

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Optický model rozptylu světla využívající modifikovaný koherentní maticový formalismus
Jméno autora:	Radek Nevýhoštěný
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra elektrotechnologie
Oponent práce:	Mgr. Zdeněk Remeš, PhD.
Pracoviště oponenta práce:	Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	<b>mimořádně náročné</b>
Cílem diplomové práce je popsání matematického modelu rozptylu světla ve struktuře pomocí koherentního maticového formalismu. Jedná se o aktuální tematiku jak z hlediska základního výzkumu tak z hlediska potenciálních aplikací v solárních člancích.	
<b>Splnění zadání</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>	<b>splněno s menšími výhradami</b>
Praktickým výstupem práce je program Rlay realizovaný v jazyce Python, který umožňuje návrh a vizualizaci struktury materiálů přes grafické uživatelské rozhraní. Pro takto navrženou strukturu je možné simulovat průběh úhlově závislé reflexe, transmise a absorpce polarizovaného světla. Další funkcionalitou je možnost umístění difuzních rovin do struktury pro simulaci difuze světla ve struktuře. Pro tento případ je v praktické části odvozeno rozšíření maticového výpočtu do diskretizovaného úhlového vektoru a způsob vytvoření difuzní matice. Počet úhlů, pro které probíhá simulace, je uživatelsky nastavitelný spolu s rozsahem výpočtu. Výsledná matice je programem převáděna na soustavu lineárních rovnic a řešena. Studentem vyvinutý program Rlay je porovnán s webovou aplikací PV Lighthouse a Matlab programem OPTOS vyvíjeným institutem Fraunhofer ISE. Porovnání simulovaných a naměřených spekter je věnována pouze krátká kapitola 6. Chybí porovnání simulovaných a naměřených spekter totální absorpce rozptylujících vrstev, neboť tato spektra mají přímou souvislost s účinností konverze světelné energie. Velmi vhodnou metodou měření totální absorpce rozptylujících tenkých vrstev na skleněné podložce je metoda fototermlální deflexní spektroskopie (PDS), dostupná na pracovišti oponenta.	
<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	<b>správný</b>
Tato práce se zabývá simulací šíření světla ve vícevrstvých strukturách, potenciálně umožňující zahrnutí difuze světla. V teoretické části je odvozen matematický model popisu šíření světla a jeho difuze pomocí modifikovaného maticového formalismu. Dále je zde popsán výběr programového jazyka Python pro vývoj a princip chodu využitých externích knihoven. Jedná se o mimořádně náročné zadání, jak z hlediska teoretického tak z hlediska časové náročnosti a spíše odpovídá zadání dizertační práce. Diplomová práce však může být vhodným východiskem pro navazující dizertační práci. Za otevřenou otázku pokládám, zda by nebylo lepší místo náročného vývoje zcela samostatného řešení uvažovat o zapojení do již existujících pokročilých mezinárodních projektů optického modelování texturovaných povrchů pomocí maticového formalismu jako je např. projektu Fraunhofer OPTOS jehož základní podoba je distribuována pod GNU licenci formou zdrojových souborů programu Matlab. Jedná se o souhrn funkcí vyvinuté metodiky, na kterém lze stavět vlastní řešení. Navíc software Matlab je pro zaměstnance a studenty ČVUT dostupný zdarma v rámci akademické licence a domnívám se, že pro jiné studenty, kteří eventuálně budou v této práci pokračovat, by bylo programování v Matlabu jednodušší.	
<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	<b>A - výborně</b>

Výborná odborná úroveň jak z hlediska studované tematiky, tak z hlediska zpracování.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

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

Z formálního hlediska mám výhrady ke kapitole 4.2. Nejprve jsou v obrázku 4.2 a 4.3 uvedeny výsledky simulací spekter reflexe a teprve potom v obr. 4.4 a 4.5 je uvedeno zadání. To je trochu matoucí, přehlednější by bylo nejprve definovat zadání a pak výsledky s odkazem mezi obrázky.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.*

Nemám námítky.

**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.*

Oceňuji vynikající zvládnutí maticového formalismu šíření světla v tenkých vrstvách a doporučuji v této tematice pokračovat v rámci PhD. studia. Pro praktické využití by bylo třeba simulovat nejenom šíření polarizovaného světla, ale i světla pouze částečně polarizovaného, dále počítat s částečnou koherencí světla a s nehomogenitami reálných vrstev (např. potlačení interferencí klínovitostí vrstvy, tloušťkovou nehomogenitou dielektrické funkce formou „graded materials“), apod. Protože se jedná o velmi náročné a rozsáhlé téma doporučuji, aby student pracoval zapojen do nějakého mezinárodního týmu, který se problematice modelování šíření světla v tenkých vrstvách dlouhodobě věnuje.

**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.*

Cíl práce je velmi ambiciózní, zadání mimořádně náročné. Student prokázal schopnost pochopit zadanou tematiku a aplikovat řešení maticovým formalismem. Student rovněž prokázal velmi dobrou schopnost programování v jazyce Python. Protože se jedná o velmi náročné a rozsáhlé téma mám dotaz, zda školitel a student uvažovali o zapojení do vhodného mezinárodního týmu, který se dané problematice simulací šíření světla v solárních člancích dlouhodobě věnuje. Domnívám se totiž, že rozsah a komplexnost dané tematiky nelze v malém týmu školitel & student plně zvládnout.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.



Datum: 6.6.2018

Podpis: Mgr. Zdeněk Remeš, PhD.