovišti zapůjčen vzorek KOPLD.

Prezentace výsledků ve **Fyzikálním ústavu AV ČR**, v.v.i., ve dnech 12.6.2007 a 8.8.2007 spojená s úspěšným testováním modelu KOPOL v kombinaci s Ramanovským mikrospektrometrem.

8.2 Knihy:

Bouchal, Z., Čelechovský, R., Swartzlander, G. Jr.: Spatially Localized Vortex Structures, Monograph Localized Waves, Edited by H.E- Hernández-Figueroa, M. Zamboni-Rached and E. Recami, J. Wiley & Sons, 2007 (ISBN: 978-0-470-10885-7).

8.3 Časopisy:

Čelechovský, R., Bouchal, Z.: Optical implementation of the vortex information channel. New J. Phys. 9, 1367 (2007).

Milne, G., Dholakia, K., McGloin, D., Volke-Sepulveda, K., Zemanek P.: Transverse particle dynamics in a Bessel beam. Optics Express 15, 13972-13987 (2007).

8.4 Sborníky konferencí:

Čelechovský, R., Bouchal, Z.: Design and testing of the phase mask for transfer of information by vortex beams, in 15th Czech-Polish-Slovak Conference on Wave ns Quantum Aspects of Contemporary Optics, Proceedings of SPIE 6609, Bellingham, WA (2007).

Bouchal, Z., Kollárová, V., Zemánek, P., Čižmár, T.: Orbital angular momentum of mixed vortex beams, in 15th Czech-Polish-Slovak Conference on Wave ns Quantum Aspects of Contemporary Optics, Proceedings of SPIE 6609, Bellingham, WA (2007).

Kollárová, V., Medřík, T., Čelechovský, R., Wilfert, O., Kolka, Z., Bouchal, Z.: Application of nondiffracting beams to wireless optical communications, in Security and Defence Conference, Florence, Proceedings of SPIE, (v tisku).

Zemánek, P., Čižmár, T., Šiler M., Garcés-Chávez, V., Dholakia, K., Kollárová, V., Bouchal Z.: How to use laser radiative and evanescent interference fields to control movement of the sub-micron objects, in 15th Czech-Polish-Slovak Conference on Wave ns Quantum Aspects of Contemporary Optics, Proceedings of SPIE 6609, Bellingham, WA (2007).

Šerý, M., Lošťák, Z., Kalman, M., Jákl, P., Zemánek, P.: Compact laser tweezers, in 15th Czech-Polish-Slovak Conference on Wave ns Quantum Aspects of Contemporary Optics, Proceedings of SPIE 6609, Bellingham, WA (2007).

8.5 Příspěvky a zprávy pracovních seminářů :

Čelechovský, R.: Optické manipulace s využitím SLM. (8.1.2007)

Kalman, M.: Analýza navázání záření laserové diody do jednomodového vlákna. (5.1.2007)

Šerý M.: Shrnutí vlastností kompaktní optické pinzety, alternativní uspořádání. (5.1.2007)

Vraštil, M.: Měření vybraných parametrů optické pinzety KOPLD. (29.6. 2007)

Zemánek P: Vlastnosti optické pasti vytvořené minipinzetou. (5.1.2007)

8.6 Obhájené diplomové práce s tematikou projektu:

Doležel, Z.: Teoretické a experimentální posouzení energetické účinnosti prostorových modulátorů světla. UP Olomouc, 2007.

Chlup, F.: Metody pro ovládání amplitudových a fázových modulátorů světla. UP Olomouc 2007.

Květoň, J.: Experimentální realizace symetrizace svazku laserové diody. UP Olomouc 2007.

9. Použití finančních prostředků (v tis. Kč) v roce 2007

<i>Finanční prostředky 1.1.2007-31.12.2007</i>	<i>plánované uznatelné náklady na celý rok 2007</i>	<i>uznatelné náklady doložitelné účetním dokladem k 31.08.2007</i>			
		Meopta	UP Olomouc	ÚPT Brno	celkem
Celkové náklady na řešení	7 185	3 562	1 833	1 800	7 195
Vlastní zdroje	3 185	2 262	483	450	3 195
Jiné zdroje	0	0	0	0	0
Účelová podpora	4 000	1 300	1 350	1 350	4 000
Z toho investice	0	0	0	0	0

Uvedené hodnoty jsou neauditované. Po auditu mohou nastat drobné odchylky.
Z tabulky je patrná velmi dobrá shoda mezi plánovanými a skutečnými náklady.

10. Celková charakteristika plnění projektu v roce 2007

Předcházející dva roky řešení úkolu vytvořily dobrý základ ke splnění celého úkolu. Hlavním cílem celého úkolu je realizovat přechod od základního výzkumu nestandardních laserových svazků k aplikačně orientovanému výzkumu a realizaci systémů využitelných v biologických, lékařských a školních laboratořích. Třetí závěrečná etapa řešení úkolu Tandem byla v souladu se zadáním zaměřena na optimalizaci výsledků, dokončení výroby funkčních vzorků a ověření jejich funkcí. Začátkem roku 2007 na základě jednání s potenciálními uživateli vznikl nový podnět pro využitelnost navrhovaných přístrojů i ve fluorescenční mikroskopii. Vzhledem k této lákavé možnosti řešení řešitelé požádali o posunutí termínu konce řešení úkolu o tři měsíce. Návrh byl ze strany ministerstva akceptován.

V souladu se zadáním (po doplnění přístroje pro fluorescenční techniku FRAP) jsou konkrétním výsledkem úkolu funkční vzorky:

- světelná pinzeta pro mikročástice s vestavěnou laserovou diodou KOPLD 808 nm,
- světelná pinzeta pro mikročástice pro napojení externího laseru KOPOL 808 nm,
- ozařovací systém pro mikroskopovou techniku FRAP na bázi přístroje KOPOL 405 nm

a dále demonstrační jednotky:

- počítačem řízená světelná pinzeta na bázi prostorového modulátoru světla,
- generátor nedifrakčních svazků.

V rámci dílčího úkolu 3.1 "Návrh algoritmu pro počítačovou syntézu, experimentální ověření" byla na UP Olomouc pozornost soustředěna na vytvoření uživatelsky přístupného

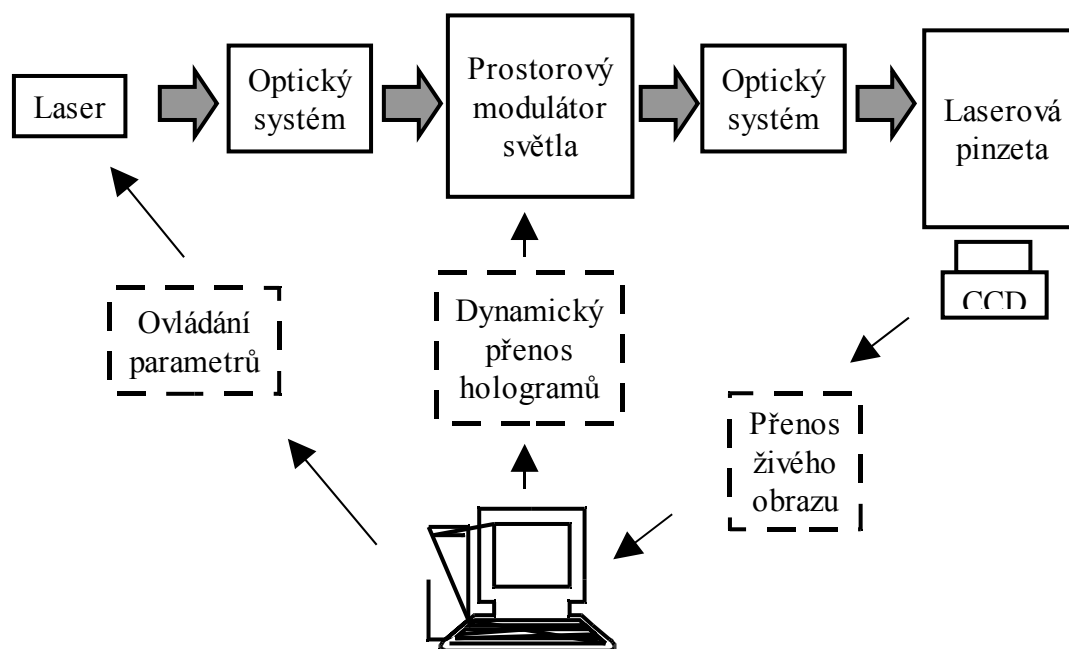
programového vybavení, které umožní řízení a součinnost jednotlivých technických bloků dynamické laserové pinzety.

