

## Hodnocení školitele dizertační práce Ing. Milana Burdy na téma *Modelování nelokální plazmonické interakce*

---

Téma předložené dizertační práce Ing. Milana Burdy je zaměřeno na novou perspektivní oblast teoretického výzkumu v oblasti klasické a částečně též kvantové plazmoniky, v celé své komplexnosti (návrh teoretické formulace modelu, vytvoření modelu, analytické respektive numerické řešení, interpretace a diskuze výsledků). Cíle této dizertační práce měly jasnou motivaci, vedoucí k vyjasnění vlivu nelokálních efektů v plazmonice, kterou se na katedře fyzikální elektroniky systematicky zabýváme, v poslední době též z pohledu kvantových aspektů a technologií. Jedná se o téma moderní, perspektivní, mezinárodně srovnatelné, dobře zapadající do výzkumných aktivit a spolupráce na KFE FJFI ČVUT v Praze.

Předložená dizertační práce M. Burdy svým zaměřením a ve svých výsledcích mimo jiné také přispěla k úspěšnému řešení několika grantových projektů, jak v rámci projektů GAČR a MŠMT, řešených na KFE FJFI ČVUT v Praze: projekt GAČR (21-05259S): 07/2021—06/2024, *Nanostructured multilayers with controlled plasmonic response for sensor applications and quantum technologies*; projekt GAČR (19-00062S): 01/2019—06/2022, *Advanced functionalities in subwavelength photonic and plasmonic structures*; projekt GAČR (16-00329S): 01/2016—12/2018, *Novel effects and functionalities in subwavelength guided-wave photonic structures*; Projekt Centrum pokročilých aplikovaných přírodních věd (CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_019/- 0000778 - MŠMT, Evropské strukturální a investiční fondy, Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání), 01/2018—06/2023; GAČR Projekt excelence (P205/12/G118): 01/2012—12/2018, *Nanobiophotonics for future health care*; Projekt MŠMT (COST MP1403 - Nanoscale quantum optics - LD15075): 2015—2017, *Novel plasmonic and metamaterial nanoscale structures*, tak také projektů Studenské grantové soutěže ČVUT v Praze (SGS 22/185/OHK4/3T/14, SGS 19/192/OHK4/3T/14) *Podpora studentského výzkumu fotonických nanostruktur, laserového plazmatu a kvantových technologií I a II*; (16/248/OHK4/3T/14) Výzkum optických (nano)struktur a laserového plazmatu.

Dizertační práce je poměrně rozsáhlá, má celkem 119 stran (s 36 obrázky a několika tabulkami). Práce má celkem 6 hlavních číslovaných kapitol. Mimo to, první nečíslovaná kapitola Úvod obsahuje úvodní motivaci pro tuto práci, včetně prezentaci cílů dizertační práce a struktury práce v předloženém textu. Teoretická část zahrnuje úvodní 1. kapitolu (Kvantový pohled na elektronový plyn). Autor zvolil ne úplně tradiční úvod do teorie nelokálních plazmatických efektů, pomocí kvantové teorie a žele modely, směřující k Lindhardově nelokální disperzní formulaci pro permitivitu. Další, 2. kapitola (Nelokální vlastnosti a modely v plazmonice) představuje velmi dobrý úvod do samotné problematiky, včetně klasifikace možností optických nelokálních disperzních odezev prostředí. Na tuto část logicky navazuje 3. část (Standardní hydrodynamický model a některé jeho modifikace), která představuje úvod do linearizovaného hydrodynamického modelu. Bohužel, v této části byly zřejmě větší plány, které se zřejmě nepodařilo dokončit, tato kapitola působí poněkud nedokončeně, mohla obsahovat další informace. Následující 3 kapitoly představují již hlavní přínosy této práce, a to konkrétně: kapitola 4 – nový modifikovaný hydrodynamický model sférické kovové částice (návrh a implementace modifikovaného hydrodynamického modelu, vlastní implementace, model s kombinovaným radiačním a viskózním útlumem, prezentace a diskuze výsledků modelu). Nejdůležitější výsledky tohoto modelu budou v nejbližší době zaslány k časopisecké publikaci. Dále kapitola 5 – nelokální model kovové vrstvy a dvojevrstvy (prezentace modelu přenosových matic pro jednoduchou vrstvu a dvojevrstvu, prezentace a diskuze výsledků modelu). Úplnou novinkou je zejména korektní model nelokální dvojevrstvy, který nebyl doposud nikde řešen. Výsledky tohoto modelu byly zaslány k publikaci a jsou aktuálně v recenzním řízení. Poslední kapitola s vlastními výsledky – kapitola 6 – představuje dizertantův příspěvek, v návaznosti na publikaci v JOSA B (2023, kde byl spoluautorem s významným podílem, viz též příložené Prohlášení), k dalšímu rozvoji nelokální Fourierovy modální metody. Tuto část se bohužel v samotné práci nepodařilo dokončit až do formy grafů a porovnání s dřívějšími přístupy. Práce je formálně uzavřena nečíslovaným Závěrem, shrnujícím dosažené výsledky, dále relevantními vědeckými výstupy autora: 1 vyšlá publikace (JOSA B, s dizertantovým významným autorským podílem), další publikace přijatá k publikaci (Sensors, 2023, dizertant 3. významným autorem), hlavní dizertantova publikace (dizertant 1. autorem) je aktuálně v recenzním řízení (Plasmonics), další článek (dizertant 1. autorem) bude v nejbližší době zaslána k publikaci. Kromě toho byl uchazeč v období 2016 - 2023 hlavním autorem či spoluautorem




