



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Zpráva z účasti na stáži

Datum konání stáže:	8.8.2013 - 10.9.2013
Navštívené pracoviště:	Queensland Quantum Optics Laboratory School of Mathematics & Physics, University of Queensland, Brisbane, Queensland 4072, Australia
Zahraniční garant:	prof. Warwick Bowen
Účastník stáže:	Mgr. Miroslav Ježek, Ph.D.

Stručný popis navštíveného pracoviště

Skupina „Queensland Quantum Optics Laboratory“ specializující se na interakci světla s mechanickými rezonátory vedená profesorem Warwickem Bowenem byla založena v roce 2008 a je součástí Australian Research Council Centre of Excellence for Engineered Quantum Systems (EquS). Během několika málo let dosáhla světové úrovně na poli experimentální optomechaniky. Skupina má v současnosti 13 pracovníků.

Skupina „Queensland Quantum Optics Laboratory“ se orientuje na výzkum v oblasti optomechaniky a kvantové optiky. Hlavními tématy jsou: optomechanika mikrotoroidních rezonátorů, parametrická nestabilita a další nelineární jevy, elektrická zpětnovazební kontrola mikrorezonátorů a jejich chlazení, využití mikrotoroidních rezonátorů jako senzorů. Další oblastí výzkumu je například zobrazení mikroskopických objektů a zvýšení jeho citlivosti s využitím neklasického stlačeného světla.

V posledních dvou letech skupina prof. Warwicka Bowena spolupracuje se Sekcí kvantové fyziky a informačních technologií (QPIT) na Dánské technické univerzitě v Lyngby u Kodaně vedenou prof. Ulrikem L. Andersenem, se kterou má pracoviště řešitele dlouhodobou spolupráci v oblasti teoretické i experimentální kvantové optiky a kvantové informatiky. Spolupráce Brisbane – Lyngby se zaměřuje především na využití stlačeného světla pro zvýšení rozlišení modové spektroskopie toroidních mikrorezonátorů a následné zvýšení citlivosti při jejich použití v senzorech. V kombinaci s chlazením využívajícím zpětnovazebně ovládaného elektrického pole by následně bylo možné snížit optický výkon nutný k laserovému chlazení do základního stavu příslušného mechanického modu. Sekce QPIT má k dispozici vzorky mikrotoroidních rezonátorů.

Cílem odborné stáže ve skupině „Queensland Quantum Optics Laboratory“ bylo vytvoření nových vědeckých kontaktů, transfer technologií a další aktivity nezbytné k zařazení našeho pracoviště do mezinárodní sítě vědeckých skupin v oblasti moderní optiky.

Další vědečtí pracovníci z cílového pracoviště

Dr. Robin Cole (postdoc), dr. Eoin Sheridan (postdoc), dr. David McAuslan (postdoc), dr. Lars Madsen (postdoc); Kiran Khosla (phd student), Glen Harris (phd student), George Brawley (phd student), Michael Taylor (phd student), Jon Swaim (phd student), Alexander Szorkovszky (phd student), Sarah Yu (phd student), James Bennett (phd student).

Průběh stáže

V rámci stáže ve skupině „Queensland Quantum Optics Laboratory“ jsem navštívil všechny laboratoře skupiny s přibližně deseti experimentálními uspořádáními. V průběhu prohlídek jsem diskutoval s pracovníky skupiny detaily každého experimentu, použité technologie, problémy spojené s touto technologií či přístupem a možné další směry vývoje. Cílem bylo získat co nejvíce informací o výzkumu ve skupině prof. Bowena. Některé prohlídky experimentů vyústily v následné detailní diskuse.

S prof. Warwickem Bowenem, dr. Davidem McAuslanem a Glenem Harrisem jsem diskutoval techniky přípravy mikrotoroidních rezonátorů a jejich využití jako WGM rezonátory pro různé aplikace. Mikrotoroidní mikrorezonátory jsou disky o průměru několik desítek mikrometrů vyrobené podleptáním několika mikrometrové vrstvy oxidu křemičitého a natavené CO₂ laserem. Tímto způsobem lze dosáhnout rezonátorů s kvalitou až 10⁸. Světlo je do mikrotoroidního rezonátoru navázané pomocí zúženého vlákna se submikrometrovým průměrem. Příprava takových vláken byla dalším tématem diskuse. S Glenem Harrisem jsem podrobně prošel celý proces výroby, testování a použití zúžených optických vláken. Seznámil jsem se se všemi důležitými parametry výroby, především s vlastnostmi plamene, rychlostí a způsobem tahu vlákna a také optickou kontrolou celého procesu. Dále jsme diskutovali upevnění a lepení zúženého vlákna a způsob montáže vhodný pro umístění do kryostatu.