Vlastnímu návrhu software předcházela vývoj a realizace dynamické pinzety, která využívá prostorový modulátor světla. Systém, který byl v průběhu řešení projektu navržen a testován (obr. 1), sestává z následujících podsystémů: laser VERDI V2 (max. výkon 2 W, vlnová délka 532 nm), optický systém pro úpravu a transformaci laserového svazku, fázový prostorový modulátor světla (BOULDER, reflexní režim, 512x512 pixelů), optický systém pro filtraci a navigaci prostorově modulovaného laserového svazku, opticko-mechanický systém laserové pinzety, CCD kamera pro snímání preparátu a přenos živého obrazu (Logitech USB Quick Cam, 640x480 pixelů), řídicí PC. Snímek reálného systému dynamické laserové pinzety je na obr. 2.

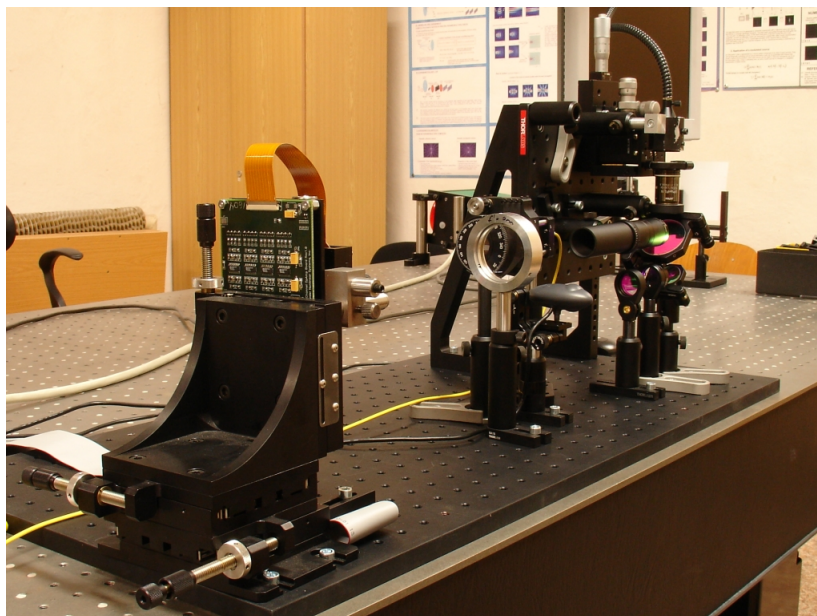
Upravený laserový svazek je optickým systémem směřován na fázový prostorový modulátor světla (FPMS), kde dochází k cílené modulaci vlnoplochy realizované pomocí počítačem generovaného hologramu. Následný optický systém odstraňuje nežádoucí difrakční řády vytvořené periodickou strukturou FPMS a modulovaný laserový svazek navádí do vstupní pupily mikroskopového objektivu laserové pinzety. Mikroskopový objektiv svazek ostře fokusuje do oblasti preparátu a vytváří optickou past pro zachycení mikročástic. Scéna je snímána CCD kamerou. Součinnost FPMS a laserové pinzety umožňuje významné rozšíření možností standardních optických manipulací. U dynamické laserové pinzety navržené na UP v Olomouci se jedná o ověření následujících funkcí:

- Dynamické vytváření jednoduchých optických pastí v pozicích vyznačených v živém obrazu preparátu.
- Přemístění zachyceného objektu po předem definované trajektorii.
- Vytvoření vícenásobných optických pastí prostorovou modulací vstupního gaussovského svazku.

Zajištění těchto rozšířených funkcí optických manipulací vyžaduje technickou realizaci systému podle blokového schématu v obr. 1 a jeho oživení pomocí ovládacího programového vybavení.



Obr. 1. Blokové schéma dynamické laserové pinzety pracující v součinnosti s fázovým prostorovým modulátorem světla.

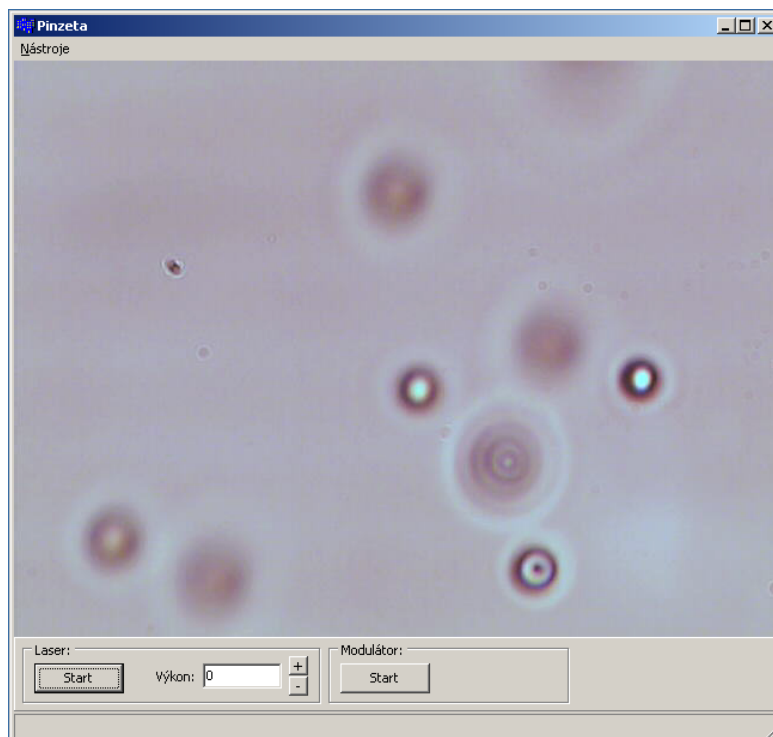


Obr. 2. Snímek reálného opticko-mechanického systému dynamické laserové pinzety.

