

Oponentní posudek bakalářské práce

Michaela Doležela

Bakalářská práce **Michaela Doležela** na téma „**Objektivní testování laserových dálkoměrů**“ řeší problematiku přesnosti dosahu určení délky laserovým dálkoměrem v reálných podmínkách. Řešené téma nepatří mezi obtížné a je k němu k dispozici dostatek literárních zdrojů.

Po obsahové, formální i stylistické stránce je práce velmi slabá. Struktura práce postrádá logické členění. Navzdory snaze o základní rozdělení práce na teoretickou a praktickou část jsou obě části v práci poměrně nelogicky promíchány. Analýzy v teoretické části jsou velmi povrchní a často až zavádějící (např. str. 15 – schéma 2: odvození reálné vzdálenosti dosahu, kde operuje autor se zakřivením Země, byť pro měření na krátké vzdálenosti, které jsou dále uvažovány je prakticky nepodstatné). V práci se rovněž vyskytuje relativně mnoho převzatého textu, často bez citací zdrojů (např. klíčivé vztahy 4 a 6). Práce jako celek obsahuje velmi mnoho nedostatků, proto se dále omezím jen na jejich ilustraci.

1. OBSAHOVÁ STRÁNKA PRÁCE

Vlastní řešený problém (počínaje kapitolou 2.2) je podán velmi zjednodušeně bez zjevného pochopení souvztažností. Nejprve se tak např. autor zabývá na str. 17 nepřesnostmi (zde by bylo vhodnější využívat pojem nejistota) měření, aby až na str. 32-35 podal neúplný a silně zjednodušený popis rozdělení a principu činnosti laserového dálkoměru.

Již v úvodu práce autor mylně uvádí, že cit. „*Metodika měření dosahu laserového dálkoměru není definována žádným standartem*“, aby se na str. 31 při definování dosahu na jeden z těchto standardů odvolával.

V práci postrádám alespoň základní klasifikaci chyb laserového dálkoměru a jejich dopad na nejistotu měření. V předloženém textu tak je jen jejich velmi omezený výčet bez snahy o hlubší analýzu jejich míry či vlivu navíc často doprovázený chybnými tvrzeními. Pro ilustraci – na str. 17 v části věnované konstrukčním nepřesnostem laserového dálkoměru autor tvrdí, že cit. „... *pro dokonalé měření musí být všechny osy přijímací i vysílací větve v jedné rovině*“ (namísto korektního rovnoběžné). Bohužel se nejedná o náhodné opomenutí prakticky to samé tvrzení lze nalézt u měření pomocí stanice LJT i LTE. Na str. 25 autor dále např. tvrdí, že „...*odchylka měření je zvolena před vlastním měřením*“. Může autor objasnit toto tvrzení?

Rovněž při stanovování referenčních vzdáleností je jeho postup nepřesný. Např. na obr. 10 je určována vzdálenost mezi dvěma body z leteckých map. S ohledem na to, že tyto mapy vznikají přepočtem šikmého průmětu během přeletu letadla nad pásem území jsou zatíženy projekční chybou (v některých případech i poměrně značnou). Namísto toho by bylo výrazně vhodnější vycházet z přesnějších geodetických nebo katastrálních map, které umožňují ve většině případu i odečítat přesnost stanovení definičních bodů.

Na str. 13 jsou faktory ovlivňující dráhu laserového svazku (autorem důsledně označovaného jako paprsek) stanoveny nedůsledně. Autor z možných vybírá zcela nahodile i nepodstatné a naopak důležité opomíjí. Pakliže má práce za cíl stanovit přesnost a dosah laserového dálkoměru v reálných podmínkách, není zcela jasné omezení pouze na vliv útlumu a opomenutí velmi často dominantního vlivu - turbulence atmosféry.

Výhrady mám i k použitému způsobu měření divergence svazku na stanici LJT. Stanice LJT je de facto optickým systémem Newtonova dalekohledu s parabolickým zrcadlem. Pokud byl laserový dálkoměr ustaven jak autor uvádí. „*přibližně sesouhlasením optických os LJT a laserového dálkoměru do jedné roviny*“ bude výsledný záznam (viz. obr. 8 a 9) zatížen mimosovými aberacemi optické soustavy LJT a to zejména komou a astigmatismem. Takto pojaté měření není zcela korektní a může vést k nesprávným závěrům.

