



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## **ABSTRAKTY**

**přednášek na workshopu**

*"Nabídka studentských prací a praxí v oblasti fyziky"*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast optické měřicí metody***

### **Optická 3D profilometrie**

Zabýváme se vývojem optických metod, zaměřených na měření tvaru předmětů, v současné době metodou phase-measuring deflectometry a její aplikací na měření odrazných ploch větších rozměrů (zrcadla pro Pierre Auger Project). Konkrétně probíhají práce na metodice kalibrace celé měřicí sestavy i jednotlivých funkčních prvků a na možnostech vyhodnocení výsledků měření. Dále pracujeme na vývoji metody phase measuring triangulation, kde se nyní zaměřujeme na kalibraci celé sestavy a metrologickou návaznost zařízení.

**kontakt:** Mgr. Michal Pochmon; RNDr. Tomáš Rössler, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, tř. 17. listopadu 50a, dv. č. 3.10  
tel. 5685631583, e-mail: [michal.pochmon@upol.cz](mailto:michal.pochmon@upol.cz), [tomas.rossler@upol.cz](mailto:tomas.rossler@upol.cz)

### **Laboratoř koherenční zrnitosti**

Zabýváme se vývojem optických měřicích metod na bázi koherenční zrnitosti. V posledních letech se činnost laboratoře soustředí na výzkum bezkontaktního měření složek tenzoru malé deformace a veličin z nich odvozených pomocí metody korelace polí koherenční zrnitosti a to jak pomocí numerických modelů, tak praktickými experimenty. Konkrétně probíhají práce na vývoji tenzometru na bázi koherenční zrnitosti a na zvýšení rozlišovací schopnosti měřicí metody do submikronové oblasti.

**kontakt:** RNDr. Petr Šmíd, Ph.D.; RNDr. Pavel Horváth, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, dv. č. 2.09  
GPS: N 49°35'35.7", E 17°15'59.3"  
tel.: 58563159, e-mail: [petr.smid@upol.cz](mailto:petr.smid@upol.cz), [pavel.horvath@upol.cz](mailto:pavel.horvath@upol.cz),  
www: <http://jointlab.upol.cz/info/laborator-koherencni-zrnitosti>

### **Interferometrické měřicí metody**

Interferometrické měřicí metody slouží k přesnému měření tvaru předmětu. Vedle již osvědčené interferometrie v bílém světle se zabýváme interferometrií se dvěma vlnovými délkami. Interferometrie se dvěma vlnovými délkami dokáže měřit rychleji než interferometrie v bílém světle, ale zpracování naměřených dat je komplikovanější. Téma práce by bylo testování různých metod pro zpracování naměřených dat.

**kontakt:** RNDr. Pavel Pavlíček, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 2. patro  
tel.: 585631680, e-mail: [pavel.pavlicek@upol.cz](mailto:pavel.pavlicek@upol.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast nanotechnologií***

### **Magnetické vlastnosti vzácných forem nanometrického oxidu železitého.**

Oxid železitý vykazuje polymorfismus, který jej řadí mezi nejvýznamnější aplikačně příhodné (nano)materiály. Rozeznáváme 4 strukturní formy oxidu železité (alfa-, beta-, gama- a epsilon-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), přičemž každá z těchto forem má rozdílné magnetické vlastnosti. Beta- a epsilon-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, představující vzácné polymorfy Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, existují pouze v nanosvětě a jejich magnetické vlastnosti nejsou zcela prozkoumány. Obzvláště epsilon-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se jeví jako vhodný kandidát pro magnetická záznamová média nové generace. Náplní této práce je studium základních magnetických vlastností vzácných forem Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> s ohledem na jejich vysoký aplikační potenciál.