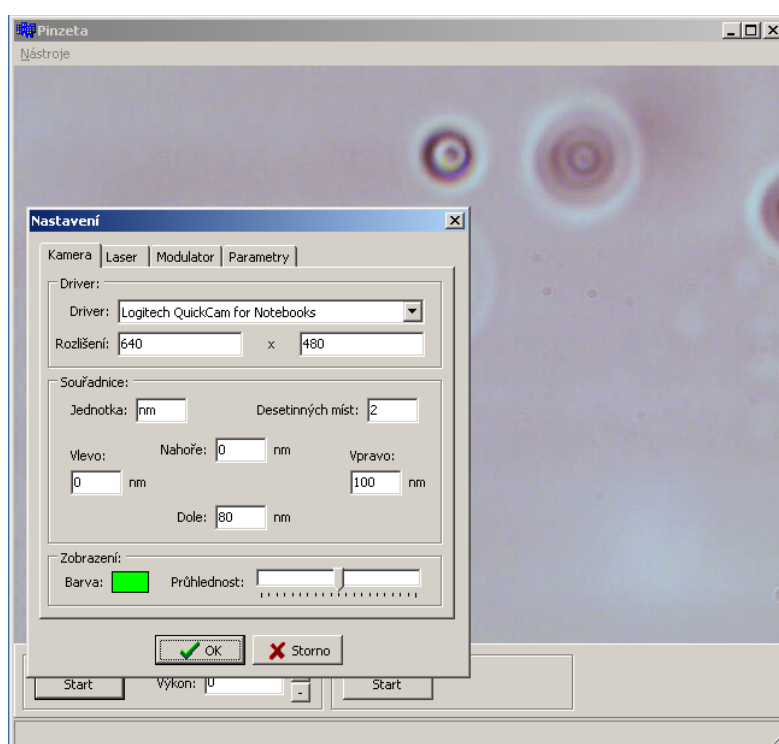
Příprava PC programů pro dynamickou prostorovou modulaci a řízení činnosti jednotlivých bloků dynamické laserové pinzety a praktické experimentální ověřování probíhalo v roce 2007. Hlavním výsledkem je rozhraní, které uživateli umožní, aby pomocí myši v reálném čase přesunoval zachycené objekty ve sledovaném zorném poli preparátu. Počítačový program byl vytvořen v prostředí C++ a jeho vývoj vyžadoval řešení několika dílčích úkolů:

- Byla vytipována vhodná CCD kamera (Logitech USB Quick Cam, 640x480) a vytvořeno rozhraní, které živý obraz z kamery zobrazí v okně programu nezávisle na jeho běhu.
- Bylo oživeno rozhraní pro dynamické adresování prostorového modulátoru v C++ připojeného přes vlastní PCI kartu.
- Byla oživena komunikace s laserem přes RS232 rozhraní.
- Bylo vyřešeno vytvoření trajektorie pro přesun zachyceného objektu a vlastní přemístění optické pasti.
- Byl zpracován program pro generaci fázových masek pro FPMS a jejich linearizaci kalibrační tabulkou a programy pro řízení FPMS a ovládání laseru.

V současné fázi řešení projektu pracuje realizovaná dynamická laserová pinzeta následujícím způsobem. Po spuštění ovládacího programu uživatel vybere v položce „Nástroje“ jednu z dostupných kamer. Tím se barevný obraz z kamery zobrazí v hlavním okně, přičemž se upraví velikost okna na šířku obrazu (obr. 3, 4). Doba expozice, zesílení a všechny ostatní parametry kamery, se nastavují automaticky. V případě potřeby lze nastavení kamery ovládat přes ovladače dodávané výrobcem. V dolní části okna s živým obrazem jsou tlačítka pro ovládání laseru (nastavení výkonu, otevření/zavření závěrky) a prostorového modulátoru (zapnut/vypnut).



Obr. 3. Hlavní okno ovládacího programu s živým obrazem preparátu.



Obr. 4. Ukázka nastavení parametrů: položka „Driver“ umožňuje výběr připojených kamer a nastavení rozlišení, položka „Souřadnice“ škáluje okno na reálné rozměry, pomocí „Zobrazení“ lze nastavit barvu a průhlednost dráhy pro přemístění optické pasti.

Pokud jsou modulátor a laser zapnuty a uživatel klikne do libovolného bodu živého obrazu, program na základě souřadnic bodu a pomocí přednastavených parametrů vygeneruje fázovou mapu odpovídající blejzované mřížce a pošle ji na modulátor. Pokud jsou parametry programu sladěny s nastavením experimentu, pak se v bodě pod ukazatelem myši vytvoří optická past, která může

zachytit blízký objekt. Tímto způsobem lze vytvářet optické pasti, které vznikají téměř ihned po kliknutí v místě pod kurzorem myši.

Druhá funkce programu umožňuje tažením myši vytvořit přímku, po níž se zachycená částice přemístí z jejího počátečního do koncového bodu. Samotné přesouvání částice probíhá tak, že program nakreslenou přímku rozdělí na jednotlivé body, jejichž vzdálenost je definovaná uživatelem. Pro jednotlivé pozice pasti jsou vypočteny příslušné fázové masky, které jsou následně uloženy do mezipaměti (bufferu) modulátoru. Přemísťování objektu je pak docíleno postupným přepínáním fázových masek na modulátoru s danou časovou prodlevou.

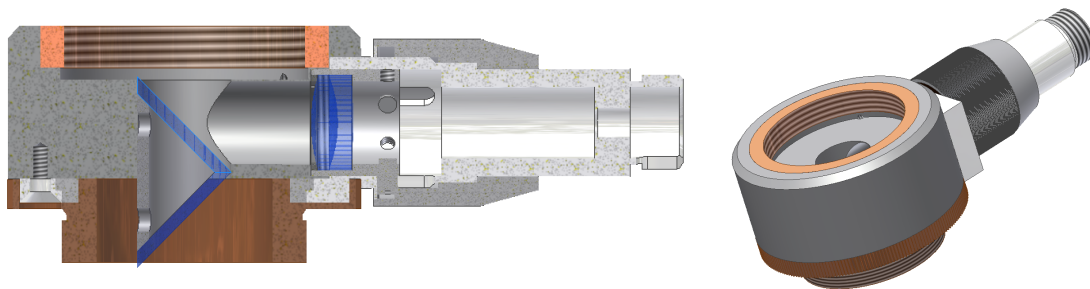
Všechny důležité konstanty programu jsou přístupné z menu, aby bylo možno program přestavovat pro různé konfigurace experimentu. Rovněž kalibrační tabulka modulátoru je nastavitelná z menu pro použití pinzety na jiné vlnové délce světla.

V návaznosti na předchozí výsledky byl dále řešen návrh adaptéru, který umožňuje transformaci standardního laserového svazku na pseudo-nedifrakční svazek besseľovského-gaussovského typu. Na UP v Olomouci byl připraven návrh několika variant svazkového adaptéru. Adaptér představuje kompaktní opticko-mechanický blok, který vstupní gaussovský laserový svazek převádí na pseudo-nedifrakční svazek s délkou dosahu přibližně 20 m. Systém umožňuje plynulé nastavení polohy stopy svazku v příčném směru při zachování směru šíření, což je vlastnost využitelná pro justáž optických prvků a systémů. Adaptér je navíc navržen tak, aby mohl být předřazen standardní laserové pinzetě. Výstupní svazek adaptéru je v laserové pinzetě převeden na mikrosvazek s rozměrem stopy 4 μm a s extrémním dosahem přibližně 2 mm. Tímto způsobem je realizována světelná trubice pro vedení částic jejíž osu lze jednoduchým opticko-mechanickým justážním pohybem uvnitř adaptéru plynule přemísťovat ve vymezeném zorném poli. V laboratoři UP v Olomouci byl adaptér sestaven z jednoduchých optických prvků a byl studován jak z pohledu kvality svazku, tak i energetických vlastností. Experimentální výsledky jsou v dobrém souladu s provedenými výpočty a jsou připraveny k publikaci. Základní optické návrhy svazkového adaptéru byly předány do Meopty, kde byly následně optimalizovány. Výsledkem je konstrukční dokumentace "generátoru nedifrakčních svazků".

Ve spolupráci s VUT v Brně byla testována využitelnost pseudo-nedifrakčního svazku dlouhého dosahu v bezdrátových komunikacích. V laboratoři katedry optiky UP v Olomouci byl vytvořen besseľovský-gaussovský svazek s dosahem přibližně 100 m, který byl testován v podmínkách atmosférické turbulence a proměnné prostorové koherence. Výsledky byly prezentovány na konferenci ve Florencii a budou publikovány ve sborníku SPIE.

