

SVETLOSNO OBELEŽAVANJE PREPREKA U VAZDUHOPLOVSTVU

1. OPŠTE NAPOMENE

Ovaj tekst je posvećen svetlosnom obeležavanju prepreka u vazduhoplovstvu i zbog toga je potrebno je da se bliže objasne termini neophodni za bolje upoznavanje principa letenja u određenim, tačno definisanim prostorima.

Vazдушna plovidba odnosno letenje, vezana je za vazdušni prostor **terminalnih** i **aerodromskih** zona kao i za prostor **slobodnog letenja**. Kretanje aviona u navedenim zonama strogo je kontrolisano - taj zamišljeni prostor definisan je svojom visinom, širinom i pravcem. Letenje u tom zamišljenom prostoru obezbeđeno je pomoću zemaljskih radio-navigacionih sredstava (ZRNS), dok proceduru sletanja i poletanja vazduhoplova dodatno obezbeđuje Sistem svetlosnog obeležavanja (SSO) svakog aerodroma. Izuzetno je važno da se u tim zonama na bezbednu udaljenost uklone svi uređaji - emiteri elektromagnetnih talasa (emisioni uređaji, dalekovodi i sl.), koji bi mogli da ometaju rad ZRNS odnosno uređaja u samom avionu. Isto tako, veoma je važno da se u određenim zonama izvrši dnevno i noćno svetlosno obeležavanje objekata koji predstavljaju prepreke u vazduhoplovstvu, primenjuje se zbog smanjenja opasnosti od mogućih udesa.

Oblast Srbije i Crne Gore određena za letenje prostire se iznad terminalnih i aerodromskih zona i iznad prostora slobodnog letenja do neograničene visine. Oblast obuhvata velike visine što znači da se u njoj prepreke ne definišu.

Terminalna zona je vazdušni prostor oko aerodroma ili više njih ako se u neposrednoj blizini nalazi više aerodroma. Terminalna zona počinje od definisane gornje granice aerodromske zone i prostora slobodnog letenja, za letenje u toj zoni su tačno propisane procedure bez potrebe definisanja prepreka.

Aerodromska zona je vazdušni prostor konkretnog aerodroma sa tačno definisanom visinom u kome se vazduhoplovi kreću po propisanom režimu instrumentalnog i vizuelnog letenja. Za navedenu zonu je od izuzetne važnosti da se definišu prepreke, s obzirom to direktno utiče na bezbednost letenja.

Zona (prostor) slobodnog letenja predstavlja vazdušni prostor izvan aerodromske zone do visine 450 m iznad terena. U toj zoni se kao prepreke razmatraju i definišu svi objekti velike visine ili objekti, koji se nalaze na visokim kotama terena a koji utiču na bezbednost letenja.

Kretanje vazduhoplova u navedenim zonama sme da se odvija isključivo na osnovu procedura propisanih za kretanje u prostoru slobodnog letenja, za prilaženje i poletanje sa određenog aerodroma, koje propisuju posebne službe Agencije za kontrolu letenja Srbije i Crne Gore (SMATSA). Ove informacije, kao i svi podaci o preprekama, publikuju se u vidu informacije pilotima u Priručniku vazduhoplovnih podataka (AIM - Airman's Information Manual) i u Zborniku vazduhoplovnih podataka (AIP - Aeronautical Information Publication). Piloti pak, na osnovu tih podataka, mogu lakše da uoče i prepoznaju prepreke na terenu.

2. PREPREKE

Kao što je već rečeno, predmet ovog izlaganja su isključivo prepreke koje se moraju svetlosno obeležiti, jer njihove dimenzije predstavljaju prepreku za vazдушnu plovidbu.

Prepreke za vazдушnu plovidbu su dakle svi stalni ili privremeni, pokretni i nepokretni objekti ili njihovi delovi koji se nalaze u prostoru namenjenom za kretanje vazduhoplova.

Obeležavanje prepreka je obavezno i obavlja se radi sprečavanja svake moguće opasnosti od udesa vazduhoplova i to na objektima:

- **U području aerodroma** - objekti, instalacije i druge prepreke, čija je visina iznad visina određenih postupcima za sletanje i poletanje;
- **Van područja aerodroma** - objekti u prečniku od 15 km od ose poletno-sletne staze;
- **Vazdušni putevi** - građevinski objekti i instalacije (dimnjaci, antenski stubovi, dalekovodi i sl.) preko kojih vode vazdušni putevi (koridori) koji se nalaze na visokim terenskim kotama ili koji su usamljeni.

