

Posudek na dizertační práci p. Ing. Vladimíra Brázdy

Moderní metody výzkumu atmosféry pro modelování šíření optických a rádiových vln

Ing. Martin Grábner, Ph.D., odd. frekvenčního inženýrství, Český metrologický institut, Hvoždanská 3, 148 01 Praha 4, tel. 271192226, email: mgrabner@cmi.cz

Dizertační práce Ing. Vladimíra Brázdy představuje příspěvek do odborné problematiky popisu šíření elektromagnetických vln v prostředí zemské atmosféry. Dizertace se věnuje otázkám šíření hlavně optického signálu ve viditelné a infračervené oblasti spektra a je tak relevantní zejména pro charakterizaci přenosového kanálu optických bezkabelových spojů (OBS). **Zvolené téma je aktuální**, což dokládají četné publikace na toto téma v současné odborné literatuře. Nové modely pro určení útlumu optického signálu při šíření v hydrometeorech jsou navrhovány s cílem přesněji určit atmosférické vlivy na přenosový kanál u OBS spojů. Předložená dizertační práce v tomto úsilí pokračuje a klade si cíle uvedené v kapitole 2, tj. a) určování rozdělení velikosti kapek mlhy a oblaků, b) formulace modelu k popisu a predikci útlumu optického signálu v atmosféře, c) vývoj nízkonákladového distrometru pro určení rozdělení velikosti kapek deště (DSD).

Práce je členěna do šesti kapitol, nultá a pátá tvoří úvod a závěr. Kapitola 1 předkládá přehled současného poznání v oboru, kapitola 2 pak obsahuje cíle dizertace. Teoretická část v kapitole 3 velice výstižně popisuje fyzikální jevy a uvádí matematické vztahy a modely, které jsou relevantní pro charakterizaci různých aspektů šíření optického signálu v mlze (oblacích) a dešti. Jsou zde také zmíněny principy měření srážek. Hlavní výsledky disertace jsou uvedeny v kapitole 4, praktická část, která prezentuje zevrubný popis experimentů a podrobné zpracování výsledků experimentálních měření na OBS umístěných na Milešovce a v Praze. Jsou určeny dlouhodobé statistiky měrného útlumu optického signálu na dvou vlnových délkách a závislost útlumu na dohlednosti. Je popsáno v rámci práce navržené a realizované kontrastní měření dohlednosti. Na základě přesného numerického modelování je odvozen vztah mezi intenzitou deštěm a měrným útlumem. Konečně je prezentována nová metoda určení třech parametrů gama rozdělení velikosti kapek mlhy/oblaku pomocí měřených parametrů LWC, PSA a dohlednosti.

Předložená dizertační práce systematicky a podrobně analyzuje závislosti mezi fyzikálními parametry hydrometeorů a útlumem optického signálu. **Metody zpracování** byly zvoleny velice účelně, přičemž výsledky teoretického a experimentálního výzkumu se vzájemně podporují a dokládají konzistentnost celkového přístupu k modelování optického šíření v hydrometeorech.

Sledovaný **cíl dizertační práce byl splněn**. Autor úspěšně zkonstruoval systém pro měření dohlednosti, který poskytl velmi cenné srovnání s měřením dohlednosti přístrojem PWD. Z objektivních technických důvodů, které jsou vysvětleny v práci, nebyla zcela dotažena realizace levného distrometru. To je však více než kompenzováno jednak realizovaným systémem pro měření dohlednosti a také efektivním zpracováním dostupných dat s profesionálního distrometru na pracovišti ÚFA v Praze. Autor navrhl vztah pro závislost optického měrného útlumu na intenzitě deště, který je založen právě na analýze dat distrometru v Praze. Konečně za **nejdůležitější originální výsledek** považují autorem navrženou metodu pro odhad parametrů rozdělení velikosti kapek mlhy. Výsledky statistické analýzy

odhadnutých parametrů DSD poskytují nové znalosti o typických parametrech DSD mlhy a oblaků. Metoda odhadu pak může nalézt aplikaci a na jiných datech obdobného charakteru. Podle mého názoru tak představuje důležitý pokrok ve stavu poznání v daném vědním oboru.

Následuje podrobnější kritická analýza obsahu dizertační práce.

Formální připomínky

Práce je psána v českém jazyce a nejsou zde žádné problémy se srozumitelností, styl je velice jasný a přehledný. Oceňuji vynikající kvalitu zpracování grafů a diagramů. Překlepy se vyskytují jen sporadicky, členění práce je přehledné. Použitá literatura je citována a není tedy problém identifikovat vlastní příspěvek autora.

Obsahové připomínky, otázky a polemické body

Kapitola 3

Na str. 26 je uveden vztah (3.14) pro Rayleighův rozptyl, kde je poměr rozptylu Q_s nepřímo úměrný kvadrátu vlnové délky λ . To je zřejmě chyba, protože i podle obr. 3 je patrné ze sklonu křivky, že Q_s roste (v oblasti malých x) s čtvrtou mocninou parametru x , kde $x = \pi D/\lambda$.

Na str. 28 nahoře se uvádí, že přesné vysvětlení extinkčního paradoxu je předmětem výzkumu. Není jasné, co konkrétně zůstává na tomto faktu nevysvětleno.

Na str. 48, obr. 26 jsou uvedena spektra velikosti kapek měřená na Milešovce přístrojem APS. Jsou k dispozici i měření optického útluhu a dohlednosti v tomto čase? Nemohlo by to poskytnout možnost dalšího ověření metody určení parametrů DSD mlhy prezentované v kapitole 4?

Na str. 51, na obr. 27 je na vodorovné ose vynesena dohlednost (m). Správně má být vlnová délka (μm).

Kapitola 4

Na str. 63, 64 jsou pomocí regrese získány mocninné vztahy útluhu na dohlednosti. V jakém rozsahu dohledností mají platit? Z definice dohlednosti plyne, že útlum na vlnové délce 550nm je nepřímo úměrný viditelnosti, tedy ve vztahu (4.2) je exponent $b(550\text{nm})=-1$. Empirické modely ale dávají $b(830\text{nm})=-0.76$ a $b(1550\text{nm})=-0.84$. Existuje nějaké vysvětlení, proč je tomu zrovna tak nebo proč je vlnová délka 1550nm blíže definici dohlednosti než 830nm?

Na str. 75, na obr. 59 je vynesena závislost přesného měrného útluhu beta na intenzitě deště R. Byl útlum vypočten přímo z diskrétní měřené DSD nebo integrací proloženého modelu DSD?

Otázka k obhajobě:

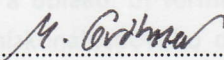
Rád bych slyšel názor Ing. Brázdy na budoucí vývoj v oblasti modelování šíření optického signálu v atmosféře. Kde například vidí možnosti dalšího zpřesňování jím navržených nebo jiných podobných modelů?

Závěr

Konstatuji, že předložená dizertace má charakter **tvůrčí vědecké práce**. Výsledky prezentované v dizertaci již prošly odbornou oponenturou ve formě recenzních řízení časopiseckých a konferenčních příspěvků Ing. Brázdy, jejichž **rozsah a kvalita je zřetelně nadprůměrná**, a nepochybně obohacují stupeň poznání v předmětné oblasti. Práci proto **doporučuji k obhajobě**.

V Praze dne 21. 8. 2018

Ing. Martin Grábner, Ph.D.


.....