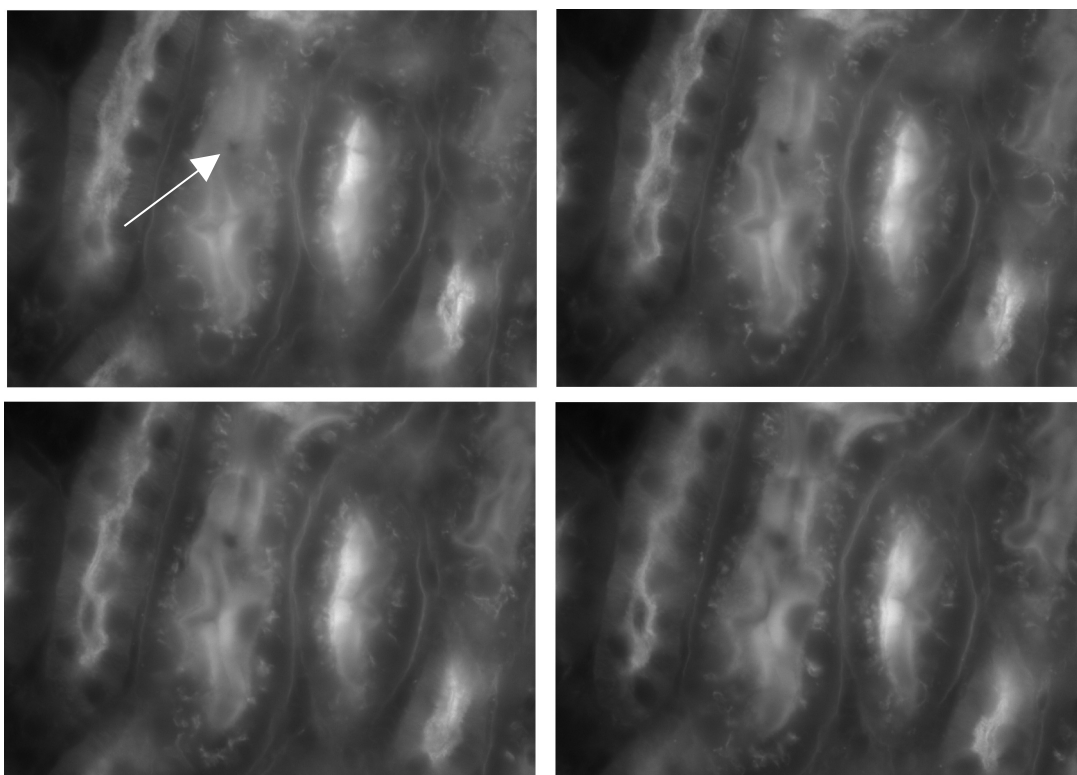
V rámci dílčího úkolu 3.2 "**Výroba částí laboratorního vzorku, experimentální měření v podmínkách různých aplikací**" byla v ÚPT velká pozornost věnována prezentaci a testování stávajících vzorků kompaktních modulů KOPLD a KOPOL. V tomto směru bylo postupováno v těsné spolupráci se zástupcem Meopty Mgr. R. Jurečkou. Pro testování modulů u konečných uživatelů byly v ÚPT vyrobeny dva vylepšené vzorky KOPOL a dva klasické moduly KOPLD.

Vylepšení verze KOPOL spočívalo v osovém posunu kolimační čočky v rozsahu $\pm 1,5$ mm, což umožňuje měnit polohu ohniska svazku fokusovaného mikroskopovým objektivem. Společně s Meoptou byl tento návrh dopracován do fáze prototypu.



Obr. 5. Schématický řez kompaktní optickou pinzetou s optickým vláknem (vlevo) a isometrický pohled na optickou pinzetu (vpravo) .

ÚPT zhotovil pro svou potřebu pět laboratorních vzorků modulů KOPOL vybavených posuvem kolimační čočky. Tento modul byl testován v Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics, Dresden, (MPI-CBG) a úspěšně proběhly experimentální zkoušky s lokalizovaným vybělováním fluorescenčně značených objektů a mikroablací biologických objektů. Byla testována především osová lokalizace ohniska laseru v objemovém biologickém preparátu, která je nutná k cílenému zkoumání vybrané části vzorku (viz obr. 6). Série vertikálních řezů po 1 μm . Vertikálně lokalizovaný bod zásahu je značen šipkou. Experiment ověřuje vhodnost KOPOL k pokročilým fluorescenčním technikám např. FRAP, FLIP. Experiment byl společně proveden v MPI of Molecular cell and genetics v Drážďanech a bylo použito následující vybavení: PicoQuant laser, driver PDL 808, laserová hlava LDH-405, olejový imerzní objektiv Zeiss Neofluar 100x.

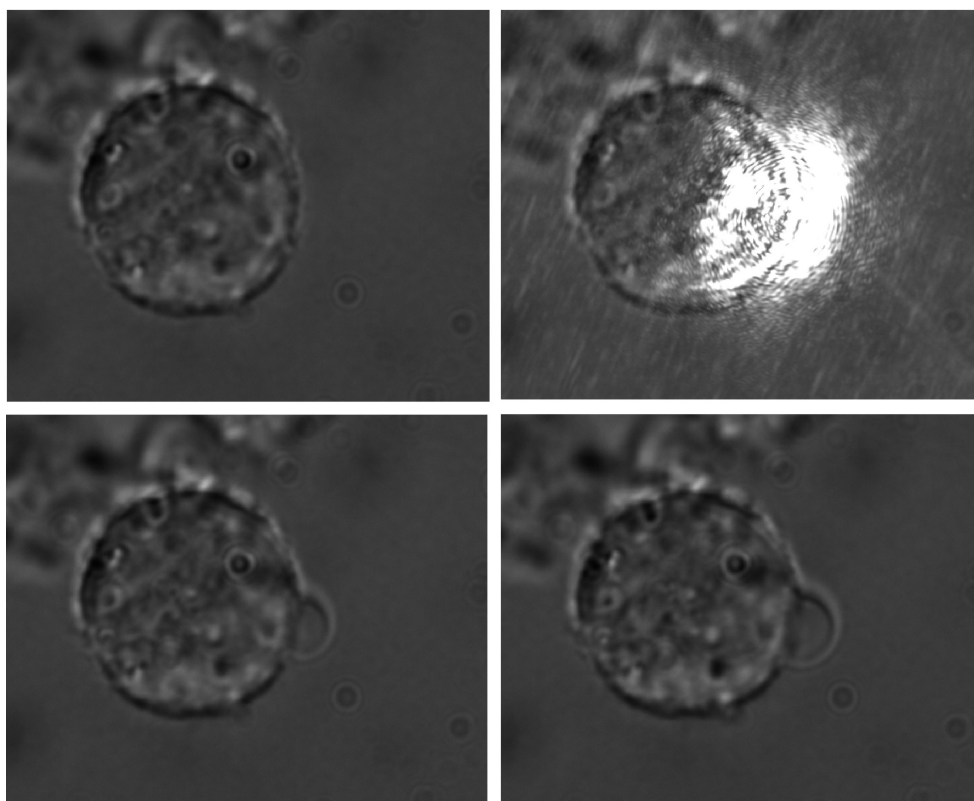


Obr. 6. Vybělování vzorku myší ledviny. Barvivo Alexa 488.