Za projektovanje ili izgradnju takvih objekata neophodno je da se Direktoratu civilnog vazduhoplovstva preda kompletan projekat. Određene službe DCV u saradnji sa SMATSA analiziraju objekte i određuju da li projektovani objekti predstavljaju prepreku za vazdušnu plovību. Izgradnja i stavljanje u rad objekata izvodljivi su isključivo na osnovu navedene saglasnosti.

3. PREPORUKE ICAO I FAA

Način obeležavanja objekata bojenjem i svetlima određen je u preporukama međunarodnih standarda Aneks 14 (Annex 14), koje izdaje organizacija ICAO (International Civil Aviation Organization) a koje su obavezne za oko 180 njegovih zemalja članica, među kojima je i Srbija.

Takođe, način obeležavanja objekata detaljno je opisan i regulisan u "Advisory Circular AC 79/7460-IK Obstruction Marking and Lighting" propisa FAA (Federal Aviation Administration of the U.S.A.).

U pristupima ove dve organizacije pomenutoj problematici postoje određene razlike, tako da se širom sveta upotrebljavaju različita rešenja.

U Srbiji su, za određivanje načina obeležavanja prepreka, obavezne preporuke sadržane u Aneksu 14, ICAO, koje se obavlja prema sledećim parametrima određenim za svaki tip svetiljke - vertikalni svetlosni snop, potrebna elevacija svetiljke, frekvencija zabljeska i propisani period bljeskanja. Međutim, treba naglasiti da ima slučajeva kada su propisima FAA bolje obrađeni neki detalji koji se primenjuju kod svetlosnog obeležavanja objekata posebne namene (npr. instacije na platformama za eksploataciju nafte i gasa). U tim slučajevima dozvoljena je primena takvih projektnih rešenja.

Svetiljke za obeležavanje prepreka dele se, prema ICAO, u više osnovnih grupa:

- **Svetiljke niskog intenziteta** - upotrebljavaju se za objekte, koji nadvisuju okolnu površinu do 45 m visine. Za obeležavanje fiksnih objekata upotrebljavaju se svetiljke **tipa A** (min. 10 cd) i **tipa B** (min. 32 cd). Tipovi C i D se upotrebljavaju za identifikaciju vozila aerodromskih i drugih službi. Ove svetiljke, koje se koriste za najveći broj prepreka, uglavnom su crvene boje. Kod vozila se više upotrebljavaju svetiljke žute boje.

Svesmerne svetiljke namenjene za obeležavanje objekata moraju biti dvostruke, jer u slučaju kvara glavnog svetla mora automatski da se uključi rezervno svetlo. Zbog propisanih parametara preporučuje se korišćenje posebnih svetiljki smeštenih na istoj visini.

- **Svetiljke srednjeg intenziteta** - upotrebljavaju se za objekte više od 45 m od okolne površine.
Svetiljke srednjeg intenziteta su podeljene u tri grupe:

- ⇒ **Tip A** – svetiljke koje emituju bljeskajuću svetlost bele boje intenziteta od 20.000 cd po danu i 2.000 cd noću.
- ⇒ **Tip B** – ove svetiljke emituju bljeskajuću svetlost crvene boje **minimalnog** intenziteta do 2.000 cd.
- ⇒ **Tip C** – svetiljke ovog tipa emituju stalnu svetlost crvene boje **maksimalnog** intenziteta do 2.000 cd.

Svetiljke srednjeg intenziteta koriste se pojedinačno ili u kombinaciji sa svetlima niskog intenziteta - posebno kod objekata većih dimenzija i sl. Frekvencija njihovog bljeskanja kreće se od 20 do 60 zabljesaka/min. Efektivan zabljesak ne sme biti niži od 1600 cd.

- **Svetiljke visokog intenziteta** - upotrebljavaju se za identifikaciju objekata, koji nadvisuju okolnu površinu iznad 150 m visine.