Dílčí přínos práce tak lze alespoň z části spatřovat v realizovaném měření přesnosti a dosahu laserového dálkoměru, byť i zde lze nalézt řadu pochybení, které mohou dosažené výsledky zpochybnit. V práci je vlastní postup měření popsán jen velmi zhruba. V práci také postrádám podrobnou metodiku měření a vyhodnocení měření. Chybějící podrobnější chybová a toleranční analýza vede místy až k nesprávným závěrům, kdy např. na str. 27 autor uvádí cit. „... *do 200m je laserový dálkoměr měřit cíl s nulovou odchylkou*“ Autor měl zjevně na mysli, že je dálkoměr schopen měřit vzdálenost k cíli s nulovou chybou, byť i toto tvrzení je zjevně chybné.

2. FORMÁLNÍ A STYLISTICKÁ STRÁNKA PRÁCE

V práci se vyskytuje poměrně velké množství dalších formálních i stylistických nedostatků. Platné normy ČSN ISO 7144 a 690 pro psaní odborných textů nejsou bohužel zcela dodržovány. Tabulky tak jsou např. uvozovány popisem dole a nikoliv nahoře, schémata nejsou důsledně citována jako obrázky, vztahy jsou do textu často vřazována ledabyle a to i jako součást obrázků (schéma 2) bez dalšího číslování, vysvětlení či citace zdroje.

Rovněž stylistická úroveň práce je podprůměrná. Název kapitoly je typicky následován větou „ *V tomto bodu jsou zmíněny ...*“ následovaný názvem kapitoly, Prakticky na každé stránce lze nalézt věty s nečeským slovosledem. To je doprovázeno některými nevhodnými názvy kapitol. Např. na str 35: „*Hygienická opatření laseru*“ namísto vhodnějšího „*Hygienická opatření při práci s laserem*“.

Stěžejní předmětná norma je chybně citovaná – nařízení vlády 291/2015 Sb. se správně nazývá ... o ochraně zdraví před neionizujícím zářením (nikoliv ionizujícím, jak opakovaně uvádí autor).

Na str. 38 autor uvádí, že cit. „*Pulzy, které vysílá MOSKITO, jsou v řádu desetin sekundy či jednotek nanosekund*“. Je opravdu rozdíl v jednotlivých impulzech od testovaného laserového dálkoměru 7 řádů, nebo došlo k chybné formulaci?

Prakticky v celém textu práce je střídavě zaměňován pojem rozsah měření a dosah přístroje (např. na str. 7, 12, 13, 17). Jaký je obsah těchto pojmů a jaký ekvivalent je používán např. pro voltmetr?

Popis obrázku 9 je matoucí – auto určuje délku svazku z jeho příčného průřezu svazku (zjevně měl na mysli jeho šířku). Na str. 19 autor na místo zažitých radiometrických jednotek využívá pojmu „*laserový výkon*“ aniž by jej dále osvětlil.

Tab. 1 je nesmyslná a nemá prakticky žádnou informační hodnotu. Současně v práci nalezneme nelogicky včleněny hlavičky měřících protokolů, aniž by byly korektně označeny.

Práci jako celek hodnotím jako velmi slabou s četnými obsahovými, formálními i stylistickými nedostatky. V případě, že autor uspokojivě zodpoví v posudku uvedené otázky ji hodnotím jako dostačující (E).

Doporučuji, aby autor práce v případě obhajoby zodpověděl mimo výše uvedených i následující otázky:

1. Kategorizujte a vysvětlete faktory ovlivňující reálný dosah laserového dálkoměru. Jakou mají jednotlivé faktory váhu?
2. Objasněte význam pojmů přesnost měření přístroje (např. laserového dálkoměru) a nejistota měření.
3. Objasněte váhu všech hlavních vlivů, které ovlivňují nejistotu měření dálky laserovým dálkoměrem.
4. Analyzujte potřebnou přesnost ustavení laserového dálkoměru před stanicí LJT, aby zaznamenaná stopa svazku nebyla viditelně zatížena aberacemi této soustavy.
5. Koeficient útlumu je v práci taxativně stanoven na hodnotu 0,2 dB/km při meteorologické dohlednosti 20km na vlnové délce 1550 nm. Meteorologická dohlednost je definována pro vlnovou délku 550 nm a na jiné vlnové délky je nutný její přepočít. Jak byla tato hodnota během experimentálních zkoušek ověřována? V jakých hodnot běžně v našich podmínkách nabývá?
6. Na str 52 uvádíte, že cit. „*chyba měření je způsobena odlišným aldebem cíle*“. Objasněte jak odrazivost cíle ovlivňuje nejistotu (přesnost) měření.

V Olomouci 27. 5. 2019

Dr. Ing. Zdeněk Řehoř, PhD.