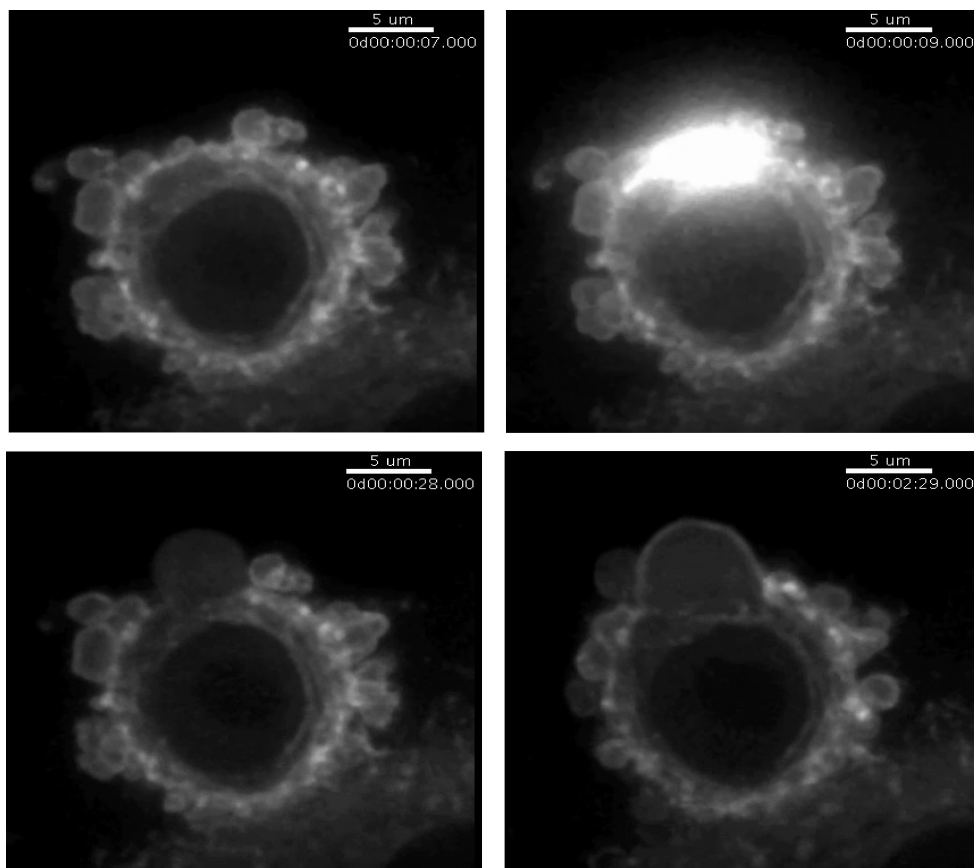
Dalším společným experimentem v MPI-CBG byla řízená mikrodisekce buněčné membrány pikosekundovým diodovým laserem s vlnovou délkou záření 405 nm. Tento experiment studuje dynamiku chování narušeného cytoskeletu buňky a jeho fyzikálních vlastností a obrazová ukázka je v obr. 7. Membrána byla ozářena po dobu 0,5 s poté dochází k narušení cytoskeletu a deformaci membrány. Experiment byl společně proveden v MPI of Molecular cell and genetics v Drážďanech a bylo použito následující vybavení: PicoQuant laser, driver PDL 808, laserová hlava LDH-405, vodní imerzní objektiv Zeiss Achroplan 100x.

Univerzálnost adaptéru KOPOL umožňuje zavedení laserového záření i u složitých a pokročilých mikroskopových systémů, např. u konfokálního mikroskopu CSU 22 s rotujícím diskem (viz obr. 8). Experiment byl proveden v MPI of Molecular cell and genetics v Drážďanech a bylo použito následující vybavení: PicoQuant laser, driver PDL 808, laserová hlava LDH-405, záznam proveden na konfokálním mikroskopu CSU 22, rastrovací jednotka Yokogawa Nipkowův typ, systém Andor.

Kolegové z MPI-CBG poskytli několik podnětů pro vylepšení, které jsou postupně realizovány do nových návrhů. Získané poznatky jednoznačně potvrzují obrovský zájem uživatelů v této oblasti o modul KOPOL. Výrobci mikroskopů shlédli v MPI-CBG modul a zájem společností Zeiss, Olympus a Andor o spolupráci byl zprostředkován Meoptě, která vede další jednání samostatně.

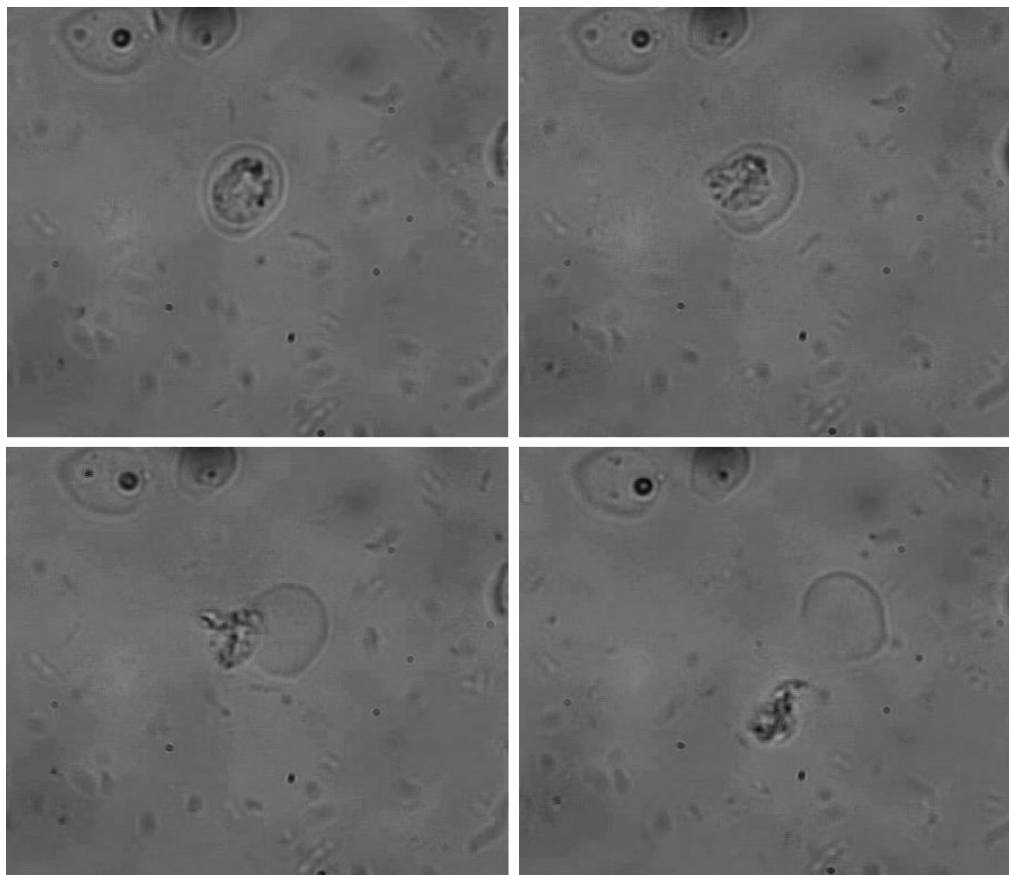


Obr. 7. Laserová mikrodisekce membrány fluorescenčně značené myší buňky L929.



Obr. 8. Laserová mikrodisekce membrány, aktinový kortex, transgenní myší buňky L929 linie HeLaActinGfp.

V ÚPT proběhly zkoušky s řízenou mikrodisekcí membrán kvasinek (viz obr. 9). Z obrázku je patrné, jak po roztržení membrány dojde k vyvržení obsahu kvasinky do okolního média. Při experimentu byl použit olejový imerzní objektiv Olympus Ach 100x/1,25 Oil Ph3.



Obr. 9. Laserová mikrodisekce membrány kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* nanosekundovými pulsy plynového laseru Minilite II, vlnová délka 355 nm. (ÚPT)

Uvedené experimenty potvrdily, že KOPOL je vhodný pro použití s libovolným typem mikroskopu a uživatel není vázán na vybraného dodavatele. Jedinou omezující podmínkou pro použití testovaného adaptéru je mikroskopový systém s nekonečnou vzdáleností obrazového bodu.