Svetiljke visokog intenziteta podeljene su u dve grupe:

- ⇒ **Tip A** – svetiljke koje emituju bljeskajuću svetlost bele boje sa minimalnim intenzitetom od 20.000 cd po danu, 20.000 cd u toku sumraka i 2000 cd noću.
- ⇒ **Tip B** – ove svetiljke emituju bljeskajuću svetlost bele boje sa minimalnim intenzitetom od 100.000 cd po danu, 20.000 cd u toku sumraka i 2.000 cd noću.

Svetiljke visokog intenziteta moraju biti usmerene tako da ne zaslepljuju pilote i da ne ugrožavaju zemaljski saobraćaj. Frekvencija zabljeska je od 40 do 60 zabljesaka/min., redukcija efektivnog svetlosnog intenziteta mora biti automatska. Svetiljke ne smeju biti zaklonjene drugim objektima ili terenom do rastojanja 4,8 km od objekta.

4. NAČIN SVETLOSNOG OBELEŽAVANJA PREPREKA

Svaki objekat, koji predstavlja prepreku u vazduhoplovstvu mora biti detaljno obrađen u projektu i sa analizom eventualne opasnosti koju predstavlja za kretanje vazduhoplova.

Svaki objekat je poseban i zavisi od geografske lokacije, potrebnog nivoa bezbednosti, gabarita, visine i uticaja vremenskih uslova na toj lokaciji. Svaka od navedenih tačaka utiče na način svetlosnog obeležavanja u pogledu intenziteta i primenjenih boja. Pri određivanju lokacije svetiljki za svetlosno obeležavanje objekta potrebno je, takođe, uzeti u obzir nivo osvetljenja okoline što ne sme da utiče na smanjenje propisanog intenziteta svetiljki za obeležavanje prepreka.

Odabir svetiljki i njihovog intenziteta zavisi od položaja objekata u odnosu na pravce vazдушnih puteva, u području na i van aerodroma ili helidroma i strogo je definisan međunarodnim vazduhoplovnim propisima i preporukama.

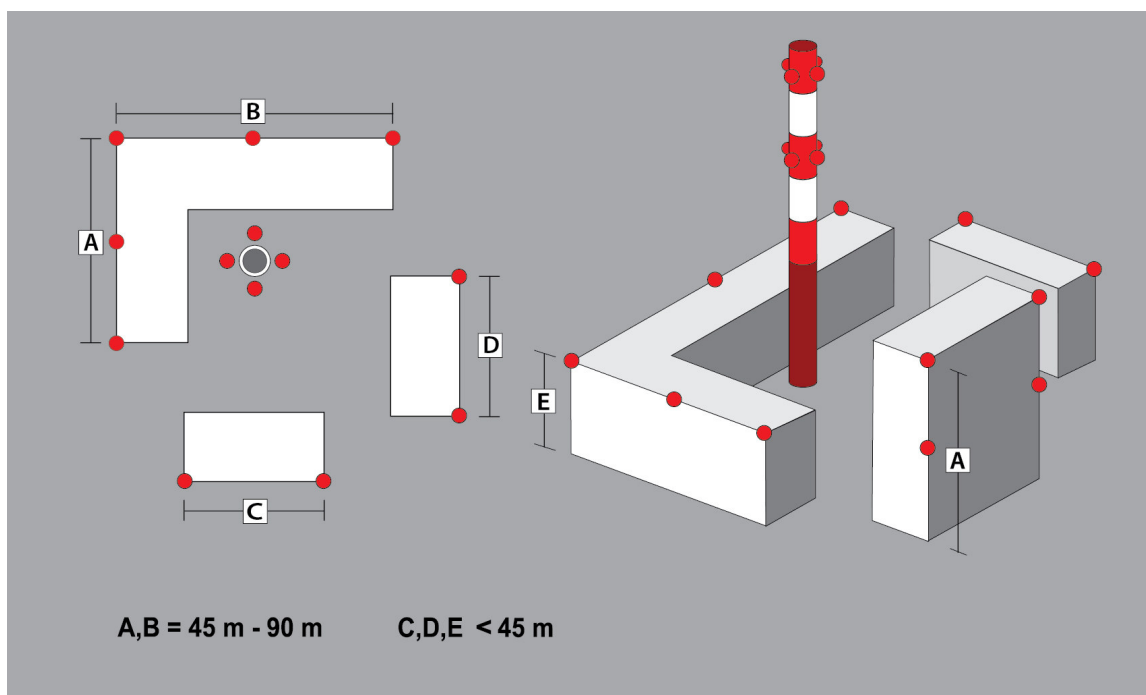
Poseban deo projekta koji se odnosi na svetlosno obeležavanje, mora biti urađen prema važećim propisima i predat Direktoratu civilnog vazduhoplovstva na saglasnost.