**Kontakt:** Mgr. Jiří Tuček, Ph.D.  
Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů  
Areál Přírodovědecké fakulty v Olomouci-Holici, Šlechtitelů 11  
tel. 585634950, e-mail: [jiri.tucek@upol.cz](mailto:jiri.tucek@upol.cz)

### **Vliv morfologie na magnetické vlastnosti nanočástic oxidů železa.**

Vliv morfologie na magnetické vlastnosti nanočástic oxidů železa: Magnetické vlastnosti nanometrických oxidů železa jsou říditelné několika fyzikálními parametry. Mimo velikost částic, která má největší dopad na magnetické vlastnosti nanočástic oxidů železa, hraje důležitou roli i jejich morfologie. Ukazuje se, že rozdílná morfologie má vliv na hysterezní parametry. Cílem této práce je pak hledání optimální morfologie pro nanočástice různých forem oxidů železa s ohledem na jejich praktickou využitelnost.

**Kontakt:** doc. RNDr. Libor Machala, Ph.D.  
Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů  
Areál Přírodovědecké fakulty v Olomouci-Holici, Šlechtitelů 11  
tel. 585634951, e-mail: [libor.machala@upol.cz](mailto:libor.machala@upol.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast kvantové a nelineární optiky I***

### **Použití difrakčních mřížek pro zaostřování optických soustav.**

Difrakční masky jsou účinným nástrojem pro přesné zaostření např. menších astronomických dalekohledů jak pro vizuální tak i pro fotografické použití. Práce provede řešerši současného stavu v použití zejména Hartmanových a Bahtinovových masek, simulaci difrakčního obrazce v okolí ohniskové roviny pomocí počítače a srovnání s experimentálně získanými daty. Dále se bude zabývat optimalizací tvaru masky, vlivem seeingu, defokusace, barevné vady, případně jiných difrakčních elementů.

**Kontakt:** doc. RNDr. Ondřej Haderka, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631511, e-mail: [ondrej.haderka@upol.cz](mailto:ondrej.haderka@upol.cz)

### **Detektory s rozlišením počtu fotonů.**

Rešerše různých přístupů k detekci slabých fotonových polí s rozlišením v počtu fotonů následovaná experimentálními srovnáními některých typů detektorů, které jsou k dispozici v laboratoři kvantové a nelineární optiky ve SLO, např. smyčkových detektorů, hybridního detektoru, MPPC, iCCD a EM-CCD kamer.

**Kontakt:** doc. RNDr. Ondřej Haderka, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631511, e-mail: [ondrej.haderka@upol.cz](mailto:ondrej.haderka@upol.cz)

### **Moderní zdroje fotonových párů.**

V posledním desetiletí se pro nelineární procesy začaly používat fotonické struktury, které nahrazují objemové nelineární krystaly. Jedním typickým představitelem jsou periodicky pólované materiály, ve kterých se vytvoří periodická mřížka s typickou periodou 5-15  $\mu\text{m}$ . Tyto fotonické struktury mohou sloužit k účinné generaci druhé harmonické, nebo obráceně ke generaci fotonových párů s korelovanými vlastnostmi. Studium těchto vzorků je perspektivní s ohledem na jejich potenciální možnosti pro budoucí aplikace.

**Kontakt:** doc. RNDr. Jan Soubusta, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631577, e-mail: [sobusta@jointlab.upol.cz](mailto:sobusta@jointlab.upol.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast kvantové a nelineární optiky II***

### **Dvoufotonová polarizační analýza.**

Dvoufotonová polarizační analýza se uplatňuje při kontrole funkčnosti kvantových procesů, které používají dvojici korelovaných fotonů k přenosu informace zakódované do polarizačního stavu. V současné době se nejčastěji používá projekční měření, tj. pomocí dvou fázových destiček (čtvrt a půlvlnné) a polarizátoru se měří poměrné zastoupení detekčních událostí v trojici vzájemně ortogonálních bází (horizontální a vertikální, diagonální a antidiagonální lineární polarizace, levotočivá a pravotočivá kruhová polarizace). Tato analýza se provádí na obou výstupních ramenech, přičemž se zaznamenávají současné detekce (koincidence) značící detekci časově korelovaného páru fotonů. Z počtu koincidence pro všech 36 polarizačních kombinací se potom odhadne taková matice hustoty dvoufotonového stavu nejvíce odpovídající naměřeným hodnotám. Úkolem této práce by bylo zefektivnění tohoto postupu, který je nyní velmi časově náročný. Předpokladem je dobrá znalost programování.