17 konferenčních příspěvků ve sbornících mezinárodních relevantních mezinárodních konferencí (např. *Czech-Polish-Slovak Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics*, *International Workshop on Optical Wave & Waveguide Theory and Numerical Modelling*, *SPIE conference*, aj.).

Text uzavírá přehled použité literatury (109 položek) a Dodatek, diskutující některé detaily v rámci odvození. Dizertační práce Ing. Milana Burdy obsahuje nepochybně originální výsledky, které se také podařilo již částečně publikovat, zbylé výsledky budou do obhajoby práce ještě publikovány. I když došlo ke zpoždění při publikování výsledků, celkově se domnívám, že tyto dokládají odbornou úroveň autora a jeho důležitý vlastní příspěvek k výzkumu v oblasti nelokálních plazmonových efektů.

Jako školitel, který měl možnost dizertanta, spolu se školitelem – specialistou (Ing. P. Kwiecien) vést a spolupracovat s ním, na mnoha rovinách, po dobu několika let, mohu prohlásit, že se mu podařilo dosáhnout zajímavých a důležitých výsledků, na které bude možno v dalším navazovat. Bohužel, ne zcela se podařilo časově zvládnout publikování výsledků (které aktuálně ještě probíhá) i samotné zpracování dizertační práce, dosažených dílčích výsledků však bylo mnohem více (aktuální zapojení do projektu GAČR a řešení zesílení pole v nanosněhulákových strukturách). Autor na plnění cílů dizertační práce pracoval vždy svědomitě a obětavě, často bohužel ovšem ne příliš efektivně, ne vždy také dbal příslušných rad z mé strany, zejména vzhledem k dokončování rozpracovaných problematik, na druhou stranu přicházel se zajímavými podněty a nápady. Dizertant se navíc účastnil i dalších organizačních a pomocných aktivit, nad rámec jeho doktorského studia, například napomáhal při organizování různých fakultních propagačních akcí (Dny otevřených dveří, Týden vědy, Noc vědců. apod.), aktivně se zapojoval též do výuky (Základní a pokročilá praktika z optiky), aktivně pomáhal v době rekonstrukce budovy v Troji.

**Závěrem mohu konstatovat, že dizertant dle názoru školitele splnil cíle dizertační práce a zaslouží si připuštění k obhajobě dizertace. Domnívám se, že tato dizertační práce, i přes jisté komplikace, splňuje požadavky kladené na dizertační práci příslušnými předpisy. Práci proto doporučuji k obhajobě pro získání titulu PhD.** Škoda, že se dizertant, a je to jistě i mojí chybou, nevěnoval sepsání a publikování výsledků systematictěji, k publikování tak došlo a dochází až v této závěrečné době. Na druhou stranu, kladně hodnotím detailní teoretický záběr uchazeče, při dostatečném zvládnutí studované problematiky (numerické simulace pokročilých struktur), spolu s interpretací výsledků a novými nápady.



Prof. Ing. Ivan Richter, Dr.  
školitel dizertanta  
KFE FJFI ČVUT

V Praze, 31. března 2023