U daljem tekstu nalaze se osnovni principi koji se odnose na svetlosno obeležavanje objekata.

4.1. Svetlosno obeležavanje objekata

Za svetlosno obeležavanje **objekata visine do 45 m**, kao što su dimnjaci, rashladni tornjevi elektrana, stubovi i sl. koriste se uglavnom svetiljke niskog i srednjeg intenziteta crvene boje. Svetiljke se postavljaju što bliže gornjoj ivici objekta kako bi njihov položaj što više označavao oblik i najviše tačke objekta. Prilikom postavljanja svetiljki svetlosnog obeležavanja na dimnjacima ili cevima za odvod gasova mora da se vodi računa o bezbednosnim propisima. Zato se svetiljke postavljaju ispod gornje ivice takvih objekata - propisano rastojanje iznosi od 1,5 m do 3 m.

Broj svetiljki za obeležavanje izduženih objekata, kao što su dimnjaci, zavisi od prečnika samog objekta – za prečnik do 6 m upotrebljavaju se 3 svetiljke, za veće prečnike potrebne su 4 svetiljke.



Slika br. 1.

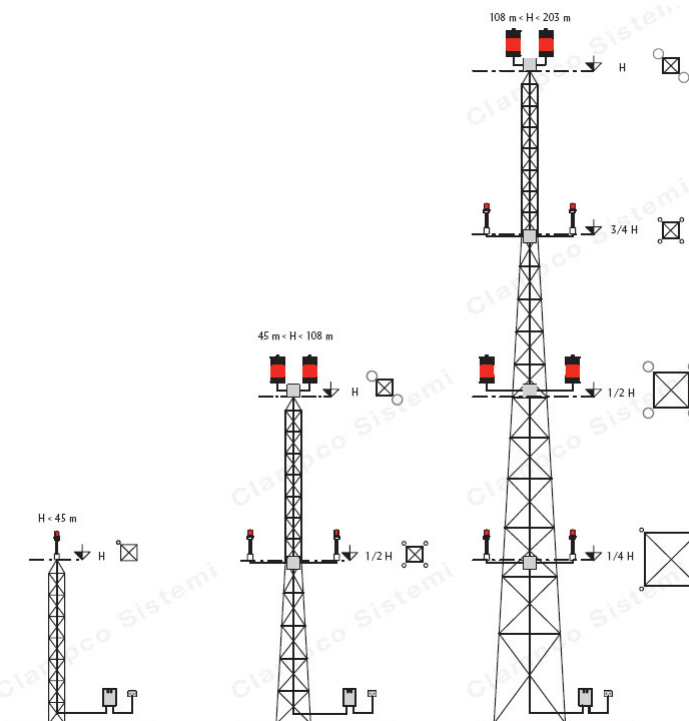
Obeležavanje objekata **viših od 45 m** mora da sadrži dodatna svetla na međuisinama. Razmak ne sme preći 45 m kod svetala niskog intenziteta.

4.2. Svetlosno obeležavanje antena, stubova i tornjeva

Za svetlosno obeležavanje **objekata visine do 45 m**, kao što su antene mobilne telefonije, emisione antene TV, reflektorski stubovi i dr. koriste se dvostruke svetiljke niskog ili srednjeg intenziteta crvene boje. Svetiljke se po pravilu nalaze na posebnim nosačima pričvršćenim za gornju ivicu konstrukcije antene ili stuba.

Objekti **viši od 45 m i manji od 203 m** moraju se na međuisinama obeležiti dodatnim svetlima. Razmak ne sme da prelazi 45 m kod svetala niskog intenziteta, 90 m kod svetala srednjeg intenziteta i 105 m kod svetala visokog intenziteta. Ovi objekti se u najviše slučajeva obeležavaju kombinacijom svetala niskog i srednjeg intenziteta - primer takvog obeležavanja dat je na slici br. 2.

