



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:	1. 9. 2013 – 28. 9. 2013
Navštívené pracoviště:	Department of Applied Physics, Royal Institute of Technology (KTH) Stockholm, Švédsko
Zahraniční garant:	prof. Gunnar Björk
Účastník stáže:	prof. RNDr. Zdeněk Hradil, CSc.

Stručný popis navštíveného pracoviště a probíhající spolupráce

Královský polytechnický institut ve Stockholmu patří k prestižním světovým pracovištím s dlouholetou tradicí výzkumu v oblasti přírodních věd. Prestiž tohoto pracoviště je spojena s každoročním vyhlašováním Nobelových cen. Pracoviště katedry aplikované fyziky sdružuje mnoho vědeckých týmů. Výzkumem v oblasti kvantové optiky a kvantové informatiky se dlouhodobě zabývá prof. Gunnar Björk, jehož pracovní skupinu jsem navštívil. Mimo něj v oblasti kvantových protokolů pro zpracování informace pracuje Ingemar Bengtsson nebo prof. Mohamed Bourennane. Další podobnost mezi zaměřením vědecko-pedagogické činnosti v optice na KTH a na Univerzitě Palackého spočívá i v tom, že obě pracoviště zajišťují výuku optometrie. S prof. Björkem komunikujeme zhruba 20 let od doby, kdy se vrátil do Evropy z postdoktorského pobytu v Japonsku. Dosavadní kontakty se omezovaly na setkání a diskuze na konferencích. Pojí nás podobné vědecké zájmy, zvláště pak oblast kvantové interferometrie, kvantové fáze, studium NOON stavů a s tím spojené problémy super-rozlišení fáze a také ryze teoretický výzkum v oblasti MUB měření. Měsíční pracovní pobyt byl vynikající příležitostí pro lepší poznání pracoviště a příležitost pro rozpracování problému přípravy 2 modových polarizačních stavů a jejich následné tomografické rekonstrukce.

Průběh stáže a výsledky rozpracované během vědeckého pobytu

V průběhu stáže jsem se zapojil do běžného denního života skupiny prof. Bjorka. Pravidelně jsem se setkával se PhD a Mgr. Studenty, diskutoval pracovní problémy a účastnil se seminářů. Během svého pobytu jsme se zaměřili na několik témat. Protože výzkum skupiny se týká také práce s MUB měřeními, prezentoval jsem výsledky práce J. Řeháček, Z. Hradil, A. B. Klimov, et al. Sizing up entanglement in mutually unbiased bases. Ta se zabývá obecnou metodikou, jak vyhodnotit a porovnat různá schémata tomografické rekonstrukce

s využitím Fisherovy informační matice. Práce byla přijata k publikaci do PRA. Ukazujeme v ní, jak se liší výsledky rekonstrukce pro měření typu MUB (Mutually Unbiased Bases) pro systémy q -bitů, pokud měření budeme porovnávat mezi různými basemi, které se navzájem liší stupněm provázanosti. Během své pracovní stáže jsem 17. 9. na Kvantovém semináři přednesl příspěvek QUANTUM TOMOGRAPHY, UNCERTAINTIES AND INFORMATION, kde jsem souhrnně referoval o našich výsledcích.

Společný výzkum, kterému jsem se během svého pobytu věnoval, vyplynul ze společných diskuzí a byl motivován problémem kompletního kvantového popisu polarizovaných stavů a to včetně polarizace vyššího řádu. Schéma měření odpovídá kaskádě děličů svazku, které umožňují provádět projekci do polarizovaného modu odpovídajícího obecné kombinaci operátorů a , b s libovolnými koeficienty. Za předpokladu ideálního koincidenčního měření pak projektory odpovídající detekci počtu fotonů na jednotlivých výstupních kanálech poskytují tomograficky úplné měření na „pod-slupkách“ s celkovým počtem fotonů. Je proto možné konstruktivně rekonstruovat světelné pole vrstvu po vrstvě, celé schéma je robustní a realistické, co se týká experimentální složitosti. Hlavní výhodou je to, že korelační data narůstají exponenciálně s počtem použitých detekcí a proto již při použití relativně malého počtu detektorů lze prozkoumat relativně složité stavy. Problematickým bodem je jako obvykle ideální detekce rozlišující počty fotonů s dostatečnou přesností. Z teoretického hlediska se jedná o zajímavý problém, který umožňuje pracovat s bohatou strukturou dat, umožní porovnávat výsledky v režimech od neúplného až do tzv. „překompleťovaného“ měření, které obsahuje nadbytečná data. Tato mnohoznačnost není ale nevýhodou, protože při použití správných statistických metod provést testování hypotéz a také umožní určit „některé“ parametry s větší přesností. Na tomto měření se dá demonstrovat, že žádná data nejsou ze statistického hlediska zbytečná, jde jen o to jak je využít. Výzkum v této oblasti je v počáteční fázi, zatím vznikly jen pracovní materiály analyzující experimentální podmínky (prof. Bjork) a teoretický rozbor měření s údaji pro rekonstrukci, analyzující zákony zachování a identity mezi měřenými daty ((Z. Hradil). Práce na tomto tématu bude pokračovat a bude navázána na experiment, který budou provádět studenti ze stockholmské skupiny.

