

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> posudek vedoucího           | <input checked="" type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input checked="" type="checkbox"/> bakalářské práce | <input type="checkbox"/> diplomové práce             |

Autor: Jakub Strnad  
Název práce: Optical Scanning Profilometer  
Studijní program a obor: Fyzika  
Rok odevzdání: 2023

Jméno a tituly oponenta: Ing. Jan Batysta  
Pracoviště: Fyzikální Ústav AVČR/ FJFI ČVUT  
Kontaktní e-mail: batystaj@fzu.cz

## Odborná úroveň práce:

- vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Věcné chyby:

- téměř žádné  vzhledem k rozsahu přiměřený počet  méně podstatné četné  závažné

## Výsledky:

- originální  původní i převzaté  netriviální kompilace  citované z literatury  opsané

## Rozsah práce:

- veliký  standardní  dostatečný  nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Tiskové chyby:

- téměř žádné  vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet  četné

## Celková úroveň práce:

- vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

### **Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:**

Bakalářská práce je psaná v anglickém jazyce, je velmi rozsáhlá a plně pokrývá dané zadání. Místy odbočuje do okrajových subtémat, čímž se zvyšuje rozsah práce.

Jako nejlepší část práce bych hodnotil samotné vytvoření optického profilometru, navrhnutí jeho komponent z běžně dostupných materiálů a dílů vytištěných pomocí 3D tiskárny. Spolu s naprogramováním a kalibrací jde o úctyhodné množství práce věnované této bakalářské práci. Samotný text práce začíná poměrně rozsáhlou rešeršní částí, která je rozdělená do čtyř podkapitol. První se týká samotného fungování přístroje MBE. Autor se pečlivě věnuje fungování efuzích cel, které jsou pro jeho měření klíčové. Naopak zabíhání do oblasti vakuových vývív mi připadá nadbytečné a pro potřeby práce nerelevantní. Podobně následující kapitola věnovaná laserům působí spíše jako úvodní kapitola z učebnice o laserech, samotné shrnutí parametrů používané laserové diody je celkem vágní a dle mého názoru chybí doplnění o obrázek. To je škoda, protože laserová dioda je prvek, který je v optickém profilometru použit a mohl být diskutován rozdíl v kvalitě svazku mezi klasickým laserem a laserovou diodou, který se později objeví v podobě eliptické stopy svazku laserové diody. Cením kapitolu 1.3, kde autor na pár stránkách popisuje princip fotodiody a přiloží relevantní obrázky.

Pro samotnou funkci optického profilometru je z teorie nejvýznamnější kapitola o interakci světelné vlny na multivrstvě. Tuto kapitolu autor čerpal z knihy Principles of Optics (Born, Wolf), včetně obrázků. Neměl jsem k dispozici stejné vydání jako autor práce, ale úvod kapitoly působil stejně jako v citovaném zdroji, soudím tedy, že tato kapitola byla čistě rešeršní a odvozené rovnice nebyly prací autora, ale s jistotou to potvrdit nemohu. Prosil bych o vyjádření při obhajobě.

Nyní k samotné praktické části práce. Student dle mého názoru splnil praktickou část výborně, profilometr funguje a má relevantní výsledky. Práce se obšírně zabývá konstrukcí přístroje a výsledky, v textu mi ovšem chybí zásadní část a to je postup měření. Například jakou stranou je vzorek umístěn v přístroji, je pouze naznačeno až v úplném konci kapitoly „Measuring Process“ a to v podkapitole 2.3.1 kde je zmíněno: „As illustrated in Figure 1.17 for the normal incidence of the laser beam, which corresponds with our device geometry, the reflectivity and transmissivity of the films exhibit a dependence on their thickness, characterized by damped oscillations.“ Kdy je pouze řečeno, že svazek dopadá stejně jako na obrázku v předchozí kapitole. Kromě nedostatečného popsání samotného průběhu experimentu, je technická dokumentace přístroje velmi kvalitní a autor dopodrobna rozebírá použité komponenty a jejich specifikaci. I postup kalibrace přístroje je výborně popsán a například na měření rozměrů stopy laserové diody je použita metoda knife-edge, což je state-of-the-art metoda pro měření kvality svazku.

Výsledky práce jsou uspokojivé, obzvláště cením metody použité ke zpracování dat. Výsledné barevné bitmapy, jsou přehledné a informativní, čtenář snadno pozná nehomogenitu vzorku.

Vzorky poskytnuté ke změření sice nebyly vlivem stáří v dobré kondici, tudíž je obtížné interpretovat data ke zlepšení orientace efuzích cel, na to ovšem autor práce nemá vliv.

Jako celek práci hodnotím velmi pozitivně a to nejlepší možnou známkou **výborně**.

Příklady drobných formálních/gramatických chyb.

Strana 33: „In Figure 2.7, when the knife edge moves along the x-direction, the intensity on the detector can be described by an equation [24]“ odkaz nejspíše zamýšlen k rovnici (2.1), ale odkazuje k citaci.

Strana 37: „Each figure presented in the subsequent chapter showcases the improved colormap“  
Chybí tečka za větou.

### **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

- 1) Laserová dioda (LD) pužitá v profilometru má dle BP nejmenší rozměr ohniska 55x45 $\mu$ m. Ke stanovení byla použita knife-edge metoda. Je rozumné předpokládat, že je svazek laserové diody gaussovský? Případně byl z naměřených dat vypočten nějaký parametr kvality svazku? (Např.  $M^2$ )
- 2) Jak bychom museli změnit přístroj, nebo výpočet, abychom mohli měřit i tloušťku polovodivých vrstev?
- 3) Arsen je polokov a má o řád větší odpor než měď. Lze i na něj spolehlivě aplikovat teorii pro vodivé vrstvy tak, jak to bylo uvedeno v kapitole 1.4? Jaké jsou podmínky pro minimální měrný odpor vzorku, aby tato teorie mohla být použita?

### **Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

### **Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

V Praze, 21.8.2023