**Kontakt:** Mgr. Antonín Černocho, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631549, e-mail: [cernoch@jointlab.upol.cz](mailto:cernoch@jointlab.upol.cz)

### **Konstrukce polarimetru.**

Polarimetr je zařízení pro určení polarizačního stavu světla. Tato práce by zahrnovala sestavení takového zařízení v kompaktní formě včetně vytvoření softwaru pro vyhodnocení výsledků. Konstrukce se sestává z rotující fázové destičky, polarizátoru a detektoru. Detektor by byl volen podle intenzity dopadajícího záření (klasické intenzity nebo jednotlivé fotony). V současné době sice jsou polarimetry komerčně dostupné, jen jejich pořizovací cena několikanásobně převyšuje hodnotu jednotlivých komponent.

**Kontakt:** Mgr. Antonín Černocho, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631549, e-mail: [cernoch@jointlab.upol.cz](mailto:cernoch@jointlab.upol.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast kvantové a nelineární optiky III***

### **Metrologie s fotonovými páry.**

Práce podá přehled experimentálních technik, které využívají kvantových korelací fotonových párů pro zvýšení přesnosti fyzikálních měření nebo pro provedení měření jinými metodami nedostupných, např. měření absolutní kvantové účinnosti. Pozornost bude rovněž věnována technikám redukce šumu na základě kvantových korelací.

**Kontakt:** doc. RNDr. Jan Peřina, Ph.D.; doc. RNDr. Ondřej Haderka, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631509, e-mail: [perinaj@prfnw.upol.cz](mailto:perinaj@prfnw.upol.cz)  
tel. 585631511, e-mail: [ondrej.haderka@upol.cz](mailto:ondrej.haderka@upol.cz)

### **Měření statistik optických polí.**

Budeme se zabývat fotonovými statistikami optických polí, tvořených zejména fotonovými páry. Taková pole vykazují mnoho zajímavých neklasických vlastností využitelných v mnoha fyzikálních experimentech i metrologii. Téma je založeno na kombinaci experimentálního a teoretického přístupu.

**Kontakt:** doc. RNDr. Jan Peřina, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631509, e-mail: [perinaj@prfnw.upol.cz](mailto:perinaj@prfnw.upol.cz)

### **Generace fotonových párů v nelineárních vrstevnatých prostředích.**

Nelineární dielektrické a metalo-dielektrické vrstvy představují perspektivní zdroje kvantově korelovaných fotonových párů s proměnlivými vlastnostmi. Budeme modelovat takové struktury a hledat souvislosti mezi jejich charakteristikami a vlastnostmi fotonových párů. Budeme se zabývat využitím emitovaných fotonových párů v různých oblastech fyziky.

**Kontakt:** doc. RNDr. Jan Peřina, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631509, e-mail: [perinaj@prfnw.upol.cz](mailto:perinaj@prfnw.upol.cz)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast kvantové a nelineární optiky IV***

### **Sestavení optické soustavy pro mikrofotoluminiscenci.**

Měření fotoluminiscence, tedy světelného vyzařování, je jednou z významných metod při studiu mnoha chemických látek nebo materiálů. Své uplatnění nachází i v oblasti výzkumu nanočástic. Cílem bakalářské práce je sestavení optické soustavy umožňující měření emise světla z jednotlivých nanostruktur (např. kvantových teček, nanokrystalů nebo nanovláken). Práce se sestává jak z konstrukce optického uspořádání a dále pak následného měření fotoluminiscence vybraných nanostruktur.

