

Mobilné meracie prostriedky používané na meranie svetivosti svetelných návestidiel na letiskách

Podmanický Marek · Elektrotechnika

17.08.2015



Článok opisuje mobilné meracie prostriedky používané na meranie fotometrických veličín svetelných návestidiel na letiskách. Predstavuje najrozšírenejšie mobilné meracie zariadenia od rôznych výrobcov používané a rozšírené na našich a európskych letiskách. Čitateľ si môže na základe článku urobiť základnú predstavu o jestvujúcich systémoch na meranie svetelných veličín, ktoré musia byť pravidelne vyhodnocované. Článok má za cieľ porovnať mobilné meracie systémy najmä z pohľadu samotného konštrukčného vyhotovenia a využitia jednotlivých systémov na dosiahnutie požadovaných úloh.

Úvod

Svetelné návestidlá na letiskách sú nevyhnutnou súčasťou každého letiska, ktoré má povolenie na svoju prevádzku počas noci alebo za zníženej dohľadnosti. Správna funkcia a prevádzkyschopnosť svetelných návestidiel zabezpečuje bezpečné priblíženie, pristátie, rolovania a štart lietadiel. Medzinárodný predpis organizácie pre civilné letectvo (ICAO) vo svojej časti Annex 14 pod pojmom neprevádzkyschopné svetelné návestidlo, charakterizuje svetelné návestidlo, ktoré má priemernú svetivosť v hlavnom zväzku svetelného lúča menšiu ako 50% z hodnoty zadefinovanej v prílohe 2 tohto predpisu. To znamená, že pokiaľ svetivosť návestidla pri plnej intenzite poklesne pod predpísanú hranicu, návestidlo sa považuje za neprevádzkyschopné a je nutné vykonať na ňom požadovanú údržbu. Predpis ICAO v Annexe 14 presne stanovuje koľko percent svetelných návestidiel z tej ktorej svetelnej sústavy musí byť minimálne prevádzkyschopných. V tabuľke (tab. 1) je presne stanovené percento potrebnej prevádzkyschopnosti svetelnej sústavy.

Tab. 1 Predpísaná minimálna prevádzkyschopnosť svetelných systémov podľa kategórie meteorologických miním ICAO

Svetelná sústava	Pristátie za CAT I	Pristátie za CAT II/III	Vzlet pri RVR < 800 m	Vzlet pri RVR ≥ 800 m
Približovacia sústava za 450 m	85 %	85 %	-	-
Približovacia sústava pred 450 m	85 %	95 %	-	-
Prah RWY	85 %	95 %	-	-

Koniec RWY	75 %	75 %	85 %	75 %
Postranné návestidlá RWY	85 %	95 %	95 %	85 %
Os RWY (ak je inštalovaná)	85 %	95 %	95 %	85 %
Dotyková zóna (ak je inštalovaná)	85 %	90 %	-	-

Z uvedenej tabuľky jasne vyplýva aké percento návestidiel musí byť prevádzkyschopných. Údržba svetelných návestidiel na letiskách je preto veľmi dôležitá a z pohľadu prevádzkyschopností svetelných návestidiel aj nevyhnutná. V predpise ICAO Annex 14 sa stanovuje preventívna údržba svetelných návestidiel pre II. a III. kategóriu ICAO meteorologických podmienok pozostávajúcu z nasledujúcich úkonov:

- vizuálna kontrola, meranie svietivosti svetelných návestidiel, rozptylu lúčov a zameriavanie orientácie svetelných návestidiel, vrátane svetelných návestidiel približovacích sústav a dráhových systémov,
- kontrolu a meranie elektrických hodnôt každého obvodu, vrátane svetelných návestidiel približovacích sústav a dráhových systémov a
- kontrolu správneho nastavenia úrovne intenzity svetelných návestidiel ovládaných letovými prevádzkovými službami.

Predpis ďalej požaduje, aby meranie svietivosti a rozptylu lúčov bolo čo možno najrýchlejšie ako je to možné vykonať a takým spôsobom, ktorý zabezpečí prijateľné výsledky. Časové intervaly opakovania meraní svetelných návestidiel na vzletovej a pristávacej dráhe (RWY) na presné priblíženie II. alebo III. kategórie, musia byť stanovené v závislosti od hustoty prevádzky, od úrovne miestneho znečistenia, spoľahlivosti inštalovaného svetelnotechnického systému a stáleho vyhodnocovania výsledkov merania svetelných návestidiel. U zapustených návestidiel nesmú byť v žiadnom prípade menšie, ako dvakrát za rok a u ostatných svetelných návestidiel najmenej raz za rok. Tieto merania by mali byť vykonávané mobilnými meracími prostriedkami, ktoré sú podrobnejšie opísané v nasledujúcich častiach.

