

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Generace impulzů tvrdého rentgenového záření z relativistické interakce laseru s plazmatem</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Dominik Čáp</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra fyziky
<b>Oponent práce:</b>	doc. Ing. Jan Pšikal, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra fyzikální elektroniky, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání považuji za náročnější, vzhledem k tomu, že se jedná o bakalářskou práci ve které se student s tématem práce a širšími souvislostmi musí poměrně rychle seznámit, navíc má ověřit svůj vlastní návrh (systému pro fokuzaci svazku laseru) v jednoduchém modelovém experimentu. Zejména splnění posledního bodu může dost záviset na dostupných možnostech rychlejší realizace navrženého kompaktního systému pro fokuzaci.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s výhradami</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Jak student sám konstatuje v závěru své práce, nepodařilo se mu v dostupném časovém a materiálním rámci experimentálně ověřit správnost návrhu fokuzace laserového svazku eliptickým zrcadlem. Nicméně, jak už jsem uvedl v hodnocení zadání práce, toto experimentální ověření za použití dostupných prostředků v omezeném čase bylo dost obtížné. Ostatní body zadání práce, které by sami o sobě postačovaly pro kvalitní bakalářskou práci, byly bez výhrad splněny. Pokud by se realizace eliptického zrcadla testovaným způsobem podařila, domnívám se, že by to byl zajímavý vynikající výsledek nad rámec studentské práce jakéhokoliv (i vyššího) stupně. Navíc dle vlastního kontrolního teoretického výpočtu jsem došel ke stejným hodnotám jako student na str. 35 této práce.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Pro určení škálování základních parametrů experimentu pro laserové systémy se špičkovým výkonem od 1 TW až po 10 PW student vyvinul jednoduché interaktivní grafické rozhraní v programovacím jazyce Python. Využil pro něj vztahů získaných ze současně dostupné literatury. Zvolené řešení návrhu kompaktního systému pro fokuzaci svazku laseru se špičkovým výkonem v řádu PW s použitím plazmového zrcadla optimalizované pro elektronové urychlování a generaci tvrdých rentgenových systémů bylo řádně zdůvodněno. Eliptické plazmové zrcadlo bylo navrženo z důvodu daleko kratší ohniskové vzdálenosti než v případě použití jednoho parabolického zrcadla.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>výborná</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Student prokázal schopnost si dobře nastudovat a shrnout doporučenou a volně dostupnou literaturu. Při řešení bakalářské práce navíc získal a využil znalosti programování v Pythonu, za pomoci kolegů z ELI-Beamlines	

získal zkušenosti s 3D tiskem a následně s broušením plazmového zrcadla. Záběr práce je pro daný stupeň studia vysoce nadstandardní. Vše je výstižně shrnuto ve vlastním textu práce.

**Formální a jazyková úroveň**

**průměrná**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Student se nevyhnul množství překlepů a několika chybným tvarům slov z jazykového hlediska. Rozšířenější je tento jev v závěrečné kapitole 5. Předpokládám, že to mohlo být způsobeno nedostatečným časovým odstupem mezi dopsáním této závěrečné kapitoly a datem odevzdání práce, kdy již nebyl dostatečný prostor k závěrečným jazykovým korekturám. Samostatnou problematikou je překlad odborných pojmů do češtiny. Studentem uváděný pojem „energetická rozmanitost“ bych nahradil souslovím „energetický rozptyl“. Namísto „prepulz“ bych psal „předpulz“, namísto „podkritického plazmatu“ bych psal raději „podkriticky hustého plazmatu“. Nicméně např. termín „podkritické plazma“ se objevuje i v zadání práce, takže ani mezi zkušenějšími kolegy nejsou tyto termíny ustálené. Každopádně text práce je mi dobře srozumitelný a je přehledně členěný, což je nejdůležitější. Výtku bych měl k označení rz na Obr. 4.3 a wz ve vztahu (4.5), resp. k tomu, že v textu není jasně sděleno, že tyto dvě hodnoty jsou ve výpočtu na str. 35 a 36 práce vlastně totéž.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**výborné**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Student velmi výstižně shrnul relevantní teorii související s tématem své bakalářské práce. Použité zdroje odpovídají tématu práce. Shrnutí teoretických poznatků je na vynikající úrovni. K úplné dokonalosti mi v práci chybí např. informace o tom, odkud jsou převzaty odhady o energiích a počtech fotonů (3.15) až (3.18) na str. 25 a 26 bakalářské práce. Dále bych obecně příliš nedoporučoval používání arXivu jako nejspolehlivějšího zdroje informací, vhodnější je vycházet z publikovaného recenzovaného článku, který se od verze v arXivu může lišit (viz reference [10] v bibliografii).

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Práci považuji za velmi kvalitní. Otázkou může být praktičnost navrhovaného řešení – eliptické plazmové zrcadlo, které bude patrně náročné na výrobu a přitom použitelné pouze na jeden nebo na malé množství výstřelů výkonným laserem. O alternativním řešení však sám nemám představu.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Zaujala mne zejména odborná úroveň a rozsah práce, kterou student provedl. Proto práci hodnotím nejvyšším stupněm.

K obsahu bakalářské práce mám následující dotazy:

- 1) Z čeho odhadujete poloměr oscilace elektronů zrovna na  $r_{\text{Beta}}=w_0/5$  na str. 25? Odkud jsou převzaty odhady energií a počtu fotonů ve vztazích (3.15) až (3.18)?
- 2) Na str. 21 u popisu režimu wiggleru uvádíte, že liché harmonické frekvence se vyzařují v základním směru záření, ale sudé frekvence mimo tento směr. V jakém jiném konkrétním směru se tyto sudé harmonické frekvence



## POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

vyzařují?

3) K diskuzi navíc: Jak proveditelné a finančně náročné by bylo eliptické plazmové zrcadlo nechat komerčně vyrobit? Jaká by byla doba dodání?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 21.8.2023

Podpis: Jan Pšíkal