

Posudek na dizertační práci p. Ing. J. Dostála: „Simulace průchodu svazku laserovým systémem SOFIA určeným pro optické buzení nelineárních krystalů“.

Dizertační práce Ing. Dostála je koncipovaná jako integrální součást návrhu a konstrukce hybridního systému SOFIA, což je jódový fotodisociační laserový zesilovací řetězec převzatý z původního jódového systému Perun II opatřený komerčním laditelným oscilátorem typu MOPO generujícím na jeho začátku zesilovaný světelný impuls na vlnové délce laserového přechodu v jódovém atomu. Cílem stavby systému SOFIA je generace čerpacího impulsu pro paralelní zesilovací řetězec frekvenčně rozmítnutých („čirpovaných“) impulsů v nelineárních krystalových zesilovačích typu OPCPA, které by po kompresi v mřížkovém kompresoru byly k dispozici pro interakci s terčíkem ve femtosekundové oblasti. Hybridní řetězec SOFIA propůjčil jméno i celé laboratoři SOFIA obsahující kromě něj i zmíněný řetězec OPCPA. V případě úspěchu by byl tento OPCPA řetězec v laboratoři SOFIA jedním z prvních, které by pro interakci využíval impulsů zesilovaných čistě v nelineárních OPCPA krystalech bez účasti Ti:safírových zesilovačů se všemi důsledky pro vlastnosti impulsu, např. kontrast, který je zpravidla slabým místem konvenčních Ti:safírových systémů s regenerativními zesilovači. Z úvodu dizertace se lze dále poučit, že téma dizertace je sice nedělitelnou součástí celé koncepce laboratoře SOFIA, ale že zároveň představuje jasně definovanou autonomní část, kterou Ing. Dostál dokázal ve své dizertaci samostatně vyřešit.

Obsahem dizertace je poměrně rozsáhlý úvod, který podrobně mapuje oba klíčové systémy v laboratoři SOFIA a alespoň pro mě byl zdrojem informací o současném stavu vývoje systémů v laboratoři a který celkem poctivě upozorňuje na problémová místa konstrukce a podává celkový rámec, do kterého je téma dizertace zasazeno. Těžiště práce je ve výsledkové části, kde jde o 2 nezávislá témata: (1) využití komerčního programu GLAD k popisu a podrobné analýze šíření impulsu zesilovací částí systému SOFIA, tj. zejména jeho jódovými zesilovači a (2) analýza generace a vlastností fs impulsu v fs generátorech, která je využita jednak pro komerční systém Femtosource na počátku OPCPA řetězce v laboratoři SOFIA a zadruhé pro generátor Micra pro Ti:safírový řetězec uváděný v současnosti do provozu v laboratoři PALS. V části (1) představuje příspěvek dizertace v její technické části zcela samostatné zvládnutí a využití komerčního programu GLAD, v části (2) Ing. Dostál podal zevrubnou analýzu obou zmíněných fs generátorů na základě modelů navržených v literatuře včetně počítačového zpracování. Těžiště dizertace je tedy hlavně v počítačovém modelování složitých laserových systémů, nicméně nezanedbatelnou součástí části (1) je též podrobně popsána metoda a výsledky proměření vlastností svazku systému SOFIA na několika klíčových místech jódového řetězce za účelem podrobného srovnání výstupů z programu GLAD s experimentem, kterého se Ing. Dostál účastnil a k jehož koncepci svou prací s programem GLAD nepochybně podstatně přispěl.

K výsledkům dizertace: zvládnutí programu GLAD a jeho využití na konkrétní situaci zesilovacího řetězce SOFIA je zásluhou samou o sobě. Ing. Dostál podal důkaz, že v odd. nelineární optiky je osoba, která si dokáže poradit s modelováním a fyzikálním vhladem do vlastností složitých laserových systémů. Domnívám se, že pokud dojde např. ke stavbě nedávno navrženého opakovacího vysokoenergetického systému HiLASE jako předchůdce obřích systémů HiPER a ELI, bude Ing. Dostál se svou znalostí GLAD na české straně její nenahraditelnou součástí. Dizertace však hlavně obsahuje podstatné fyzikální výsledky v podobě výstupů z GLAD a jejich srovnání s experimentem, které by měly mít bezprostřední dopad na další kroky při dokončování laboratoře SOFIA. Použitá verze programu GLAD, ač je její využití netriviální a vyžaduje značnou tvořivost na straně uživatele, je dostatečně obecná a pružná, aby zahrнула velmi konkrétní konfiguraci SOFIA. Tato tvořivost se u předkladatele projevila zejména ve způsobu rozdělení celého systému na jednotlivé bloky, na než byl vždy nezávisle program GLAD spuštěn, což sice vyžadovalo pracné přenášení