1. MALMS - Mobile Airfield Light Monitoring System

Britská spoločnosť TMS Photometrics z Coventry vyvinula v spolupráci s leteckým úradom vo Veľkej Británii (CAA) a Ministerstvom obrany Veľkej Británie veľmi presný merací mobilný prostriedok s názvom MALMS. MALMS je určený na meranie svietivosti zapustených a nadzemných svetelných návestidiel. Základom meracej sústavy je pole meracích senzorov, ktoré sú umiestnené na špeciálnej konštrukcii. (obr.1)



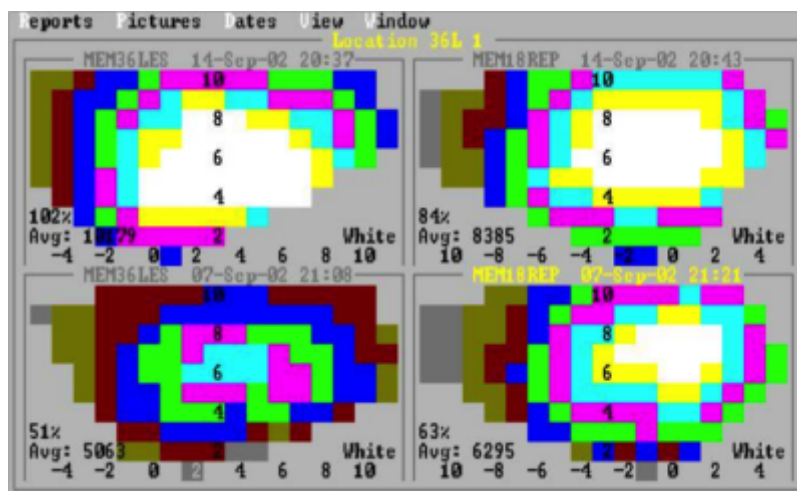
Obr. 1 Mobilné meracie zariadenie na meranie svietivosti návestidiel s názvom MALMS

Celá konštrukcia bola navrhnutá na základe optimalizácie rozmeru poľa senzorov vyplývajúceho z nutnosti dodržať fotometrickú vzdialenosť medzi návestidlom a meracími senzormi. Pole senzorov je nesené na robustnom vozíku, ktorý je ťahaný motorovým vozidlom. Vozík je vybavený navigačným zariadením na báze GPS. GPS zaručuje presnú pozíciu meracej jednotky a meria aj jednotlivé vzdialenosti medzi svetelnými návestidlami. Ďalšie inštalované senzory na meracej jednotke zabezpečujú požadovanú vzdialenosť od povrchu RWY pri meraní zapustených alebo nadzemných návestidiel. Základným princípom merania svietivosti je zmeranie osvetlenia dopadajúceho na senzor a následne na základe zákona štvorcovou vzdialenosťí pri dodržaní podmienky $r \geq FV$, kde FV je fotometrická vzdialenosť.

$$I = E \cdot r^2 \quad (1)$$

kde E - intenzita osvetlenia, r - vzdialenosť fotometra od optického stredu svetidla (návestidla)

V predpise ICAO Annex 14 sú svietivosti svetelných návestidiel predpísané izokandelovými krivkami. Priemerná svietivosť hlavného lúča je priemer meracích bodov siete rozdelenej na 1° segmenty. Pole snímačov neberie do úvahy všetky body siete, ale len určité množstvo, ktoré postačuje na správne zhodnotenie priemernej svietivosti meraného návestidla. Meracia vzdialenosť pri systéme MALMS je navrhnutá na približne 4 m, preto je aj konštrukcia meracieho poľa senzorov taká rozmerná v porovnaní s inými meracími zariadeniami. Sensory sú pravidelne kalibrované v Národnom fyzikálnom ústave vo Veľkej Británii s presnosťou dosahujúcou hodnotu 1 %. Fotometrické senzory sú korigované na krivku $V(\lambda)$, to znamená, že vyhodnocujú dopadajúce žiarenie tak, ako ľudské oko. Merací rozsah sa pohybuje od 0,1 lx až po 3000 lx (štandardne) alebo 0,01 lx až 6000 lx. Snímanie je zabezpečené zo všetkých senzorov každých 600 μ s. Všetky namerané hodnoty sú spracovávané a vyhodnocovanie počítačom a následne aj graficky zobrazované. (obr. 2)