Navázání kontaktů

Stáž významně přispěla k posílení kontaktů s kolegy ze Švédska. Seznámil jsem se s organizací jejich práce a to nejen na KTH, ale také vědeckými programy na ostatních švédských univerzitách. Velice mě například zaujal projekt nové generace zdroje synchrotronového záření Mark 4, který vzniká u Malmö jako společný projekt dánských a švédských univerzit.

Shrnutí stáže

Stáž plně splnila svůj účel. Došlo k posílení vědecké spolupráce se špičkovým vědeckým pracovištěm v oblasti kvantové optiky a optického kvantového zpracování informace. 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

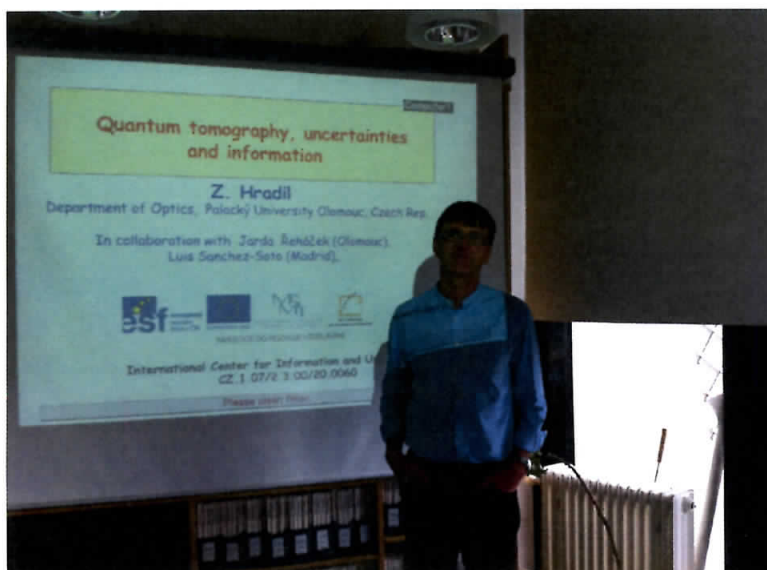
Duha nad Stockholmem



Moderní areál Alba Nova ve skandinávském stylu s optickými laboratořemi



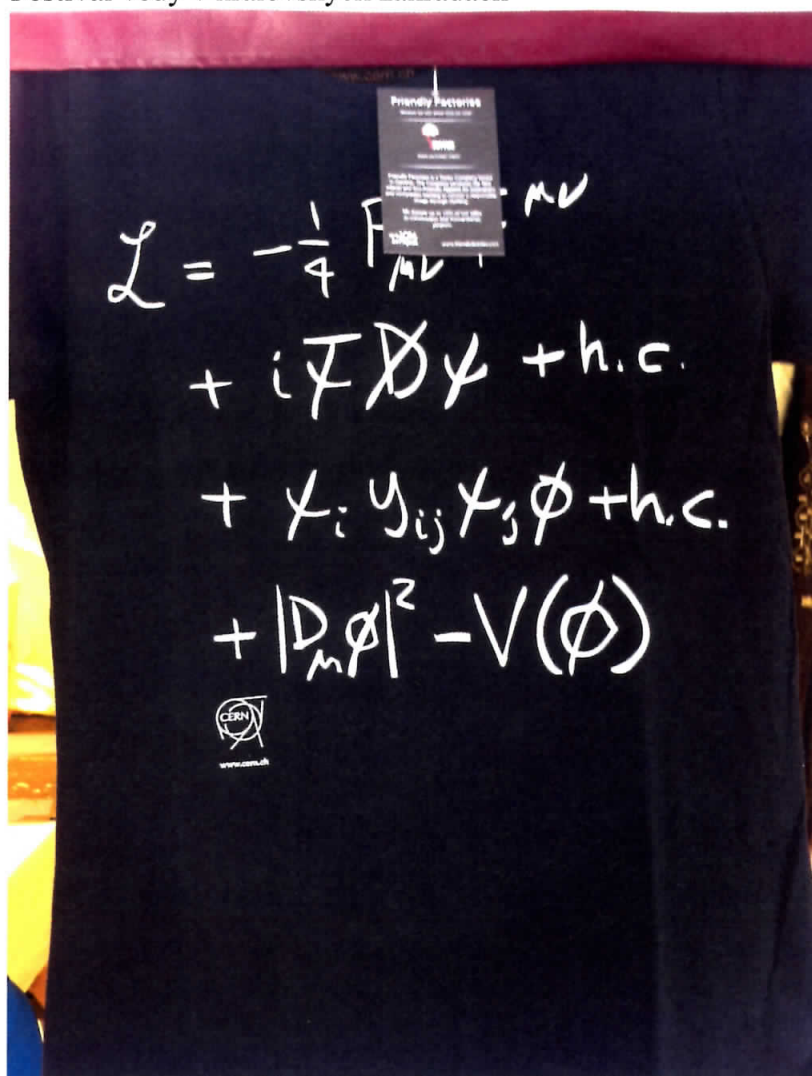
Quantum Seminar, Tuesday, September 17, 11:00 in A3:1003:





Stockholm

Festival vědy v královských zahradách



Mašit