V ÚPT byly zhotoveny dva laboratorní vzorky kompaktní optické pinzety (KOPLD) využívající laserovou diodu Sanyo DL-8031-031A o vlnové délce 808 nm, nominálním výkonu $P = 150 \text{ mW}$ a s příčným profilem svazku TEM_{00} . Tento modul byl testován v Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i., v Nových Hradech (USBE). Byl zde studován vliv uvedeného záření o vysoké intenzitě na fototrofní organizmy. Optickou pinzetou byly živé buňky zachyceny, ale následně docházelo k jejich deaktivaci vlivem vysoké intenzity záření. Simultánním měřením emisních spekter spektrofotometrem Zeiss a měřením fluorescence chlorofylu byla studována dynamika fyziologického stavu zachycené buňky. Byla pozorována významná excitace chlorofylu a následně pokles fluorescence organismu až na nulovou hodnotu během desítek sekund. Z experimentu je zřejmé, že záření o vlnové délce 808 nm s vysokou energií excituje ale současně i saturuje nebo ničí fotosyntetický systém zkoumaného organismu. Dále budou zkoumány mechanismy, které to způsobují.

Na základě jednání Meopty a společnosti Olympus C&S proběhlo v ÚPT představení modulů pro vedoucího divize mikroskopů a průmyslových endoskopů Ing. I. Lukeše, CSc. Výsledkem setkání byl návrh řady konkrétních kroků vedoucích ke komerční realizaci, které se nyní realizují.

Ze získaných zkušeností lze říct, že výrazně větší zájem uživatelů je o modul KOPOL vzhledem k jeho větší univerzálnosti a tím i širšímu praktickému využití – zejména v buněčné biologii požadované metodě FRAP.

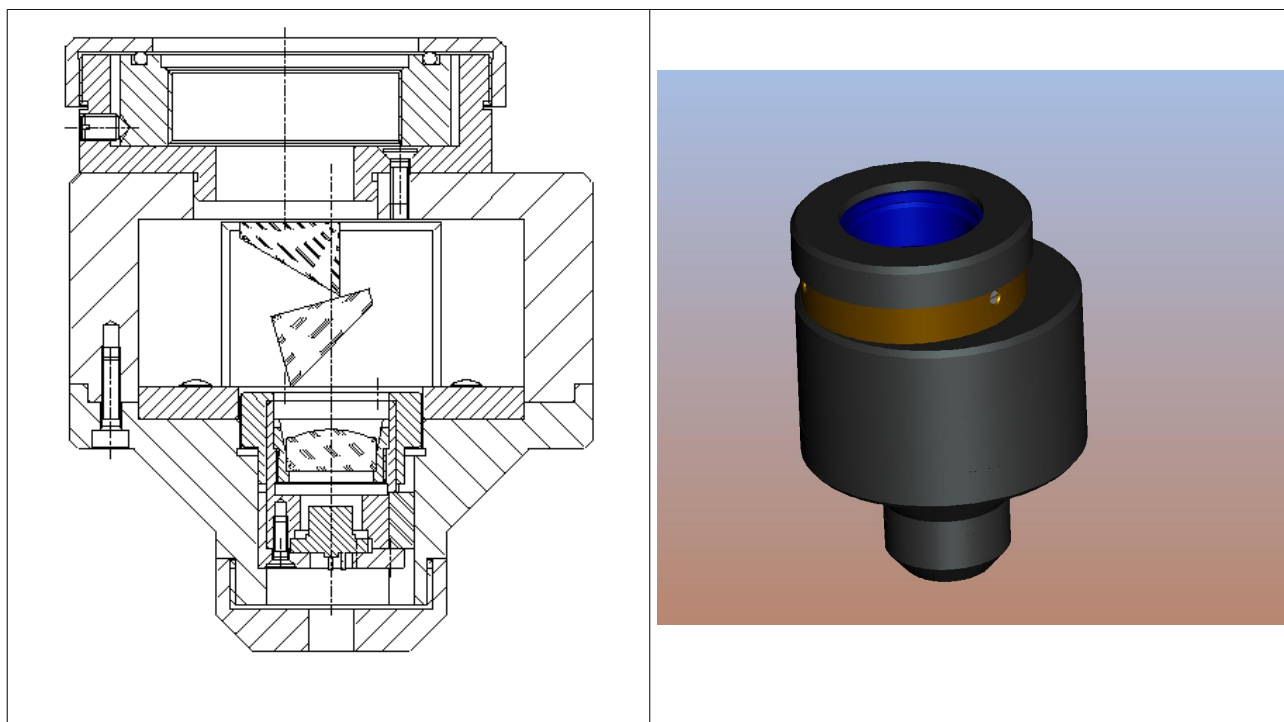
Zájem posluchačů na konferencích a uživatelů na testovaných pracovištích vedl k tomu, že dne byla rozšířena přihláška vynálezu PV 2006-352 registrovaná u Úřadu pro průmyslového vlastnictví s názvem: *Zařízení pro připojení zdroje záření k objektivu mikroskopu* na mezinárodní patentovou přihlášku v rámci PCT (Patent Cooperation Treaty) s názvem *Device for attachment of radiation source to microscope objective*. ÚPT zajistil překlad a registraci přihlášky, Meopta uhradila vstupní poplatky.

V ÚPT byl rovněž studován vliv tvaru hrotu axikonu na prostorové rozložení vytvořeného nedifrakčního svazku. Oblý hrot axikonu byl aproximován hyperbolou a jako klíčový parametr zaoblení axikonu byla uvažována vzdálenost středu hyperboly od jejího vrcholu. Experimentálně i teoreticky byl potvrzen vznik výrazných osových oscilací optické intenzity svazku při zaoblení axikonu již v desítkách mikrometrů. S využitím prostorové filtrace byly tyto oscilace potlačeny. Teoretické i experimentální výsledky jsou ve velmi dobré shodě a je dokončována publikace na toto téma.