**Kontakt:** Mgr. Karel Lemr  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631547, e-mail: [lemr@jointlab.upol.cz](mailto:lemr@jointlab.upol.cz)

### **Měření fluorescence při ultranízkých koncentracích.**

Schopnost odhalit i stopové množství vybraných chemických látek je klíčová v mnoha oblastech lidského zkoumání (např.: medicína, hygiena nebo materiálový výzkum). Cílem této bakalářské práce bude optimalizace parametrů jednofotonového detektoru a optické soustavy s cílem co nejpřesnějšího měření co nejnižší koncentrace fluoroforu (látky vykazujících fluorescenci).v roztoku.

**Kontakt:** Mgr. Karel Lemr  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631547, e-mail: [lemr@jointlab.upol.cz](mailto:lemr@jointlab.upol.cz)

### **Počítačová implementace filtrů pro digitální fotografii**

Digitalizace obrazu umožňuje realizovat celou řadu zajímavých efektů při následném zpracování. Lze například dodatečně simulovat barevné nebo jiné filtry. Cílem práce bude vytvoření programu implementujícího vybrané barevné a jiné efekty a provádějícího užitečné zpracování digitálního obrazu.

**Kontakt:** Mgr. Karel Lemr  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17. listopadu 50a, 3. patro  
tel. 585631547, e-mail: [lemr@jointlab.upol.cz](mailto:lemr@jointlab.upol.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast optických technologií***

### **Laserové technologie**

Zabýváme se výzkumem a vývojem laserových průmyslových aplikací pro nejrůznější druhy materiálů s možností laboratorního testování na pulsním Nd:YAG laseru. Zpracované vzorky testujeme na unikátních měřicích přístrojích – profilometru a laserovém konfokálním mikroskopu, pro který připravujeme vzorky v metalografické laboratoři. Vlastnosti a výkon laserového svazku měříme detektorem a analyzátozem, který zpracovává výsledky speciálním softwarem.

**kontakt:** RNDr. Hana Chmelíčková  
budova SLO, tř. 17.listopadu 50a, Olomouc, dv. č. 2.27  
tel. 5685631516, e-mail: [hana.chmelickova@upol.cz](mailto:hana.chmelickova@upol.cz)

### **Pierre Auger Project**

Projekt "Pierre Auger Observatory" je prestižním rozsáhlým a dlouhodobým astrofyzikálním projektem, který je srovnatelný jen s největšími světovými projekty základního výzkumu (například projekty řešené v CERNu, Fermilabu či DESY). Pro tento další projekty a provádíme měření a vyvíjíme nové měřicí systémy a metody. Příkladem může být systém pro měření a vyhodnocování pole rozptýleného světla přístrojem CASI (Complete Angle Scatter Instrument), měření tvaru konkávních zrcadel pomocí digitálního Ronchi testu nebo systém pro měření světelného pozadí a oblačnosti pro PAO a CTA.

**kontakt:** Mgr. Miroslav Pech; Mgr. Dušan Mandát  
budova Společné laboratoře optiky, tř. 17.listopadu 50a, 2. patro  
tel. 585631520, e-mail: [pech@jointlab.upol.cz](mailto:pech@jointlab.upol.cz)  
tel. 585631686, e-mail: [mandat@jointlab.upol.cz](mailto:mandat@jointlab.upol.cz)





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast materiálové inženýrství***

### **Měření lokálních mechanických vlastností**

Materiály ve formě tenké vrstvy obecně vykazují odlišné vlastnosti ve srovnání se svými objemovými analogy stejného složení. Specifická struktura a rozměry vyžadují unikátní měřicí techniky a metody jako jsou nanoindentace, nano-scratch test či nano-impulse a impact test. Cílem práce by byl vývoj metodik měření na takovém měřicím zařízení.