Zajímavá diskuse na téma interakce obláčku atomů rubidia s mikrotoroidním rezonátorem skrz optický signál vedený zúženým vláknem proběhla s dr. Larsem Madsenem. Diskutovali jsme především vlastnosti vakuové aparatury a magnetooptické pastí pro držení a chlazení obláčku rubidiových atomů a další experimentální a technické aspekty.

Další aktivity

Během stáže jsem navštívil i skupinu prof. Andrewa Whitea (Quantum Technology Laboratory), která taktéž působí na School of Mathematics & Physics na Univerzitě Queensland v Brisbane. Absolvoval jsem prohlídku laboratoří skupiny a detailně diskutoval probíhající vědecké projekty a použité metody.

Další vědečtí pracovníci ze skupiny Quantum Technology Laboratory: dr. Alessandro Fedrizzi (senior postdoc), dr. Marcelo Pereira de Almeida (senior postdoc), dr. Matthew Broome (postdoc), dr. Ivan Kassal (postdoc), dr. Till Weinhold (postdoc), Devon Biggerstaff (phd student), Geoff Gillett (phd student), Juan Loredó (phd student), Martin Ringbauer (phd student), Devin Smith (phd student).

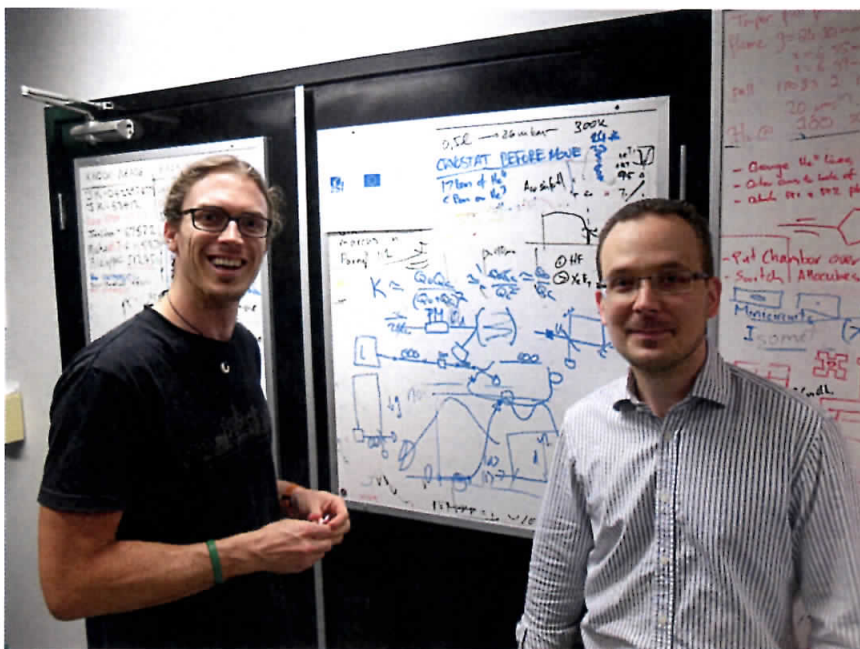
Z pohledu vývoje experimentálních metod kvantové informatiky v Olomouci byla velmi prospěšná debata s dr. Alessandrem Fedrizzim na téma adresování a fázové změny jednotlivých drah v kvantově informatických protokolech využívajících kódování do více drah fotonu. Ve skupině „Quantum Technology Laboratory“ mají rozsáhlé zkušenosti s využitím inherentně stabilních interferometrických uspořádání využívajících dvojlovného prostředí, například krystalů kalcitu, pro kódování a zpracování více kvantových bitů s využitím pouze omezeného počtu fotonů. Tato technika je relativně flexibilní a poskytuje vynikající pravděpodobnost úspěchu a především kvalitu realizované operace či procesoru. V rámci diskuse jsme si vyměnili zkušenosti s využitím vlnových destiček s otvory, kombinací miniaturních vlnových destiček s fixní orientací krystalografické osy a dalších technik. Dále jsme podrobně diskutovali konstrukci zdrojů kvantově provázaných fotonů s využitím Sagnacova interferometru a generace v periodicky polovaném krystalu KTP.

S dr. Marcelem de Almeidem jsem diskutoval využití vysoce stabilního uzavřeného heliového kryostatu pro generaci jednotlivých fotonů kvantovými tečkami. Mechanické vibrace běžných uzavřených kryostatů představují velký problém při optickém adresování chlazené kvantové tečky. Z toho důvodu se běžně využívá průtokových kryostatů, jejichž provoz je však poměrně drahý, zvláště bez rekuperace helia. Alternativou je využití nových uzavřených kryostatů s minimálními vibracemi, například systémů od společnosti Montana Instruments.

