

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vliv turbulencí na optický bezdrátový spoj s bezpilotním prostředkem
Jméno autora:	Martin Tóth
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra elektromagnetického pole
Oponent práce:	Ing. Matěj Komanec, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra elektromagnetického pole

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práci lze hodnotit jako náročnější, převážně z hlediska studovaného systému bezdrátového optického spoje mezi pozemním stanovištěm a bezpilotního letounu pohybujícího se několik jednotek až desítek kilometrů nad Zemí. Rovněž uvažované vlivy jako mlha, déšť, turbulence na tento spoj působí různě a jejich kombinace vychází z komplexních statistik a modelů.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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>	
Práce splnila zadání. Menší výhrady jsou směrem k uvažování bezpilotního letounu, kde v práci chybí reálné parametry daného objektu, neuvažuje se např. jeho rychlost, velikost, citlivost a rozměry detekční části. Rovněž je v zadání zmíněn optický svazek, ale v práci samotné nelze nalézt popis studovaného svazku či jeho parametry.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student postupoval logicky přes rešerši po experimentální část. Nicméně postrádám detailnější popis zdroje/přijímače a zkoumané trasy, nejsou stanoveny konkrétní cíle, kterých se má dosáhnout (např. jaká chybovost pro daný bezpilotní letoun v dané výšce je ještě akceptovatelná, jaká je výkonová bilance spoje).	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	

Odborná stránka práce je na dobré úrovni.

Kladnou stránkou je zpracování rozsáhlé experimentální studie vlivu turbulencí pro různé scénáře. Bakalant pak experimentální měření na krátkém úseku intenzivních turbulencí přepočítal pro trasu o délce 10 km, která odpovídá spoji Země – bezpilotní letoun.

V rámci práce bakalant využil několika kvalitních referencí, na druhou stranu jiné nelze považovat za relevantní. Problematickým se jeví logika návaznosti a popisu jednotlivých jevů. Např. v teoretické části je v kapitole 2.4.3. diskutován princip Fourierovy transformace z časové oblasti do oblasti spektrální, kde pak v praktické části k realizaci nedochází, což autor předesílá. Naproti tomu je v praktické části spektrum optického signálu, které není pro daný přenos Země – bezpilotní letadlo významně relevantní. Bakalant u optického spektra zmiňuje vliv turbulencí na úroveň šumu, což není správné, jedná se pouze o šum Erbiového-zesilovače (turbulence se projeví v SNR). Lze nalézt i další nepravdivá tvrzení, např. zesilovač TDFA na bázi Thulia pracuje ve zcela odlišném pásmu vlnových délek. Dále je v práci uvedena řada nepřesných/nepřesných/nepřesných/nepřesných tvrzení jako „přenos dat na velkou vzdálenost“ bez uvedení přibližných/řádových hodnot.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

Formální stránka práce, respektive celkový vzhled jsou na dobré úrovni. Kvalitu textu snižuje převážně kombinace českého a anglického jazyka. Proč jsou popisy os grafů v anglickém jazyce a text v jazyce českém je nelogické (např. v Úvodu „photophone“). Rovněž v některých větách je evidentně nepřeložené slovo do češtiny (např. „peak“)

Výběr zdrojů, korektnost citací

D - uspokojivě

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.

Citace mísí kvalitní zdroje a zdroje pochybného charakteru (Facebook, Wikipedie). Rovněž formátováním v Latexu došlo k nekvalitnímu převodu názvu zdrojů (místo „LTE“ je „lte“ atd.)

Další komentáře a hodnocení

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

Bakalant zadání práce splnil s menšími výhradami. Bakalant samostatně realizoval rozsáhlou experimentální část a zpracoval výsledky.

Nedostatky práce vychází z rozkouskování práce na velmi krátké úseky, které na sebe nenavazují. Chybí prvotní definice vysílače a přijímače a stanovení limitních parametrů, které by experimentální měření a výpočet vychýlení měl sledovat. Rovněž zcela chybí jakýkoli popis datového toku, rychlost, vlnová délka – důvody této volby. Parametry modelového bezpilotního letounu. Naproti tomu je detailně diskutován vláknově-optický zesilovač, který s tématem práce souvisí pouze minimálně a na tomto příkladu je ilustrováno nepochopení této problematiky. Převzatý text o energetických hladinách ostře kontrastuje s chybným konstatováním, že thulium má emisní oblast v okolí 1550 nm. Další poznámky převážně z úvodu práce jsou uvedeny následně:

1. V kapitole 2.1.1. bakalant tvrdí že „velké procento populace bez připojení k internetu“ – v tomto případě by bylo vhodné uvést zdroj, případně oblast. V Evropě bude jistě pokrytí na slušné úrovni.
2. Ve stejné kapitole 2.1.1. bakalant hovoří o využití FSO v datových spojích – chybí uvedení datových rychlostí, případně typů modulace, na jakých vlnových délkách.
3. V kapitole 2.1.1. komunikace s UAV – druhý odstavec postrádá reference.
4. V kapitole 2.1.1. komunikace s UAV – bakalant zmiňuje, že letoun je velký a velmi lehký – zde by opravdu bylo vhodné uvést skutečné parametry.
5. Kapitola 2.2. – slovo „customizace“ lze jistě nahradit ekvivalentem v českém jazyce
6. V kapitole 2.2. NASA bakalant porovnává radiový a optický signál a vyvozuje, že vzhledem k vlnové délce je menší difrakce a tím pádem více optického výkonu na přijímači. Toto nedává smysl. Za prvé radiové vlny nemají optický výkon, za druhé kolik dopadne optického výkonu, záleží na divergenci zdroje (laseru), optické soustavě (čočky), vlnové délce, vyslaném výkonu a dalších parametrech.
7. Odstup signálu k šumu (SNR) v kapitole 3.2 je vyjádřen chybně v dBm místo dB.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Hodnocení práce je již detailně rozepsáno v předchozích bodech. Celkové hodnocení ovlivnila jak odborná stránka, tak stránka formální.

Práce se zabývá zajímavým tématem využití optických systémů pro komunikaci pozemních stanic a bezpilotními letouny. Cílem práce bylo zkoumat vliv vychylování optického svazku vlivem atmosféry a dále pak v laboratorních podmínkách simulovat různé scénáře turbulencí respektive strukturálního indexu lomu. Bakalant realizoval rozsáhlou experimentální studii a vyhodnotil vliv turbulencí na 10km spoj Země – bezpilotní letoun.

K obhajobě navrhuji tyto 3 body k diskuzi:

1. Schematicky uvést topologii uspořádání pozemní stanice (optický vysílač) a bezpilotní letoun (přijímač), uvést hlavní příkladové parametry (výkony, vlnové délky, citlivosti detektoru, velikost detektoru, divergence svazku u vysílače)
2. Krátce shrnout využívané FSO datové formáty pro spoje Země – bezpilotní letouny, jejich rychlosti a metody přenosu – výhody a nevýhody.
3. Diskutovat Thulium-dopovaný vláknový zesilovač, jeho emisní pásmo a příklady jeho využití.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 31.5.2018

Podpis:

