

## Posudek na diplomovou práci Bc. Ondřeje Sedláčka

### „Post-komprese energetických laserových impulsů pro generaci vysokých harmonických“

Předložená diplomová práce s názvem „Post-komprese energetických laserových impulsů pro generaci vysokých harmonických“ se soustředí na metody zkracování laserových pulsů nelineárně-optickými technikami, které vedou k rozšíření spektra těchto pulsů. Vzhledem k limitům na šířku generovaného spektrálního pásma záření u dostupných aktivních prostředí jde o elegantní a velice populární přístup k dalšímu zkracování transformační meze laserových pulsů. Právě post-komprese pulsů bude zřejmě v budoucnu cestou ke kW laserovým svazkům s pulsy v oblasti jednotek fs.

Práce je psaná v anglickém jazyce na velmi dobré jazykové úrovni a je členěna do osmi kapitol, včetně motivace a závěru. Jednotlivé kapitoly popisují základy problematiky ultrakrátkých pulsů (kap.2), stav techniky v oblasti post-komprese pulsů (kap.3), fyzikální rozvahu a výpočetní simulaci parametrů experimentu (kap.4 - 6) a experimentální výsledky z prvotního experimentu (kap.7). Práce je ve srovnání s ostatními absolventskými pracemi poměrně stručná, celkový počet stran vč. příloh je pouze 58. To samo o sobě není na škodu, práce se dobře čte, jednotlivá témata na sebe navazují a obsahují přehled veškeré problematiky nutné k návrhu aparatury pro post-kompresi laserových pulsů. Seznam prostudovaných referencí je vhodně volen a doplňuje stručný výklad jednotlivých kapitol, nicméně obsahuje pouze 26 položek a současný stav techniky by si dle mého názoru zasloužil podrobnější rešerši. V práci nejsou závažnější chyby ani překlepy, nicméně občas jsem narazil na nepřesnosti, protichůdná tvrzení či zmatek v označení veličin. Na straně 40 nahoře např. autor tvrdí, že použití teleskopu by ušetřilo místo, načež na str.40 dole říká, že teleskop zabere výrazně více místa. V kapitole 4.3 autor používá označení  $T$  jak pro čas, tak pro teplotu plynu. Označení  $n$  je pak použito pro index lomu i látkové množství ve stavové rovnici plynu. V kapitole 2.4 je jako vlnový vektor označeno vlnové číslo  $k$ , atd. U některých vztahů také chybí reference (např. 2.26). Při návrhu experimentu autor mluví o laseru Legend, aby vzápětí bez vysvětlení přešel k použití parametrů laseru Allegra, apod.

V rámci své experimentální práce autor naplánoval experiment pro post-kompresi pulsů Ti:safírového laserového systému L1 Allegra na ELI-Beamlines, ale vzhledem k nepříznivým okolnostem a zásahu vyšší moci mohl provést jen část plánovaných experimentů. Experimentální data jsou tedy kombinací výsledků získaných na systémech Hidra a Allegra. Autorovi se podařilo navrhnout a sestavit celou aparaturu a úspěšně dosáhnout rozšíření spektra femtosekundového pulsu v ionizovaném plynu (Ar), nicméně záznam z experimentu je velmi stručný a chybí mi podrobnější diskuse. Spektrum bylo dle grafu rozšířeno z 35 na 60 nm (rms hodnota), ani teoreticky pomocí FT však není odhadnuto, kam se mohla posunout transformační mez. Zajímavá by byla i podrobnější data k vlivu komprese na kvalitu svazku. Rovněž popisy a normalizace jednotlivých grafů by mohly být zlepšeny.

Lze konstatovat, že diplomant splnil zadání diplomové práce, tj. provedl teoretický výpočet parametrů post-komprese, připravil experimentální sestavu v laboratoři ELI-Beamlines a úspěšně ji otestoval, vč. nezbytné diagnostiky. Je škoda, že zejména kapitola týkající se samotného experimentu a jeho vyhodnocení jsou tak stručné. Ne vše lze omluvit zásahem vyšší moci a nutnou odstávkou laboratoří. Alespoň ve výpočetním rozboru a simulaci výstupních pulsů mohlo být uděláno více. Přesto autor svou prací poskytl zajímavé podklady pro další vývoj post-komprese na systému Allegra. Je zřejmé, že autor se v problematice zorientoval a diplomová práce po formální stránce odpovídá požadavkům na ni kladeným.

Celkově hodnotím výkon studenta i předloženou práci jako dobré. Diplomant splnil zadání práce ve všech bodech a doporučuji přijetí práce k obhajobě.

Navrhuji hodnotit tuto práci klasifikačním stupněm **C – dobře**.

V Praze dne 31.5.2023

Ing. Martin Smrž, Ph.D.  
HiLASE centrum, FZÚ AV ČR, v.v.i.

**Seznam otázek k rozpravě o diplomové práci:**

- 1) V grafech 7.3 a 7.4 zkoumáte rozšíření spektra na systému Hidra, ale z prezentovaných dat lze velmi těžko výraznější rozšíření vyčíst. Navíc grafy nejsou normalizované a šířku spektra neuvádíte. Můžete dosažené výsledky více okomentovat?
- 2) V grafu 7.7 uvádíte spektra systému Allegra. Na rozdíl od systému Hidra je jasně patrné rozšíření směrem ke kratším vlnovým délkám. Můžete alespoň teoreticky spočítat transformační mez pulsů před a po průchodu kapilárou? Jakou dobu trvání pulsů reálně očekáváte po kompenzaci disperze čirpovanými zrcadly?
- 3) Co se týká kvality svazku, obr. 7.1 jsou velmi málo vypovídající. Chybí jakýkoli řez či popis. Můžete se vyjádřit k profilu a kvalitě svazku před kapilárou a po post-kompresi? Jak je šířením kapilárou ovlivněna kvalita svazku a jaký vliv na ni má tlak plynu?
- 4) Z práce jsem nabyl dojmu, že některé svazky se šíří vzduchem na velkou vzdálenost. U 50 mJ femtosekundových pulsů může v takovém případě snadno dojít k samofokusaci svazku a negativního ovlivnění pulsů. Nedochovalo k tomuto i v případě Vašeho experimentu?
- 5) V práci zcela chybí analýza pulsů laserů Allegra či Hidra. Máte např. FROG měření?