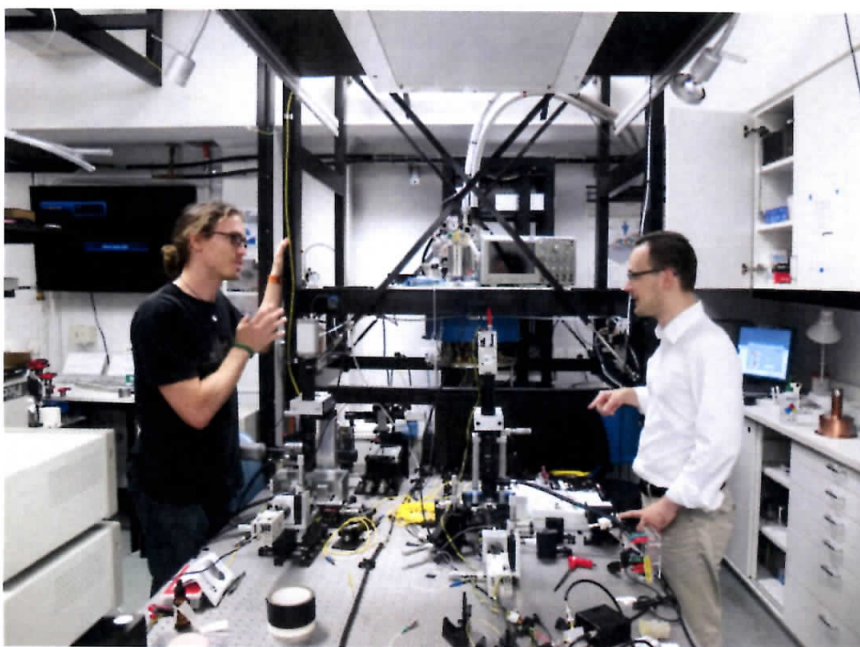
Shrnutí stáže

Stáž plně splnila svůj účel. Došlo k navázání spolupráce se špičkovým vědeckým pracovištěm v oblasti experimentální kvantové optiky a optomechaniky. V rámci stáže jsem získal řadu nových poznatků a doplnil si znalosti o aktuálních trendech v dané oblasti výzkumu. Tyto poznatky budou dále předány cílové skupině formou odborných seminářů.

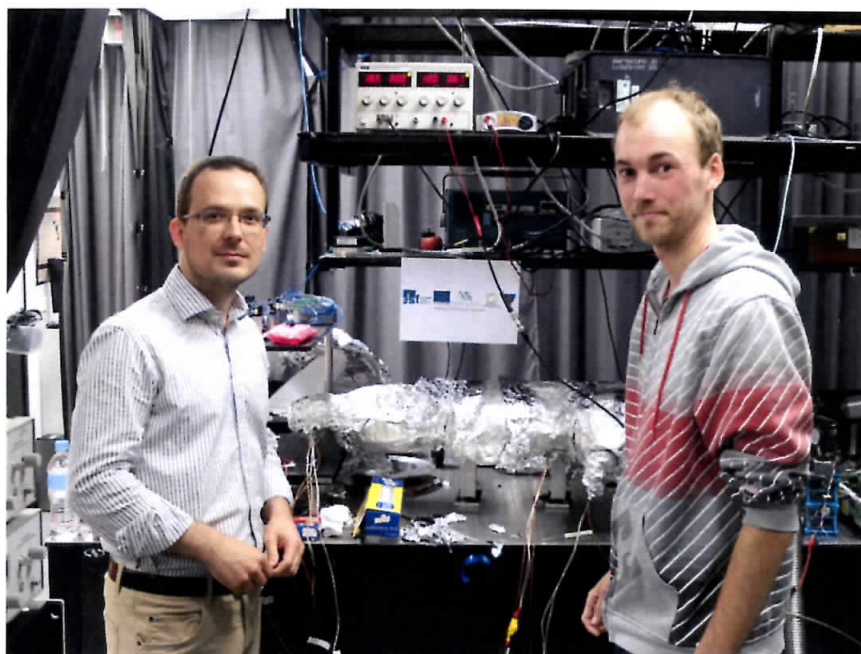
Fotografická dokumentace



Fotografie zachycující diskuzi aktuálních projektů skupiny „Queensland Quantum Optics Laboratory“. Na snímku Glen Harris (vlevo) a Miroslav Ježek (vpravo).



Fotografie z laboratoře skupiny „Queensland Quantum Optics Laboratory“. V popředí mikroskop s montáží vzorku mikrotoroidních rezonátorů a vláknově optické experimentální uspořádání, v pozadí částečně rozložený heliový kryostat. Na snímku Glen Harris (vlevo) a Miroslav Ježek (vpravo).



Fotografie z laboratoře skupiny „Queensland Quantum Optics Laboratory“ zachycující diskusi na téma přípravy vakuové aparatury a konfigurace magnetooptické pasti. Na snímku Miroslav Ježek (vlevo) a Lars Madsen (vpravo).

Miroslav Ježek