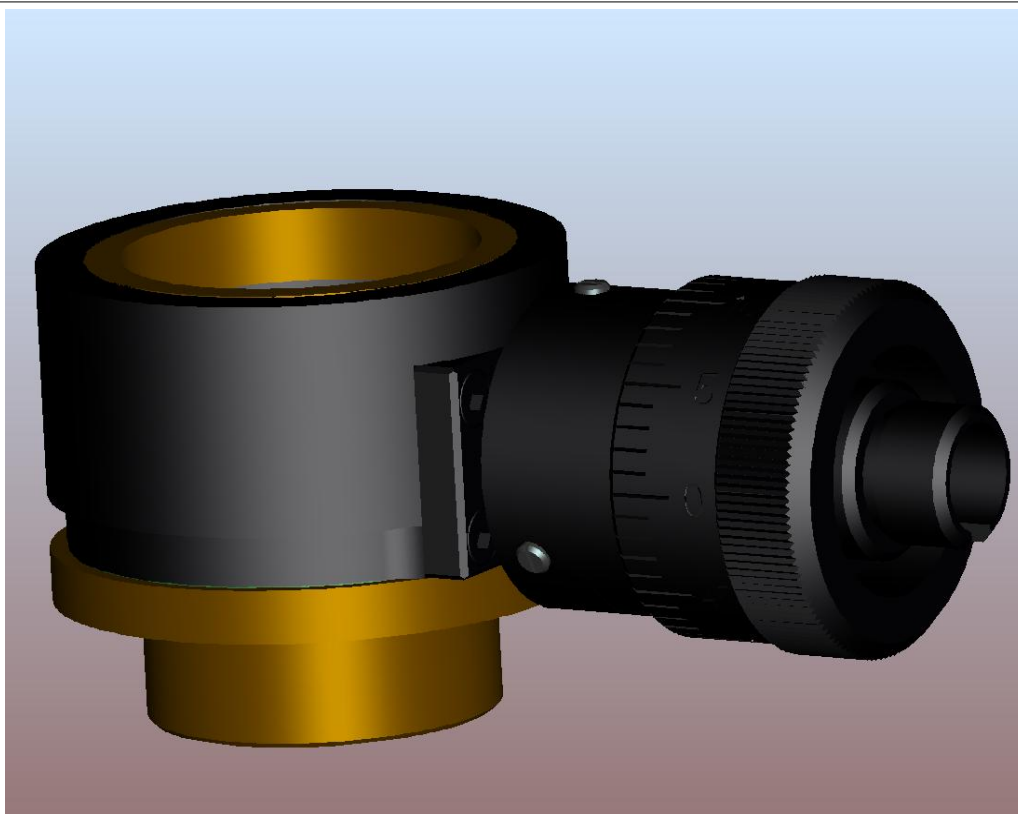
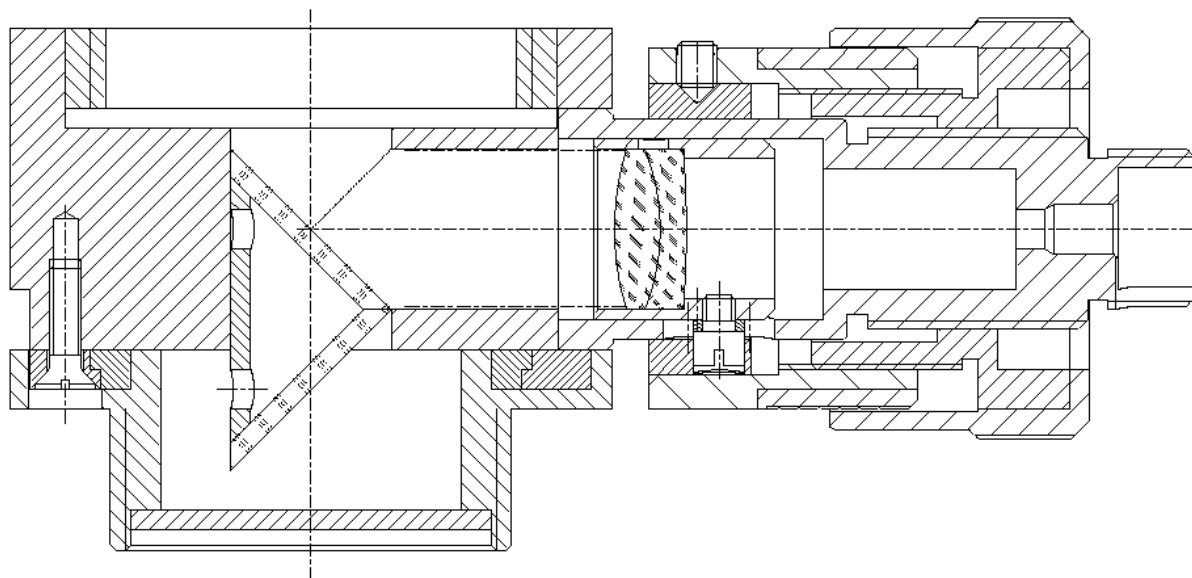
ÚPT v rámci úkolu Tandem rovněž spolupracoval se zahraničními pracovišti při objasnění chování mikroobjektů v Besselovském svazku a poskytl teoretické srovnání, které bylo v dobré shodě s experimentálními výsledky (viz publikace v Optics Express).

V rámci dílčího úkolu 3.3 **Výroba funkčního vzorku, měření vzorku, programové zpracování**, navazovala Meopta v mnohém na práce spoluřešitelů. Na základě vytvořené konstrukční dokumentace byly vyrobeny finální funkční vzorky přístrojů KOPLD 808 a adaptérů KOPOL 808 a KOPOL 405. Adaptéry KOPOL 808 a KOPOL 405 se v zásadě liší jen provedením odrazných zrcadel pro používané vlnové délky. Celkový pohled adaptéru KOPOL je na obr. 11.

Část osvětlovače použitého u přístroji KOPLD, byla navržena tak, aby byla použitelná i jako osvětlovač FPMS. Celkový pohled na osvětlovač i jeho řez je uveden na obr. 10. Eliptický svazek laserové diody upravuje asferická čočka a anamorfotická soustava hranolů.

