

VLIV MLHY NA OPTICKÝ SVAZEK V ATMOSFÉRICKÉM PŘENOSOVÉM PROSTŘEDÍ

Michaela Sedláčková

Gymnázium, Brno-Řečkovice, Terezy Novákové 2

Abstract: Optical beams at Free Space Optical communication – FSO (optical wireless connections, optical detection systems or optical radars) are attenuated because of molecular absorption and aerosol scattering. Fog is reason of many long-term failures in FSO. Description of fog influence on optical beams is aim of this work. Fog influence on optical beams at different wavelengths generated by lasers or laser diodes will be investigated. Result of the work will be experimental measurement of specific optical sources, derivation of the conclusions including recommendations, what kind of source of optical radiation is appropriate for the atmospheric situation with regard to the fog.

1. ÚVOD

Optické svazky jsou schopny přenášet velký objem dat na určitou vzdálenost. Tato vlastnost má hojně využití v optických bezkabelových systémech. Mlha je příčinou mnoha dlouhodobých výpadků. Cílem práce bylo zkoumat vliv mlhy na optické svazky o různých vlnových délkách a následně doporučit, který z těchto paprsků by byl nejméně ovlivňován mlhou a nejlépe se hodil k průmyslovému využití.

2. OPTICKÉ SVAZKY

Měření bylo provedeno s několika zdroji optického záření o různých vlnových délkách. Kromě plynových laserů He-Ne (červený – 632,8 nm, zelený – 543,5 nm) byly použity i polovodičové lasery (červený – 654,6 nm, modrý – 405 nm a infračervený).

2.1. ŠÍŘENÍ SVĚTLA VE VOLNÉM PROSTORU

Optické a infračervené vlny jsou ovlivněny absorpcí a rozptylem molekulami vzduchu, a absorpcí a rozptylem tuhými nebo kapalnými částicemi rozptýlenými ve vzduchu. [1] Šíření světla v atmosféře je popsáno Beerovým Lambertovým zákonem:

$$\tau(\lambda, L) = \frac{P(\lambda, L)}{P(\lambda, 0)} = e^{-\gamma(\lambda)L} \quad (1)$$

kde $\tau(\lambda)$ je celková propustnost atmosféry při vlnové délce λ , $P(\lambda, L)$ je výkon signálu ve vzdálenosti

L od vysílače, $P(\lambda, 0)$ je vyzařovaný výkon, $\gamma(\lambda)$ je koeficient extinkce na jednotku délky. [2]

Koeficient extinkce se skládá z absorpční a rozptylové složky. [3] Obecně je to součet následujících složek:

$$\gamma(\lambda) = \alpha_m(\lambda) + \alpha_a(\lambda) + \beta_m(\lambda) + \beta_a(\lambda) \quad (2)$$

kde α_m , α_a jsou absorpční koeficienty molekul anebo aerosolů a β_m , β_a jsou rozptylové koeficienty molekul anebo aerosolů. [4]

2.2. POPIS EXPERIMENTU

Měření proběhlo v laboratoři na Ústavu radioelektroniky. Do boxu s transparentními stěnami (rozměry: 37,5 cm x 52,5 cm x 30 cm) jsme umístili generátor mlhy. Laserový paprsek procházel skrz tento box a dopadal na měřič optického výkonu. Ukládání dat optického výkonu probíhalo jednu minutu (u infračerveného laseru a laserové diody na tři minuty) a se zpožděním několika vteřin byl aktivován generátor mlhy. Za dobu měření se paprsek utlumil na nejnižší měřitelný výkon (výkon není nikdy nulový, protože se vždy nějaká část paprsku přenesla a navíc je potřeba počítat s šumem pozadí (background noise) - šum způsobený okolním osvětlením).

Ze získaných hodnot – času t [s] a příslušného výkonu P [mW] byl vytvořen graf. V úvodních vteřinách každého průběhu je měřený výkon bez útlumu, pak klesá s přibývajícím množstvím mlhy z generátoru.

Ze změřených hodnot byla vypočítána propustnost atmosféry τ [-] a útlum atmosférou α [dB]:

$$\tau = \frac{P_1}{P_0} \quad (3)$$

$$\alpha = 10 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (4)$$

kde P_1 je výkon v čase $t > 0$, P_0 je výkon v čase $t = 0$.

Z naměřených hodnot byly vyneseny a porovnány grafy útlumu atmosférou pro jednotlivé zdroje optického záření. Pro porovnání útlumu laserových svazků o různých vlnových délkách použijeme vztah:

$$\Delta\alpha = \alpha(\lambda_1) - \alpha(\lambda_2) \quad (5)$$

2.3. POROVNÁNÍ

Bylo ověřeno dle obr. 1, že infračervený paprsek je prokazatelně méně zatlumen mlhou díky vyšší vlnové délce. V obr. 2 bylo ověřeno, že laserová dioda je méně tlumena aerosoly, než laserový paprsek o podobné vlnové délce. Tedy nejvhodnějším ze všech měřených paprsků je infračervený polovodičový laser.

3. ZÁVĚR

V této práci byl zkoumán vliv aerosolové mlhy na optický svazek. Experimentální ověření potvrdilo předpoklad, že vliv mlhy je menší na optický svazek s vyšší vlnovou délkou. Bylo také prokázáno, že laserová dioda je méně tlumena, než laser. Na závěr lze tedy konstatovat, že pro optické systémy pracující v atmosféře je vhodné, s ohledem na možný útlum na mlze, využívat optické zdroje emitující záření v infračervené oblasti.

LITERATURA

- [1] KIM, I., MCARTHUR, B., KOREVAAR, E., Comparison of laser beam propagation at 785 nm and 1550 nm in fog and haze for optical wireless communications. Optical Wireless Communications III - Proceedings of SPIE . 2001, vol. 4214, p. 26-37.
- [2] AL NABOULSI M., SIZUN H., DE FORNEL F., Propagation of optical and infrared waves in the atmosphere. In The Proceedings of the XXVIIIth URSI General Assembly in New Delhi. New Delhi (India): URSI, 2005, p. 1 - 4.

- [3] FLECKER, B., GEBHART, M., LEITGEB, E., SHEIKH MUHAMMAD, S., CHLESTIL, C., Results of attenuation measurements for optical wireless channels under dense fog conditions regarding different wavelengths. Atmospheric Optical Modeling, Measurement, and Simulation II - Proceedings of the SPIE. 2006, vol. 6303, p. 1-11.
- [4] GEBHART, M., LEITGEB, E., SHEIKH MUHAMMAD, S., FLECKER, B., CHLESTIL, C., AL NABOULSI, M., DE FORNEL, F., SIZUN, H., Measurement of Light attenuation in dense fog conditions for FSO applications. Atmospheric Optical Modeling, Measurement, and Simulation - Proceedings of the SPIE. 2005, vol. 5891, p. 175-186.