Obr. 2 Grafické zobrazenie nameraných hodnôt svietivostí návestidiel systémom MALMS

Zmenou konfigurácie meracieho poľa senzorov je možné merať svietivosť aj návestidiel, ktoré majú požadované vyosenie svetelného lúča. Pred každým meraním sa zadá do počítača aký typ návestidiel sa ide merať a nastaví sa vstupné koordináty ako napríklad odkiaľ sa začne s meraním, aký je rozstup medzi jednotlivými návestidlami a podobne. Po zadaní vstupov a po nastavení meracieho zariadenia do požadovanej pozície sa môže začať samotné meranie. Systém neustále vyhodnocuje smer vedenia meracieho vozíka od osi návestidiel a softwarovo kompenzuje odchýlku +/- 0,3 m od tejto osi a tým zabezpečuje potrebnú presnosť merania. Pri meraní sa môže dosiahnuť rýchlosť meracieho vozidla až 80 km/h. Tento fakt je dôležitý pri meraní svietivosti svetelných návestidiel na RWY, ktorá nie je uzatvorená a je preto nutné vykonať meranie čím najrýchlejšie. Pri tejto rýchlosti je schopný systém kompletne zmerať a vyhodnotiť osovú návestidla v jednom smere jazdy za takmer 4 minúty pri RWY s dĺžkou 3000 m. Po skončení merania je možné všetky výsledky, diagramy a tabuľky preniesť do PC a následne vygenerovať kompletnú správu z ukončeného merania.

2. PAC - Photometric Airfield Calibration

Francúzska spoločnosť s názvom FB Technology z Clamartu vyvinula mobilné meracie zariadenie pod názvom PAC. Základ meracieho systému tvorí 1 m široká rámová konštrukcia, na ktorej sú osadené fotometrické senzory. Rám so senzormi sa umiestňuje na prednú časť meracieho vozidla (obr.3), v prípade, že sa merajú svietivosti nadzemných svetelných návestidiel, potom sa rám premiestni mimo os meracieho vozidla (obr. 4). Meranie svietivosti návestidiel je založené na rovnakom fyzikálnom princípe (zákon štvorca vzdialenosti) ako to už bolo spomenuté vyššie v prípade zariadenia MALMS.

Výsledky sa vyhodnocujú priebežne ešte počas merania a to aj graficky. (obr. 5) Merací systém poskytuje informácie o priemernej svietivosti v hlavnom zväzku lúča, tak aj o maximálnej svietivosti a farbe svetla meraného návestidla. PAC meracie zariadenie dokáže zhodnotiť rovnakým spôsobom všetky svetelné návestidlá, ktoré dokážu osvetliť senzor minimálne hodnotou 10 lx. Kamera a monitor umiestnený na palubnej doske vozidla pomáhajú vodičovi dodržať správny smer pri meraní svietivosti návestidiel. Kompletný PAC merací systém sa skladá z nasledujúcich hlavných častí:

- rám so senzormi, rozmery rámu (1 m x 0,16 m x 0,12 cm) , hmotnosť 8 kg, napájanie 12 V DC
- elektronické rozhranie (interface box) medzi PC a rámom so senzormi
- merač vzdialenosti
- PAC softvérové vybavenie

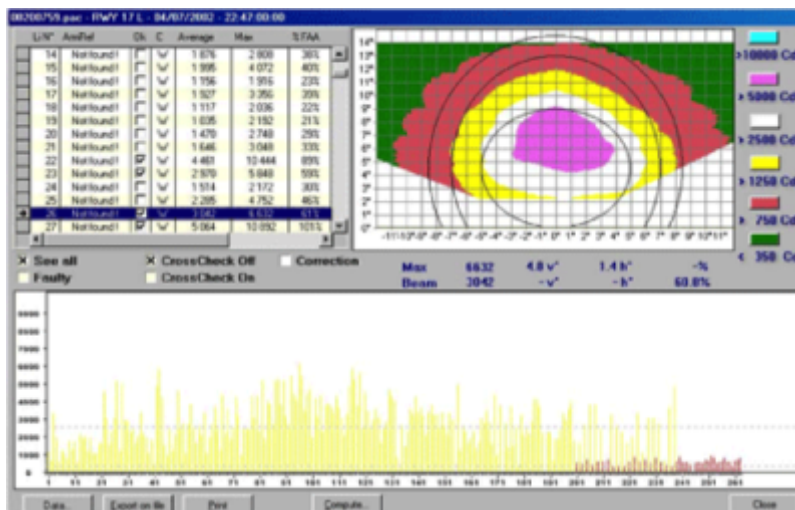
Meranie je možné vykonávať pri maximálnej rýchlosti 60 km/h, ale odporúča sa pre presnejšie meranie rýchlostí okolo hodnoty 40 km/h. Meracie zariadenie je možné vybaviť na požiadanie aj dGPS, ktorý poskytuje presne informácie o vzdialenostiach medzi jednotlivými návěstidlami.