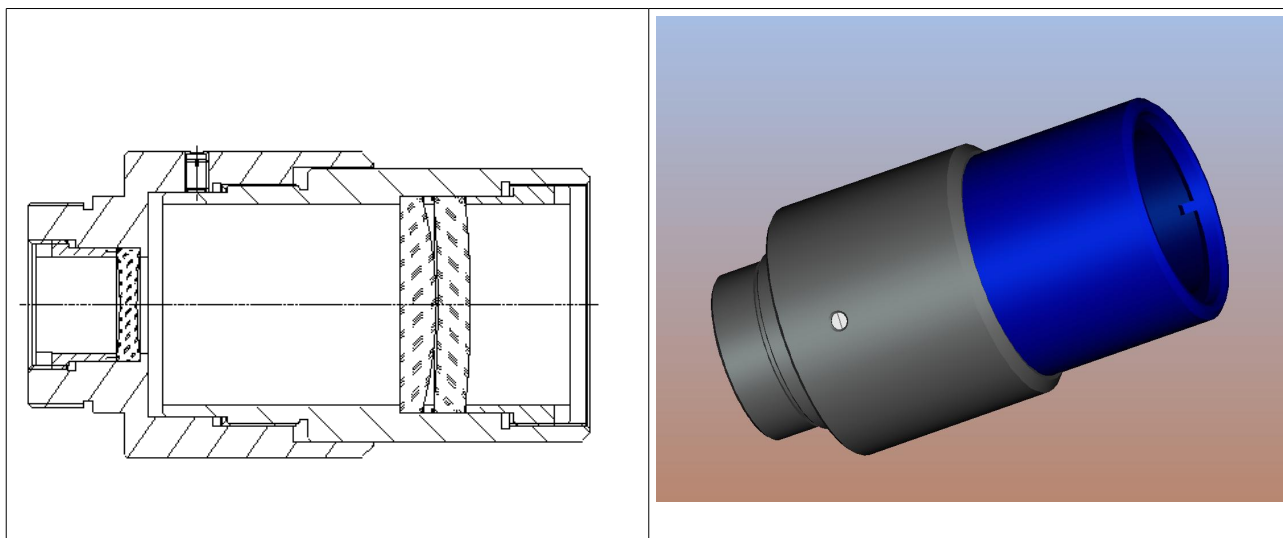


Obr. 10. Osvětlovač pro úpravu záření laserové diody



Obr. 11. Řez a celkový pohled na adaptér KOPOL

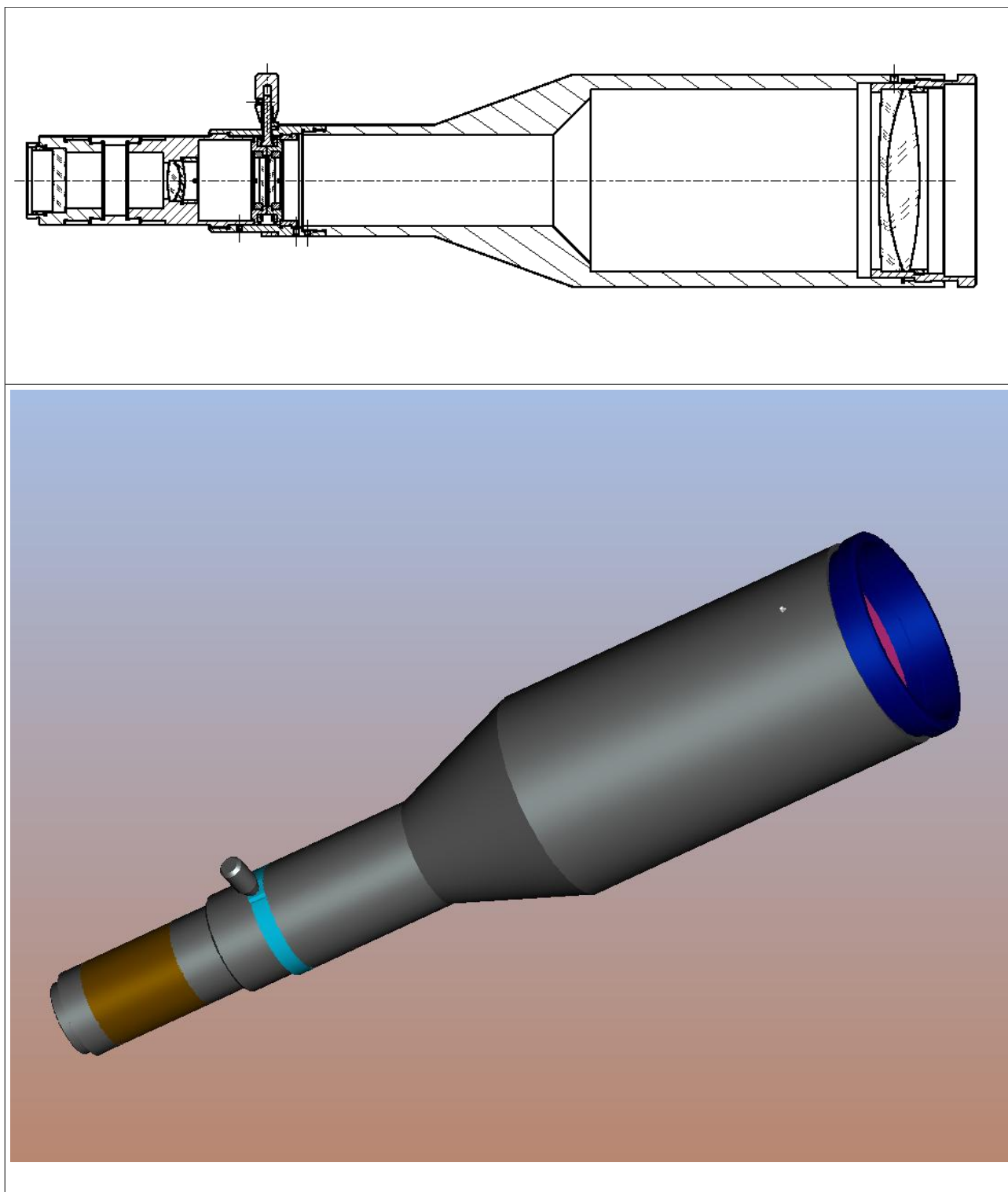
Světelný svazek, který vychází z osvětlovače je možno upravit jedním z navržených 4 typů laserových rozšiřovačů na požadovaný průměr. Jako příklad je na obr. 12 uveden rozšiřovač 2x.



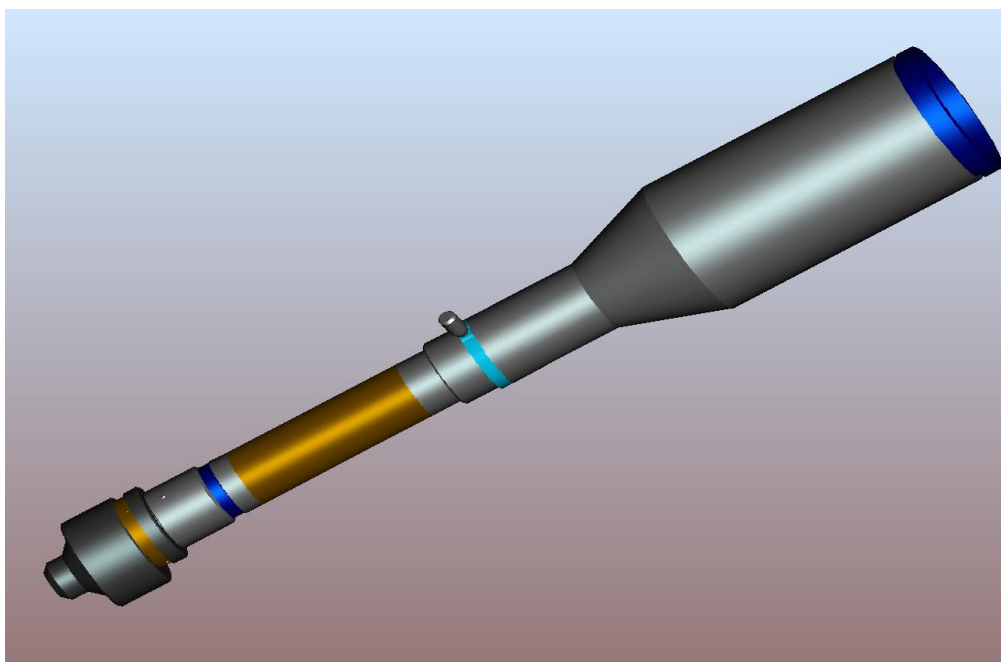
Obr. 12. Laserový rozšiřovač 2x.

Základní část generátoru nedifrakčních svazků, která je zobrazena v řezu i celkovém pohledu na obr. 13 obsahuje skleněný axikon a afokální rozšiřovač s diasporametrem. Vlastní optická konstrukce byla vedena tak, aby se optický systém mohl použít pro lasery různých vlnových délek a umožňoval měnit dosah nedifrakčních svazků. Na obr. 14 je pak znázorněn celkový pohled na generátor nedifrakčních svazků včetně osvětlovače s laserovou diodou a laserového rozšiřovače. Všechny přístroje jsou v současné době vyrobeny a provádí se jejich měření, které by mělo dále pokračovat ve spolupráci s UP v Olomouci.

V Meoptě byly také navrženy a odzkoušeny některé postupy pro kontrolu a měření přístroje KOPLD. V současné době jsou zahájeny zkoušky.



Obr. 13. Základní část generátoru nedifrakčních svazků s axikonem, a diasporametrem.



Obr. 14. Celkový pohled na generátor nedifrakčních svazků

11. Návrh cílů projektu pro rok 2008

Stanovené cíle pro rok 2008 zůstávají beze změny. Vzhledem k tomu, že výroby byla již ukončena bude hlavní pozornost soustředěna na závěrečná měření a jejich metodiku a ve vazbě na potenciální uživatele systému.

<i>Etapa</i>	<i>činnost</i>	<i>Zajištění řešení</i>	<i>Termín ukončení</i>
3.1	Návrh algoritmu pro počítačovou syntézu, experimentální ověření	UP/Z.Bouchal	30.06.2008
3.2	Výroba části laboratorního vzorku, experimentální měření v podmínkách různých aplikací	ÚPT/P.Zemánek	30.06.2008
3.3	Výroba funkčního vzorku, měření vzorku, programové zpracování	Meopta/Z.Lošák	30.06.2008

12. Návrh finančního čerpání pro následující rok

<i>Finanční prostředky 2008</i>	<i>Plánované náklady UP v Olomouci</i>	<i>Plánované náklady ÚPT Brno</i>	<i>Plánované náklady Meopta</i>	<i>Plánované náklady celkem</i>
Výše celkových nákladů na řešení projektu v roce 2007	250	250	1 475	1 975
Vlastní zdroje nositele	50	50	1 075	1 175
Jiné zdroje	0	0	0	0
Účelová podpora	200	200	400	800
Z toho investice	0	0	0	0

Návrh finančního čerpání i věcného plnění pro rok 2008 zcela odpovídá záměrům uvedeným při zahájení projektu.

V Přerově dne 15. ledna 2008

Zpracoval: RNDr. Zdeněk Lošťák, řešitel projektu