Treba napomenuti da broj i raspodela svih svetiljki za obeležavanje prepreka, tj. svetiljki na vrhu i svetiljki na međuisinama, mora da omogući njihovo lako uočavanje iz svih tačaka azimuta. Ukoliko su svetla na nekoj koti zaklonjena drugim objektom potrebno je dodatno obeležiti posebnim svetlima taj objekat.



Slika br. 2.

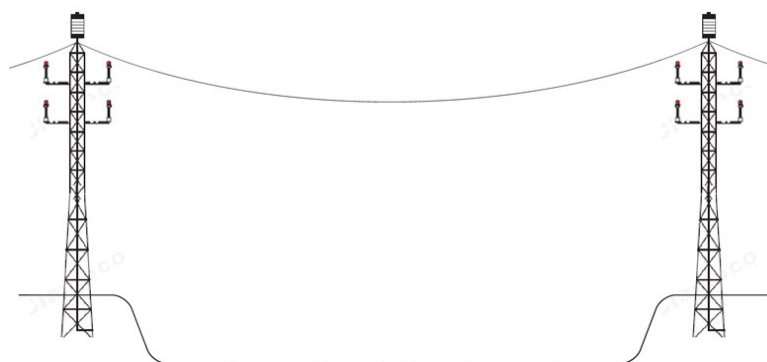
Za pouzdanu identifikaciju i obeležavanje veoma visokih tornjeva ili drugih objekata te vrste koji se nalaze na uzvišicama u području koridora vazdušne plovidbe, moraju da se upotrebe svetiljke srednjeg ili veoma visokog intenziteta. Svetiljke emituju bljeskajuću svetlost bele boje sa minimalnim intenzitetom od 20.000 cd po danu, sa intenzitetom od 20.000 cd u sumraku i 2.000 cd noću.

Obeležavanje nižih etaža osnovne konstrukcije tornja obavlja se pomoću svetiljki srednjeg ili niskog intenziteta sa razmakom od 45 m do 105 m.

Broj i raspodela svih svetiljki za identifikaciju i obeležavanje prepreka, tj. svetiljki na vrhu i na međuvisinama, mora da omogući njihovo lako uočavanje iz svih tačaka azimuta. Ukoliko su svetla na nekoj koti zaklonjena drugim objektom neophodno je taj objekat dodatno obeležiti posebnim svetlima. Uglovi postavljanja svetiljki veoma visokog intenziteta moraju da garantuju pouzdanu identifikaciju objekta i istovremeno njihovo bljeskanje ne sme da zaslepljuje pilota aviona.