výsledků z předchozího bloku do následujícího, ale obcházelo to nedostatečnost výpočetní techniky, která byla k dispozici. Skutečnost, že doktorand narazil na chybu při zadávání jednoho z datových souborů, ukazuje na to, že se seznámil s programem GLAD hlouběji než jeho rutinní uživatelé. Pro mě byla nejzajímavější část popisu jódových zesilovačů, protože se dá očekávat, že GLAD je přizpůsoben hlavně konvenčnějším Nd zesilovačům.

Zdá se ale, že v rámci obecnosti programu se s využitím dřívějších výsledků týkajících se zejména evoluce aktivního prostředí v zesilovačích Perun s pomalým výbojkovým čerpáním, se tento úkol podařil. Není mi ale zcela jasná otázka časové délky impulsu. Simulace obsahuje 2 případy: s původním 4ns impulsem injektovaným do systému z oscilátoru MOPO bez dalšího vyřezávání a uměle zkráceného impulsu soustavou Pockelsových cel na úroveň 1ns. Vlastnosti jódových zesilovačů jsou takové, že dle mého názoru by na konci řetězce by mělo dojít ke zkrácení obou impulsů na úroveň zhruba poloviny ns. Není mi jasné, zda program GLAD bere tuto okolnost reálně v úvahu. Podobně nikde jsem nezachytil, že by se brala v úvahu optická nehomogenita zesilujícího prostředí. V dizertaci se na str. 49 explicitně píše, že index lomu prostředí byl položen roven 1. Prosím předkladatele, aby k těmto bodům podal vysvětlení. Za nejcennější výsledek a hlavní poučení z této části dizertace ale považuji stanovení profilu svazku za druhým směšovacím krystalem při konverzi na 3ω , která celkem se zdá velmi dobře odpovídat naměřenému profilu technikou dodanou hlavně od fy Spiricon. Zdá se mi, že zjištěný profil svazku vstupující do prvního krystalu není příliš uspokojivý a že by mohl poškodit antireflexní pokrytí krystalu. Ačkoliv se před vstupem do krystalu nachází zcela správně další prostorový filtr, je otázka, zdali předchozí poněkud drastické zúžení profilu teleskopem v poměru 8:1 nezvětšuje divergenci svazku natolik, že to vede k pozorované nehomogenitě a zdali by se nemělo uvažovat o jiném řešení.

K druhé části dizertace týkající se modelování činnosti obou zmíněných fs generátorů lze konstatovat, že v rámci použitého modelu provedl Ing. Dostál úplný výpočet délky a časového průběhu impulsu generovaného jak systémem Femtosource i Micra a dosáhl velmi uspokojivého souhlasu s experimentem s využitím minimálního počtu volitelných parametrů. Je dobře, že se tímto výsledkem vyjasnil rozdíl mezi oběma komerčními zařízeními a toto porozumění by mělo zcela určitě hrát roli při nákupu dalších fs generátorů za jakýmkoliv účelem jak ve FZÚ, tak i na spolupracujících pracovištích.

Celkově se dá shrnout, že Ing. Dostál prokázal schopnost samostatného zvládnutí náročného úkolu modelování laserových systémů a porozumění jejich fyzikálním principům, která se uplatnila ve zcela konkrétním případě stavby laboratoře SOFIA a dospěla k prakticky využitelným výsledkům, které byly spolehlivě ověřeny experimentem. Práci se dá vytknout několik přehlédnutí, která zřejmě vznikla v časové tísní při sepisování konečné verze práce. Jako příklad se dá uvést nedůsledné označování komplexní jednotky jednou symbolem „i“ a jednou „j“. Při eventuelní další publikaci výsledků by bylo třeba takovéto chybičky vyladit. Na druhou stranu lze pochválit ohled na čtenáře v podobě tabulky používaných zkratk, přehledného stylu dobré logické stavby a vysvětlení všech důležitých pojmů v rámci úvodu. Protože zmíněná přehlédnutí hodnotu práce nikterak nesnižují a práce přináší řadu nových a praktických výsledků, dovoluji si jí doporučit k obhajobě jako práci dizertační.

V Praze, 14/5/2009

RNDr. K. Rohlena, CSc.,
FZÚ AVČR