Obr. 3 Mobilné meracie zariadenie PAC inštalované na vozidle



Obr. 4 Nastavenie meracieho rámu na meranie svietivosti nadzemných návěstidiel meracím systémom PAC



Obr. 5 Grafické zobrazenie výstupu z merania systému PAC z Francúzska

3. DALMAS

Ďalšou spoločnosťou, ktorá patrí medzi výrobcov mobilných meracích zariadení na meranie svietivosti je nemecká spoločnosť s názvom DeWiTec so sídlom v Dortmunde. V porovnaní s predchádzajúcimi výrobcami je systém založený na meracom vozíku, ktorý má vo svojom vnútri zabudovaný jasový analyzátor. Jasový analyzátor slúži na vyhodnotenie jasu svetelného kužela vytvoreného návestidlom na meracej rovine. Následne je jasová mapa zanalyzovaná a graficky zobrazená vo vyhodnocovacom systéme. Čas snímania svetelného kužela je v momente prechodu meracieho vozíka ponad zapustené návestidlo. Tento moment je určený pomocou detektorov kovov, ktoré sú súčasťou spomínaného meracieho vozíka. Z dôvodu umiestnenia detektorov kovov, má merací vozík veľkú váhu dosahujúcu takmer 180 kg. (obr. 6)



Obr. 6 Mobilné meracie zariadenie DALMAS od spoločnosti DeWiTec z Nemecka

Okrem detektoru kovov, je vozík vybavený aj meracím zariadením založeným na meraní vzdialeností na základe počítadla otáčok kolesa meracieho vozíka. V ťažnom vozidle, ktoré je vybavené kamerou, ktorá sníma správnu trajektóriu stačí na obsluhu len jeden človek. Rýchlosť pri ktorej sa vykonáva samotné meranie svietivosti sa pohybuje okolo 40 až 50 km/hod v závislosti od kvality povrchu RWY a skúsenosti

vodiča meracieho vozidla. V porovnaní s ostatnými meracími systémami používanými na meranie svietivosti návestidiel, je systém DALMAS ako jediný schopný merať svietivosť aj počas jasného dňa. Táto schopnosť je dosiahnutá prekrytím meracieho vozíka plachtou, ktorá vytvára tmavú komoru.

Záver

Prevádzkyschopnosť svetelných systémov je základom pre bezpečnú prevádzku letiska počas noci, ale najmä počas zníženej dohľadnosti. Z praxe je možné potvrdiť, že aj svetelné systémy, ktoré sa z pohľadu pozorovateľa javia ako vyhovujúce, samotné merania dokážu o ich prevádzkyschopnosti pravý opak. A práve aj z týchto dôvodov je potreba pravidelného merania svietivosti nevyhnutná a vyžadovaná. Všetky vymenované a opísané mobilné meracie prostriedky sú certifikované a schválené leteckými úradmi. Pri porovnávaní meracích zariadení môžeme konštatovať, že každý systém má svoje klady a aj zápory. Veľmi podstatným prvkom pre správne a korektné meranie je výborná znalosť obsluhy daného meracieho zariadenia ako aj praktické skúsenosti, ktoré výraznou mierou ovplyvňujú rýchlosť a presnosť samotného merania. Na základe výsledkov merania svietivosti návestidiel sa musia vykonať následné opatrenia na zabezpečenie údržby jednotlivých svetelných systémov ako aj samotných svetelných návestidiel.

Literatúra

1. Publikácia LIS SR, L-14 Letiská, I.zväzok Navrhovanie a prevádzka letísk, 2006
2. www.dewitec.de
3. www.malms.aero
4. www.fbtechnology.com

Oddelenie svetelných zabezpečovacích zariadení, Letisko M.R. Štefánika - Airport Bratislava, a.s. (BTS), 823 11 Bratislava