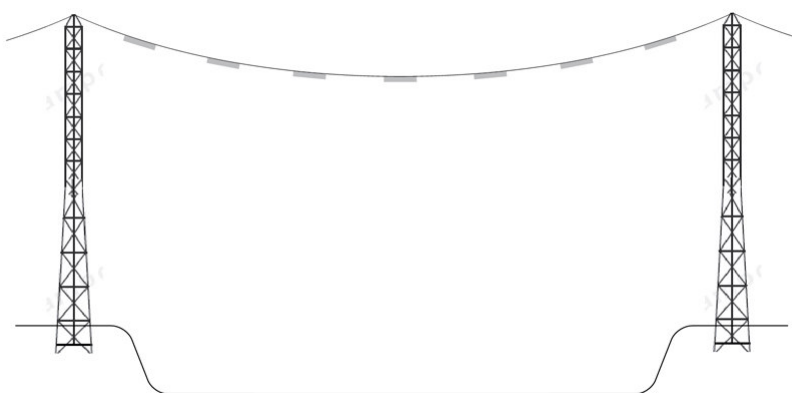
4.3. Svetlosno obeležavanje dalekovoda

Obeležavanje dalekovoda opisano je u preporukama ICAO, Aerodrome Design Manual, Part 4, Visual Aids, deo 14.7. Prema ovim preporukama stubovi i provodnici koji se nalaze u blizini aerodromskih zona dalekovoda moraju biti svetlosno obeleženi. Na slici br. 3 dat je šematski prikaz obeležavanja stubova sa bljeskajućim svetiljkama u tri nivoa - najviši nivo je obeležen postavljanjem svetiljke visokog intenziteta na vrh stuba, najniži nivo je obeležen svetiljkama srednjeg intenziteta u ravni maksimalnog ugiba lančanice između dva stuba. Drugi nivo obeležavanja svetiljkama srednjeg intenziteta nalazi se na sredini između gornjeg i donjeg nivoa - bljeskanje se vrši prema posebnom kodu sa frekvencijom od 40 do 60 zabljesaka u minuti. Posebni propisi važe za obeležavanje stubova, između kojih provodnici prelaze preko dolina, kanjona i sl.



Slika br. 3.

Na slici br. 4 prikazana je šema obeležavanja provodnika pomoću svetiljki niskog intenziteta. Tu su cevaste svetiljke ili svetiljke sa LED tehnologijom, koje se postavljaju na provodnike na međusobnom rastojanju od maksimalno 45 m.



Slika br. 4.

5. NAPAJANJE, UPRAVLJANJE I MONITORING STANJA

Svetiljke svetlosnog obeležavanja objekata moraju imati pouzdano **neprekidno napajanje energetskeg i upravljačkog dela**. To znači da pored mrežnog napajanja mora da postoji i izvor rezervnog napajanja (dizelelektrični agregat ili UPS). Napajanje svetiljki može biti jednosmernim naponom u opsezima 12-24-48 V ili 230 V, 50 Hz. U instalacijama na aerodromima u kojima je primenjen izolovan sistem serijskih strujnih krugova, napajanih sa Regulatora konstantne struje 6,6 A, koriste se halogene ili LED sijalice.

Na veoma nepristupačnim mestima gde ne postoji redovno napajanje koriste se svetiljke opremljene solarnim kolektorima sa akumulatorima. Koriste se posebne akumulatorske baterije, koje imaju dovoljan kapacitet za rad u uslovima bez sunčevog zračenja a koje imaju zaštitu od nedozvoljenog pražnjenja i punjenja.

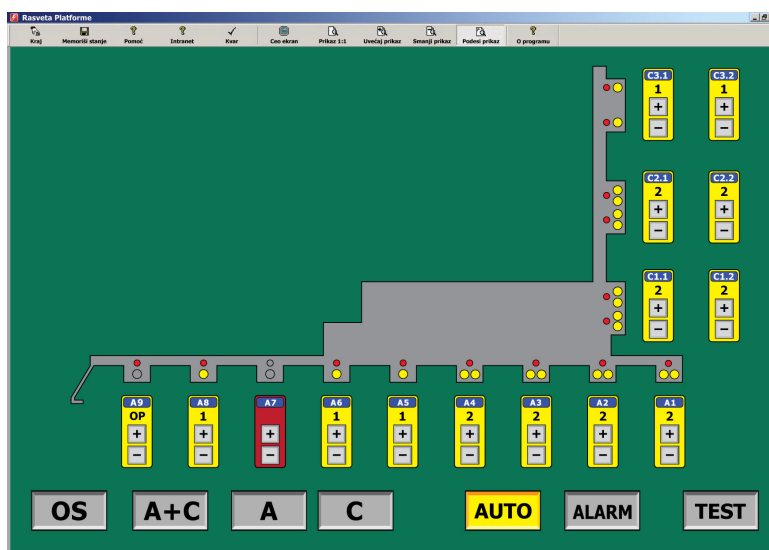
Kod svetlosne identifikacije i obeležavanja veoma visokih objekata ili objekata koji se nalaze na visinskim terenskim kotama koristi se više svetiljki veoma visokog, srednjeg i niskog intenziteta, od kojih određeni broj emituje zabljeske. Posebno mora biti osiguran pouzdan rad tog upravljačkog dela.

Upravljanje (*uključivanje/isključivanje*) svetlosnog obeležavanja najvećeg dela objekata obavlja se pomoću fotorelea, dok kod komplikovanijih sistema mora da se primeni sistem daljinskog upravljanja i monitoringa. Objekti kod kojih ne može da se primeni stalna kontrola rada svetiljki, moraju biti obeleženi dvostrukim svetiljkama, od koji je jedna radna a jedna rezervna. Rezervna svetiljka se automatski uključuje u trenutku kvara radne svetiljke.