***kontakt:*** Mgr. Radim Čtvrtlík, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, tř. 17.listopadu 50a, 2. patro  
tel: 585631573, e-mail: [ctvrtlik@fzu.cz](mailto:ctvrtlik@fzu.cz)

### **Mapování povrchů pevných těles kontaktním profilometrem**

Přístroj Form Talysurf Series 2 je kontaktní profilometr používaný nejen ke svému prvotnímu účelu – měření drsnosti povrchu pevných těles – ale často ke 3D mapování pevných povrchů. Mnoho našich měření slouží právě k velmi názornému 3D zobrazení vybraných povrchů v různých zobrazeních jako je „meshed“ axonometrie, fotosimulace apod. Přestože se jedná o kontaktní přístroj, pracuje s mimořádným rozlišením ve vertikálním směru, takže získané rozměry plochy mohou sloužit ke spolehlivým výpočtům mnoha vlastností povrchu, např. ke stanovení objemu děr či výstupků, určení PSD funkce, Abbottovy-Firestoneovy křivky a řadě dalších.

***Kontakt:*** RNDr. Helena Hiklová  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, 17.listopadu 50a, 2. patro  
tel. 252631506, e-mail: [helena.hiklova@upol.cz](mailto:helena.hiklova@upol.cz)

### **Laserová rastrovací konfokální mikroskopie-metoda zobrazování a analýzy povrchů**

Zabýváme se studiem vlastnosti povrchů připravených různými technologiemi. K zobrazování, dokumentaci a vyhodnocení povrchů používáme laserový rastrovací konfokální mikroskop LEXT OLS 3100 a jeho post-processing nástroje. Jedná se o nekontaktní nedestruktivní měření s vysokým rozlišením. Kromě obvyklé analýzy obrazu je možné rovněž měření výškových charakteristik vzorků, a tedy i parametrů drsnosti jejich povrchů.

***Kontakt:*** Mgr. ing. Hana Šebestová  
budova Společné laboratoře optiky, Olomouc, 17.listopadu 50a, 2. patro  
tel. 585631579, e-mail: [hana.sebestova@upol.cz](mailto:hana.sebestova@upol.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky

CZ.1.07/2.4.00/17.0014

## ***Oblast numerické modelování***

### **Simulace tepelných změn v materiálu pro laserové svařování**

Zabýváme se numerickou simulací tepelných dějů v materiálu, konkrétně laserového svařování a tepelného ovlivnění materiálu. Simulační programy řeší parciální diferenciální rovnici vedení tepla. K dispozici máme jednak vlastní výukový software, dále speciální komerční program, pracující metodou konečných prvků (MKP; Finite Element Method - FEM). Poskytuje kromě výsledků v podobě vývoje teplotního pole i další výstupy, jako například rozložení metalurgických fází, rychlost teplotních změn; z mechanických výsledků pak tvarové změny, reziduální pnutí v materiálu apod.

**kontakt:** Mgr. Martina Havelková  
budova SLO, tř. 17.listopadu 50a, dv. č. 2.17  
tel. 5685631578, e-mail: [martina.havelkova@upol.cz](mailto:martina.havelkova@upol.cz)

### **Detektor ALFA-ATLAS v CERNu**

Naše pracoviště je zapojeno do mezinárodního projektu ALFA-ATLAS v CERNu. Jedná se o měření některých významných charakteristik protonového svazku na urychlovači LHC v blízkosti detektoru ATLAS. Naše skupina se zabývá tvorbou software pro modelování detektoru ALFA a zpracování naměřených dat. Vývoj probíhá v C++ a Pythonu pod OS Linux. Práce v naší skupině umožňuje získat zkušenosti s prací v mezinárodní kolektivu, naučit se porozumět detekci energetických částic, funkci urychlovače a jiné.

**kontakt:** Mgr. Libor Nožka, Ph.D.  
budova Společné laboratoře optiky, tř. 17.listopadu 50a, 2. patro  
tel. 5685631533, e-mail: [libor.nozka@upol.cz](mailto:libor.nozka@upol.cz)