Svetlosno obeležavanje većih objekata u većini slučajeva predstavlja sastavni deo sistema nadzora i upravljanja celog objekta. Ekрани nadzora nalaze se po pravilu u sobi Tehničkog održavanja ili Službe sigurnosti objekta.

Upravljanje i monitoring svetlosnog obeležavanja većih sistema, u ovom slučaju sistema aerodroma "Nikola Tesla" u Beogradu, nalaze se kod Dispečera platforme, dok se isti ekran namenjen za monitoring rada nalazi u prostoriji dežurnih električara. Ekрани radnih stanica sastavni su deo sistema AMS-MAX daljinskog upravljanja i monitoringa svetlosnog obeležavanja manevarskih površina, osvetljenja platforme, svetlosnog obeležavanja reflektorskih stubova i energetskih objekata aerodroma.

Na slici br. 5 nalazi se prikaz upravljačko-nadzornog ekrana tipa „touchscreen“ za upravljanje i monitoring osvetljenja i svetlosnog obeležavanja reflektorskih stubova na Platformi A. Slični ekрани postoje i za upravljanje i monitoring osvetljenja i svetlosnog obeležavanja reflektorskih stubova na Platformama B i C. Pomoću ovog sistema Dispečer platforme rukovodi upravljanjem i monitoringom, dežurni električari prate rad svetiljki i u slučaju kvara u realnom vremenu dobijaju alarm na osnovu čega mogu veoma brzo da intervenišu i obave sve neophodne popravke.



Slika br. 5

Ukoliko ne postoji mogućnost monitoringa rada, svetiljke moraju biti dvostruke sa automatskim uključanjem rezervnog dela u slučaju kvara na glavnom i uz obezbeđenje redovnih obilazaka.

6. SVETILJKE

Dosada su u upotrebi bile svetiljke sa sijalicom koje imaju užarenu nit ili svetiljke sa izvorom sa pražnjenjem u gasovima. Ove druge su, u odnosu na klasične sijalice, imale mnogo duži vek trajanja i nisu morale da imaju crveni filter jer su emitovale crvenu svetlost. Ove svetiljke se postepeno menjaju sa svetiljkama sa LED tehnologijom, koje su prikazane na slici br. 6.

U instalacijama na aerodromima, u kojima je primenjen izolovan sistem serijskih strujnih krugova napajanih sa Regulatora konstantne struje 6,6 A, za obeležavanje prepreka koriste se halogene sijalice sa crvenim filterom.



Slika br. 6

Provodnici dalekovoda u blizini aerodromskih zona svetlosno obeležavaju svetiljkama, koji rade na principu kapacitivnog efekta. Svetiljke niskog intenziteta za obeležavanje provodnika dugačke su cevi, koje se priključuju na glavni i pomoćni vod, čija dužina zavisi od visine napona glavnog voda. Svetlosni izvor radi na principu pražnjenja u neonskim parama niskog pritiska i emituje crvenu svetlost. I ovde se sve više upotrebljavaju svetiljke sa LED tehnologijom (slika br. 7).



Slika br. 7

Svetiljke visokog intenziteta opremljene su ksenonskom cevi koja emituje svetlost bele boje, a čiji vek trajanja iznosi do 10000 sati.

LED tehnologija sve više zamenjuje navedene izvore, s obzirom da se pokazuje kao veoma primenljiva. Razlozi za to su znatno smanjenje snage izvora i navedena vremena veka trajanja LED svetiljki.

Svaki tip svetiljke koji se koristi za svetlosno obeležavanje prepreka mora imati sertifikat o ispitivanju, izdat od strane ovlašćene laboratorije.

Beograd 30.07.2011. g.

AUTOR

Oldrich Kundrat, die.

Grafička obrada i dizajn Mr Jelena Kundrat

Literatura:

- ICAO, Aneks 14, (Annex 14).
- ICAO, Aerodrome Design Manual, Part 4, Visual Aids.
- FAA, Advisory Circular AC 79/7460-1K, Obstruction Marking and Lighting.
- Katalog Clampco Sistemi, Italija